



Enlace®

La revista de la Agricultura de Conservación



Germoplasma del CIMMYT en el mundo

Impacto presente en campo

Año IX agosto - septiembre 2017

39

Panorama global del maíz. ¿La autosuficiencia como una oportunidad?

7

Repatriación de maíces nativos de Guatemala

26

MasAgro: Alianza por una producción de maíz suficiente y sostenible en México

30





EDITORIAL

Potencial de híbridos en la producción de maíz en México

Panorama global del maíz. ¿La autosuficiencia como una oportunidad?

¿Cuál es la pauta para producir y difundir germoplasma en diferentes ambientes de producción?

Germoplasma del CIMMYT en el mundo. Impacto presente en campo

Repatriación de maíces nativos a Guatemala

MasAgro: Alianza por una producción de maíz suficiente y sostenible en México

Interacción público-privada: cuando la autosuficiencia es un camino posible

Sembrando futuro: colaboración público-privada para el desarrollo del sector semillero

Compañías semilleras y productores mejoran los rendimientos de maíz en México

Fotorreportaje. Del investigador al productor. Distribución y clasificación de híbridos

2

4

7

12

20

26

30

35

38

40

43

DIRECTORIO

Coordinación General

Bram Govaerts

Gerente de Divulgación

Georgina Mena

Dirección Editorial

Iliana C. Juárez

Edición

Bernardo Zavaleta

Corrección de estilo

Elisa Méndez

Comité editorial

Francisco Alarcón

Carolina Camacho

Tania Casaya

Concepción Castro

Carlos Garay

Bram Govaerts

Nora Honsdorf

Iliana C. Juárez

Víctor López

Georgina Mena

Diseño Editorial

Yolanda Díaz

Web

Alejandra Soto

Fotografía de portada

El control de calidad produce semillas de maíz limpias. Semillera Bidasem.
@ X. Fonseca / CIMMYT



Año IX. Número 39
agosto - septiembre 2017

"Enlace La Revista de la Agricultura de Conservación", año IX, número 39, agosto - septiembre 2017, 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://conservacion.cimmyt.org/> cimmyt-contactoac@cgiar.org. 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: Prerensa Digital S.A de C.V. con domicilio en Caravaggio número 30, colonia Mixcoac, México, 03910, D. F. Teléfonos: 5611-9653 y 5611-7420 Este número se terminó de imprimir el 28 de julio de 2017, con un tiraje de 20,000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 8 de agosto de 2017. 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 2017. 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 el 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 de los establecidos en el programa.

Con cada día que pasa, los retos que enfrenta la alimentación mundial se agravan. La humanidad depende, desde hace miles de años, de la producción de grano para sustentar su alimentación, por lo que el cambio climático, la degradación de suelos, el aumento de la población y, por ende, la demanda de comida son amenazas directas para el sustento alimenticio.

Los productores necesitan optimizar sus sistemas de producción y aprovechar la existencia de semillas mejoradas por medio de mejoramiento participativo, la generación de variedades y los maíces híbridos, como los que desarrolla el CIMMYT. Cada año llevamos al campo decenas de nuevas semillas que están adaptadas a los climas y retos cambiantes para obtener rendimientos que permitan sostener la demanda de granos básicos.

Estas semillas mejoradas van de la mano con técnicas de **Agricultura de Conservación** que no sólo mejoran el rendimiento de la cosecha dependiendo de la situación geomorfológica del terreno, sino también conservan el ambiente al reducir el impacto de la agricultura. Para esto son necesarias las tareas de investigación que, cuando llegan a implementarse exitosamente, pueden llevar a la autosuficiencia

alimentaria. El resultado es positivo para la economía nacional, al reducir la importación de granos de otros países, y para la población, porque los productores de pequeñas comunidades pueden obtener lo necesario para alimentar a sus familias y mejorar sus condiciones de vida.

Para hacer realidad los avances científicos, se requiere de cooperación no sólo entre los actores que intervienen en la producción, sino también entre instituciones de investigación y gobiernos locales, estatales y nacionales. Tan sólo en 2016, el CIMMYT distribuyó más de seis toneladas de semilla en 80 países y, para que esta labor fuera realizada, se requirió de un esfuerzo conjunto.

En este número de la revista *Enlace* presentamos una serie de artículos que nos ayudan a entender mejor las interacciones económicas, científicas y hasta culturales que permiten que el trabajo de mejoramiento de maíz pueda realizarse.

Además, buscamos que, al terminar de leerlo, el lector tenga un conocimiento más profundo sobre los retos que enfrentará el agro en el futuro próximo, para que todos podamos aportar soluciones a estos problemas y, al mismo tiempo, generar conocimiento.

Dr. Bram Govaerts
Representante regional del
CIMMYT en América Latina

Importancia de los nutrientes en el maíz

Lisina

Sintetiza el tejido conectivo (piel, colágeno, huesos) y convierte los ácidos grasos en energía.

Hierro

Es un componente de la hemoglobina, la molécula que transporta el oxígeno en los glóbulos rojos.

Almidón Resistente

Reduce la respuesta glucémica e insulínica en los alimentos. Tiene efecto protector contra el cáncer colorectal.

Proteína

Tiene función estructural, catalítica, hormonal, de regulación, transporte, almacenamiento de aminoácidos, movimiento y defensivo.

Zinc

Desarrollo y crecimiento apropiado. Componente de diversas enzimas.

Antocianinas

Está relacionado con la prevención de enfermedades degenerativas, diferentes tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurológicas, cataratas y disfunciones por estrés oxidativo.

Ácido Fólico

Es considerado como un antioxidante con propiedades anticancerígenas en colon, hígado, mama, leucemia, próstata y sarcomas.

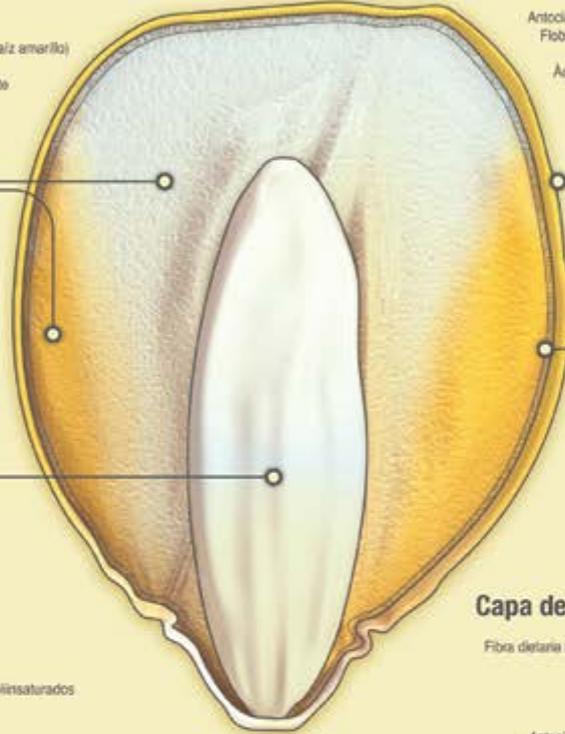
Endospermo

- Endospermo harinoso
- Endospermo vitreo

Almidón
Proteína
Carotenoides (maíz amarillo)
Vitamina E
Almidón resistente

Pericarpio

Minerales (Fe y Zn)
Fibra dietaria soluble e insoluble
Fenoles
Antocianinas (maíz azul)
Flobafenos (maíz rojo)
Fitosteroles
Ácido fólico (Inositol)



Germen (embrión)

Lípidos:
Ácidos grasos poliinsaturados
Minerales
Antioxidantes
Vitaminas

Capa de aleurona

Fibra dietaria soluble e insoluble
Fenoles
Minerales
Fitosteroles
Folato
Antocianinas (maíz azul)
Flobafenos (maíz rojo)

Triptófano

Es precursor de la serotonina, por lo que funciona como regulador del estado de ánimo y a mantener un sueño saludable.

Carotenoides

Prevención de cáncer, problemas cardiovasculares, estimula el sistema inmunológico y el buen funcionamiento de la vista.

Fibra soluble e insoluble

Mejora las funciones gastrointestinales. Reduce el índice glucémico, el riesgo de diabetes y la hipercolesterolemia.

Lípidos

Reserva energética, estructural y regulador de hormonas.

Fenoles

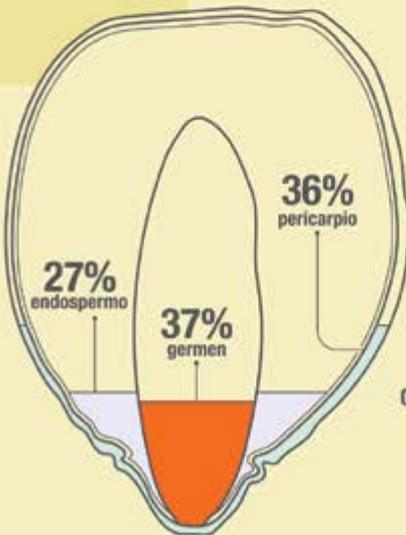
Previenen el estrés oxidativo, cáncer, colesterol alto, aterosclerosis y envejecimiento.

Almidón

Es la principal fuente de energía para el organismo.

Vitamina E

Es un antioxidante, protege el tejido corporal de los radicales libres. Mantiene el sistema inmune y es importante para la formación de glóbulos rojos, anticoagulante de la sangre.



Zinc en el grano de maíz

y promedios de retención aparente en productos de maíz





POTENCIAL DE HÍBRIDOS en la producción de maíz en México

Por: Arturo Silva Hinojosa, CIMMYT.

En promedio, un híbrido se desarrolla en 5 años y el costo directo de este proceso (tierra, mano de obra e insumos) es de 1 millón de dólares, más los costos anuales del programa de investigación.

Colocación de maíz recién cosechado en bolsas, Comitán, Chiapas. Foto: P. Lowe/CIMMYT.



En México anualmente se producen 27 millones de toneladas de maíz; sin embargo, consumimos alrededor de 39 millones de toneladas anuales, lo que significa que existe un déficit de 12 millones de toneladas en la producción.

Esto convierte a la necesidad de incrementar la producción de maíz en México y el resto del mundo en uno de los principales retos para el campo. Para hacer frente a este hecho, el aumento de superficie para la siembra de maíz no es una opción, se tiene que pensar en estrategias como aumentar la productividad, y uno de los caminos más seguros para lograrlo es el uso de semillas mejoradas, adaptadas específicamente a las diferentes zonas de cultivo, para que tengan mayor potencial de rendimiento.

PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN MÉXICO

La producción de maíz blanco en México es de 23 millones de toneladas anuales, pero consumimos sólo 19 millones, tenemos un superávit. En cambio, de maíz amarillo sólo se producen cuatro millones de toneladas anuales, lo que nos obliga a importar entre 12 y 13 millones de toneladas al año; esto significa que 80% del maíz amarillo, componente esencial de la alimentación de ganado y los usos industriales, es importado, principalmente de Estados Unidos, con un costo de 2,500 millones de dólares.

Otros países tienen un mayor rendimiento y esto se debe principalmente, al uso de híbridos, a una mayor eficiencia en el uso de fertilizantes y a la mecanización.

En algunos países se han implementado programas de

investigación, planeados y enfocados en rendimientos, que utilizan procedimientos experimentales y estadísticos rigurosos para determinar cómo y a dónde se deben dirigir los esfuerzos para hacer la conversión de variedades a híbridos.

Esto se ha logrado creando sinergias público-privadas en torno a un interés comercial. En Estados Unidos, por ejemplo, se cambió a la siembra de híbridos al conjuntar ambas inversiones. De 1930 a 1940 se logró que 70% de la superficie del cinturón maicero en ese país se sembrara con híbridos.

Este caso también demuestra que donde hay sinergias público-privadas y se fortalece con apoyos gubernamentales se logra un avance exitoso. Los resultados que se han alcanzado con la conversión a híbridos de maíz han potenciado el rendimiento en muchos países en Asia y Europa del Este.

¿QUÉ ES UN MAÍZ HÍBRIDO?

Es el resultado de la cruce entre dos o más líneas progenitoras con el objetivo de hacerlo más resistente a problemas y enfermedades que afectan los cultivos de una forma natural. Estas cruces entre progenitores con distintas características de la planta, ayudan a mejorar la resistencia a ciertas condiciones climáticas, como el calor y la falta de agua, o a combatir algunas plagas, lo que eleva la productividad del cultivo.

La mayoría de los híbridos de CIMMYT se producen al cruzar tres líneas progenitoras distintas de maíz, aprovechando sus características y fortalezas, con lo cual se logra que el comportamiento del cultivo sea homogéneo.

En el maíz, el rendimiento está en función de que se obtenga un mayor número de granos por hectárea, esto se logra al tener un número mayor de plantas con mazorcas que contengan grano de un alto peso específico. Anteriormente, se seleccionaban y guardaban como semilla las mazorcas más grandes y bonitas; sin embargo, esto no garantizaba los altos rendimientos. Lo que se necesita es tener plantas con características agronómicas que permitan y respondan a la siembra de altas densidades y que generen una mazorca sana, con un tamaño deseable y un alto peso específico de grano.

Argentina es un ejemplo de alto rendimiento promedio en la producción de maíz. Tienen cerca de 3 millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 7 t/ha, con un uso de híbridos de 85%, ya que se siembra a una densidad alta.

En cambio, en Sudáfrica, donde hay una superficie similar y el mismo porcentaje de híbridos, el rendimiento es 50% de lo que se consigue en Argentina, ya que la mitad de la superficie se siembra a densidad muy baja. Cuando se piensa en obtener un alto rendimiento, lo que debe primar es la genética y la calidad de la semilla. Un productor puede sembrar con Agricultura de Conservación y usar fertilización optimizada; sin embargo, si no tiene una semilla con potencial genético, no tendrá buenos resultados.

La semilla es un ser vivo, es el embrión que tiene el potencial de rendimiento. Además, al ser de un híbrido, es como un traje hecho a la medida, porque está adecuado al clima, las enfermedades y las condiciones específicas de la región para la cual fue desarrollado.

¿CÓMO SE DESARROLLA UN HÍBRIDO?

Primero es necesario determinar las características del ambiente, como altitud, precipitación y enfermedades, y luego a qué mercado va dirigido. En el CIMMYT existe un área de socioeconomía que estudia estas necesidades.

Una vez que se cuenta con estos datos, el programa de investigación de maíz del CIMMYT selecciona las poblaciones, se derivan líneas a base de autofecundación y se comienzan a hacer las cruces que se van probando hasta llegar a un número muy pequeño de híbridos que serán liberados comercialmente, con lo que se garantiza el potencial de rendimiento y adaptación al ambiente. En promedio, un híbrido se desarrolla en 5 años y el costo directo de este proceso (tierra, mano de obra e insumos) es de un millón de dólares, más los costos anuales del programa de investigación.

Por todo este trabajo y riguroso proceso, los híbridos que se desarrollan en el CIMMYT están probados para desempeñarse en su región de adaptación, y cualquier compañía semillera alineada con MasAgro Maíz puede tener acceso a ellos de manera gratuita. El CIMMYT tiene una gran variedad

de híbridos que se han desarrollado para los diferentes macroambientes y toleran enfermedades y estrés abiótico. Además, ofrece capacitación y transferencia de tecnología y cuenta con gente experimentada para dar asesorías.

¿QUÉ PASA EN MÉXICO? ¿POR QUÉ HAY TANTA PRODUCTIVIDAD EN LA MEDIA ALTURA Y EL PACÍFICO?

En México se siembran cerca de 8 millones de hectáreas de maíz. De las cuales sólo 1,750,000 utilizan híbridos certificados por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), que son distribuidos principalmente por empresas semilleras multinacionales y nacionales grandes.

75% de las ventas de híbridos de esas empresas se concentra en cuatro regiones que generan 50% de la producción nacional de maíz: Pacífico (Sinaloa), Ciénega, Bajío y Occidente (la media altura, que está integrada por los estados de Jalisco, Michoacán y Guanajuato).

En Sinaloa, por ejemplo, se siembran entre 450,000 y 550,000 hectáreas (dependiendo del nivel de las presas) en el periodo

otoño-invierno, a densidades de hasta 120,000 plantas por hectárea, y aunque se han obtenido rendimientos récord de hasta 18 o 20 t/ha, los costos son muy altos y las prácticas agronómicas no son amigables con el medio ambiente.

¿DÓNDE PODEMOS PRODUCIR MAÍZ AMARILLO?

El déficit de producción de maíz amarillo que tiene México podría revertirse si 3 millones de hectáreas se convirtieran a híbridos, pero antes es necesario invertir en el campo y dar a conocer a los productores los beneficios de su uso. Hay que mostrarles qué semilla necesitan y qué hacer para lograr el máximo rendimiento que pueden alcanzar en su parcela. Es más fácil producir el maíz amarillo que actualmente importamos, donde ya existen los canales de comercialización y ya se produce con híbridos. En Sinaloa y la media altura es más fácil cambiar a maíz amarillo, pero existe la creencia de que rinde menos que el blanco.

Para completar esta estrategia es necesario que las empresas grandes y pequeñas desarrollen mercados en Veracruz, Guerrero, Chiapas, Yucatán y Puebla, donde actualmente se encuentran los rendimientos más bajos. Se puede seguir un plan táctico a nivel comunitario para incrementar el rendimiento del maíz blanco y que con ello se compense la conversión a maíz amarillo.

Lo que queremos es lograr que los productores mexicanos que tienen potencial para producir con híbridos conozcan el valor de sembrarlos, reciban la capacitación adecuada, tengan acceso a la genética más avanzada para que se beneficien en su economía y bienestar y contribuyan a la autosuficiencia de maíz de México.*



Manolo Nurricumbo cosecha maíz híbrido en Nueva Reforma Agraria, Chiapas. Foto: P.Lowe/CIMMYT.

PANORAMA GLOBAL DEL MAÍZ

¿La autosuficiencia como una oportunidad?

Por: Hugo Castellano, CIMMYT.

México es genuina referencia mundial del maíz. El reto en el campo mexicano es la posibilidad de producir alcanzando la autosuficiencia.

El trabajador Lain Ochoa Hernández cosecha maíz cultivado con técnicas de Agricultura de Conservación en Chiapas. Foto: P. Lowe/CIMMYT.

“Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”. Ese es el segundo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, los cuales entraron en vigor desde inicios de 2016. Entretanto, la demanda alimentaria global sigue en paulatino crecimiento. El consumo crece exponencialmente. Por eso, los métodos de producción necesitan soluciones eficaces no sólo para el aumento de la demanda, sino también para los complejos efectos del cambio climático y el cuidado de la biodiversidad.

En ese escenario contemporáneo, la condición de una buena alimentación y una capacidad productiva consistente pone casi centralmente en consideración la predominancia de un cultivo que hoy es el más importante a escala mundial, el maíz. Actualmente, tiene una importancia que, desde el punto de vista económico,

supera holgadamente a otros productos, porque cumple con sectores clave: procesamiento industrial, producción de proteína animal y consumo humano.

México es el país donde se encuentra la mayor diversidad genética de maíz del mundo y es genuina referencia mundial de este grano. Desde su domesticación —hace unos 10,000 años en pleno Eje Neovolcánico—, esta gramínea posee un extraordinario valor cultural y productivo que constituye una enorme responsabilidad, en lo histórico, lo geográfico y en el campo de la investigación, para lograr mejores resultados y rendimientos cuidando el suelo y el agua y procurando sistemas sostenibles para asegurar las capacidades alimentarias en general, y lograr, en particular, estándares de autosuficiencia.

Durante la última década, organizaciones han señalado que los cereales en general constituyen la

fuerza de alimentos más importante del mundo. Poco más de mil millones de toneladas proyectadas para 2016-2017 dan una idea clara de lo que el maíz significa a escala global. Se trata de cifras de producción con niveles históricos. Para México, el producto tiene su gravitación. Existen condiciones de mercado que hacen necesario un enfoque sobre lo que se produce, lo que se importa y las oportunidades para alcanzar autosuficiencia.

La clave está en observar con la perspectiva del momento actual. La provisión de alimentos en general es una preocupación constante de gobiernos y organizaciones, pero alcanzar metas en materia de seguridad alimentaria no es un objetivo fácil y ocupa un propósito mayor, el equilibrio sostenible para las décadas que vienen. En ese contexto, el maíz en el mundo da de qué hablar.

Según el reporte *Perspectivas Agrícolas 2016-2025* de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)¹, “el crecimiento de la población en los países en desarrollo será el principal motor de la demanda mundial de productos básicos agrícolas durante la próxima década. Se prevé que la población mundial aumente de 7.4 mil millones en 2016 a 8.1 mil millones en 2025, y que 95% de este incremento se produzca en los países en desarrollo”.

Otro estudio, la Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales de inicios de julio de 2017² señala que, en general, “la producción de cereales se mantendrá en niveles altos en 2017, pero por debajo del récord de 2016”. Esto nos da dos datos claros: el incremento de la población, que se traduce en presión de la demanda, y la exigencia latente



Representación del maíz en Tlaxcala. Foto: Thomas Lumpkin/CIMMYT.



El agricultor Osías Guillén Zambrano cosecha maíz en Chiapas. Foto: P. Lowe/cimmyt.

de seguir alcanzando récords generales de producción agrícola.

Con eso, el primer cálculo que pueden sacar quienes toman decisiones es que el rendimiento mejorado dependerá de factores como una producción integralmente eficaz, con buenas prácticas, tecnología, asesoramiento y seguimiento. Un inversor sabrá de antemano que no se trata solamente de aumento de demanda. La demografía juega su papel; la capacidad productiva, el suyo.

Aunque con ritmo ralentizado en los últimos años, la demanda se mantiene, y se mantendrá. La oferta, tras niveles históricos en 2014 y 2015, ya empieza

a mirar hacia el próximo decenio. Existe un factor adicional, la economía global y sus vaivenes. Con inventarios suficientes en los años precedentes, los precios internacionales del producto se mantuvieron a la baja. Claro que en el mundo de la economía también hay cambios en las reglas de juego.

El fin de los estímulos monetarios de la Reserva Federal de Estados Unidos de América y nuevas direcciones en el comercio global, que hace equilibrio entre proteccionismos y libre mercado, sumado a un panorama algo complejo en divisas como el dólar, llevan a pensar claramente en una obligación: poder producir lo suficiente sin

depender demasiado de los eventuales rezagos en las capacidades de siembra y cosecha y buscando evitar la vulnerabilidad de comprar fuera, dando una oportunidad a lo que se puede producir en el país.

Hay ciertos elementos adicionales que no deberían pasar inadvertidos en el tema del maíz: un valor histórico, con México como cuna mundial del grano; un factor cultural, que abarca desde lo gastronómico a lo casi icónico del cultivo; un elemento económico, que evidencia el posicionamiento central del maíz en el mundo; y lo que implica el maíz como cadena agroalimentaria en sí misma, casi una oportunidad.



Las semillas se distribuyen en días de campo a los que se invita a los productores. Foto: CIMMYT.

EL SENTIDO DE LA OPORTUNIDAD

Desde que la semilla está en la palma de la mano del productor, muy cerca del suelo, hasta que llega al consumidor final, el maíz recorre un largo camino; sin embargo, el punto de partida es la etapa crucial.

En esa fase, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) destaca por su prestigio y trascendencia como el primer

centro internacional de origen mexicano dedicado, desde hace más de medio siglo, a promover sistemas más productivos y sostenibles mediante investigación y capacitación permanentes. En el caso del maíz, no ha dejado de colaborar e investigar a lo largo de cinco décadas. Para el CIMMYT, el sentido de la oportunidad de mejorar ha sido permanente. En ese contexto, su Programa Global de Maíz (PGM) genera y distribuye germoplasma de maíz de alto rendimiento, con calidad nutricional, para más de 600 millones de personas que dependen fuertemente del cultivo, estimulando con un gran trabajo cotidiano los avances genéticos, en conjunto con la eficiencia en el mejoramiento, las herramientas eficaces y la tecnología aplicada.

Pero no todo pasa por el laboratorio. En el campo los objetivos se centran en dos puntos clave: rentabilidad y estabilidad productiva y de rendimientos. También apoyando, en un plano general, a numerosas compañías semilleras para la adopción de mejores híbridos bajo un concepto integrador. La competencia acelera el impacto y permite el acceso de productos variados a mercados diversos.

La integración de los actores de la cadena productiva del maíz, buscando un incremento real en cosechas y rendimientos con la investigación colaborativa en recursos genéticos, es una tarea de largo alcance. En todo ese proceso, la labor

del Programa MasAgro Maíz se apoya en elementos importantes, como estudios socioeconómicos para un complejo análisis en el caso del mercado de semillas, los programas de mejoramiento, el agregado de valor y la transferencia de tecnología.

En materia de alimentación, hay un mundo que ve con incertidumbre los años que vienen. Ese mismo mundo afronta un desafío mayor con el cambio climático: poder producir, pero en condiciones diferentes, con adversidades como sequías extremas o inundaciones históricas. Para el caso del maíz, México tiene, además de un reto, una oportunidad.

¿POR QUÉ?

La respuesta se halla en la posibilidad de producir alcanzando la autosuficiencia, darle al maíz un espacio de liderazgo con investigación, mejoramiento y mejores prácticas. Cabe mencionar que, según el reporte del Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GCMA), de enero a junio de 2017 el volumen de importaciones de maíz disminuyó 5%, con 7.38 millones de toneladas métricas; las necesidades de importar maíz amarillo, e incluso maíz blanco, persisten.

La autosuficiencia en maíz es un reto desde el CIMMYT. Con participación pública y privada para lograr impacto, se llevan a cabo un conjunto de acciones que apuntan a la protección de la diversidad genética, en una verdadera ruta hacia la autosuficiencia. Esto es posible, aunque requiere de colaboración, investigación, inversión y esfuerzos, pero, fundamentalmente, de asumir la idea de abrir la puerta al liderazgo: de mejor producción, excelencia científica, orientación de esfuerzos para lograr impactos y capacitación e integración de herramientas. El maíz lo necesita, el mundo, también.

DATOS Y DEFINICIONES

Para la FAO, “La carencia de micronutrientes, o ‘hambre encubierta’, afecta a más de 2,000 millones de personas en todo el mundo, lo que impide el desarrollo humano y socioeconómico.” Y contribuye al círculo vicioso de la malnutrición y el subdesarrollo (FAO, en “Ayudar a eliminar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición”).

Fuente: <http://www.fao.org/about/what-we-do/so1/es/>

Sobre la seguridad alimentaria, en el Capítulo 1 de la Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial y el Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación realizada del 13 al 17 de noviembre

de 1996 con representantes de 185 países y de la Comunidad Europea y que reunió a unos 10,000 participantes se definió que: “Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana.”

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm>

La **Agricultura de Conservación** (AC) es una práctica agrícola sostenible y rentable que busca la protección del medio ambiente, como también brindar un soporte a los productores en la

reducción de costos de producción y mano de obra a través de sus tres principios:

- reducir al mínimo el movimiento del suelo (sin labranza);
- dejar el rastrojo del cultivo anterior en la superficie del terreno para que forme una capa protectora;
- practicar la siembra de diferentes cultivos, uno después de otro, o sea, la rotación de cultivos.

Fuente: <http://conservacion.cimmyt.org/es/ique-es-ac>*

Referencias

- OECD-FAO. (2016). *OECD-FAO Perspectivas Agrícolas 2016-2025*. París: oecd Publishing. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-es (consultado el 27 de julio de 2017)
- <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/> (consultado el 27 de julio de 2017)
- <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/> (consultado el 27 de julio de 2017)



El CIMMYT, en conjunto con otros actores, organiza constantemente demostraciones y exposiciones para los productores. Foto: Archivo/CIMMYT.

A worker in a red uniform, hard hat, and face mask is shown in profile, handling a large quantity of yellow packets. The packets are arranged in neat rows on a red metal tray. The background shows a warehouse setting with stacks of cardboard boxes and overhead fluorescent lights.

¿Cuál es la PAUTA para PRODUCIR Y DIFUNDIR GERMOPLASMA en diferentes ambientes de producción?

Por: Concepción Castro, CIMMYT.

La población mundial crece día con día y, según proyecciones, alcanzará los 9,000 millones para 2050.

Personal del CIMMYT realiza labor de clasificación en el Banco de Germoplasma.
Foto: Archivo/CIMMYT.

El tema de la alimentación no es algo nuevo. Desde la antigüedad, el hombre primitivo, que había vivido en armonía con la naturaleza, tuvo que adaptar su alimentación cada vez que se desplazaba de un lugar a otro debido a la migración de las especies que consumía o al ciclo de las estaciones. Al volverse sedentario, y con el surgimiento de la agricultura, tuvo que enfrentar los vaivenes de la naturaleza y también los riesgos relacionados con la selección de variedades y de especies más o menos productivas y frágiles.

A lo largo de su historia, la humanidad tuvo que buscar la manera de alimentarse, aunque la mayoría de las veces las opciones resultaron perjudiciales para el medio ambiente. El surgimiento de la agricultura y la ganadería generó una política natalista y productivista, porque ante el temor de quedarse sin reservas, el agricultor siempre trataba de producir más, pero —para lograr este resultado— necesitaba más mano de obra, es decir, más hijos. Sin saberlo, estaba abriéndole la puerta a un círculo vicioso que contribuyó a un crecimiento demográfico que hizo que las hambrunas fueran más catastróficas, debido a las malas cosechas.

La época contemporánea, que empieza en los primeros años del siglo xx y llega hasta nuestros días, se caracteriza por acontecimientos importantes que, en distinto grado, han tenido grandes repercusiones sobre la evolución, tanto de los ingredientes de la dieta como del modo de producir los alimentos. La revolución industrial, por ejemplo, trajo como consecuencia el éxodo rural y la formidable expansión de la urbanización, pero también el triunfo

de la economía de mercado sobre la economía de subsistencia, así como el desarrollo de los transportes y el comercio internacional.

Más recientemente, el hombre ha hecho grandes avances científicos y tecnológicos que se aplican también a la agricultura con el fin de producir más alimentos para satisfacer la demanda de la población mundial que crece día con día y que, según proyecciones, alcanzará los 9,000 millones en 2050. Sin embargo, ni la ciencia ni la tecnología pueden resolver por sí solas los grandes desafíos para lograr la seguridad alimentaria, exacerbados actualmente por los efectos del cambio climático. Tampoco una sola de las muchas instituciones dedicadas a crear tecnologías para los agricultores —que siguen siendo el pilar de la producción de alimentos— puede adjudicarse la enorme tarea de resolver los problemas que conlleva esta ingente tarea.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), organismo científico internacional dedicado a la investigación, es una de las instituciones que dedica grandes recursos económicos y humanos a combatir el hambre y la pobreza en el mundo, sobre todo en los países en desarrollo. Sus investigadores realizan ciencia de vanguardia en diversas disciplinas, pero esto no basta, pues para que sus resultados lleguen a los beneficiarios, es decir, a los productores de dos de los principales cereales alimentarios básicos, el maíz y el trigo, hace falta más que un buen propósito. Se necesitan grandes inversiones y redes formadas de diversos y numerosos actores locales, regionales, nacionales e internacionales de los sectores público y privado.

Entre los resultados de la investigación que el CIMMYT realiza, se encuentran las variedades de maíz y trigo mejoradas y adaptadas a los diversos ambientes del mundo, así como semilla de buena calidad de esas variedades, herramientas que permiten a los agricultores utilizar de forma sustentable los recursos naturales a través de prácticas como la Agricultura de Conservación.

EL PRIMER ESLABÓN DE LA CADENA

Es ampliamente reconocido el potencial que tiene el desarrollo agrícola para aliviar la pobreza y alcanzar la seguridad alimentaria, sobre todo de los agricultores de bajos recursos del mundo en desarrollo, pero realizar ese potencial es una tarea compleja que requiere del establecimiento de redes de innovación que transfieran, de forma efectiva, el conocimiento obtenido en el CIMMYT a los productores para incorporarlos a la red e impulsar su desarrollo económico y humano y, por ende, la conservación de su entorno natural.

En el ámbito de la investigación científica aplicada a la agricultura, la socioeconomía desempeña un papel fundamental, ya que los datos que la disciplina genera sirven como base para identificar qué productos necesitan los agricultores de una región determinada.

El Programa de Socioeconomía del CIMMYT aplica métodos de diversas ciencias sociales y campos de conocimiento como la economía, los agronegocios, la política, la geografía y la

antropología para entender las implicaciones a macro y micro nivel. Los resultados de esta labor son la base para producir germoplasma y crear tecnologías. Con información del equipo de ciencias sociales, el grupo de expertos en procesos de distribución del programa realiza encuestas en comunidades de productores —sobre todo de pequeña escala— que padecen inseguridad alimentaria para detectar sus necesidades y recopilar datos que, después de ser analizados, les permiten recomendarles el más adecuado germoplasma mejorado, así como prácticas agronómicas, para su entorno. De esta manera se pretende que esos agricultores mejoren sus sistemas de producción y obtengan lo suficiente para sostenerse, alimentar a sus familias y, de ser posible, salir de la pobreza.

Unir los eslabones de la cadena de producción de germoplasma no es una tarea rápida ni sencilla, ya que una vez que los datos generados han sido analizados y clasificados, pasan a manos de expertos en modelación de negocios que desarrollan un concepto de producto, es decir, una herramienta de comunicación que define la manera en que un producto se relaciona con las necesidades de los consumidores y los beneficios que aporta.

Especialistas de los programas de Maíz y Trigo del CIMMYT generan conceptos de producto y hacen

Se pretende que los agricultores mejoren sus sistemas de producción y obtengan lo suficiente para sostenerse, alimentar a sus familias y, de ser posible, salir de la pobreza.

segmentaciones de mercado basándose en los diversos factores bióticos y abióticos que existen en las zonas a las que atienden, para saber qué productos se adaptarán mejor y, con base en esta información, solicitan a los programas de mejoramiento que generen germoplasma de maíz o de trigo con determinadas características que los agricultores necesitan o prefieren. A menudo, los agricultores prefieren ciertos tipos de grano para preparar platillos locales o utilizan las plantas de diversas maneras.

Los productos, en este caso, son las variedades mejoradas con importantes caracteres que satisfacen las necesidades de los agricultores y tienen la capacidad de producir mayores rendimientos en ambientes específicos.

En ambientes precarios, donde la agricultura se practica de manera convencional, el rendimiento de los cultivos (número de espigas fértiles, número de granos por espiga y peso del grano) suele ser bajo, por lo que aumentar el volumen de cosecha es un factor determinante para que los productores adopten cierto tipo de variedades.

¿QUÉ ES EL MEJORAMIENTO GENÉTICO Y CUÁL ES SU PROPÓSITO?

El mejoramiento genético es la ciencia de incrementar la productividad y la resistencia al medio ambiente y a las enfermedades

Análisis de gabinete (recolección de información secundaria)

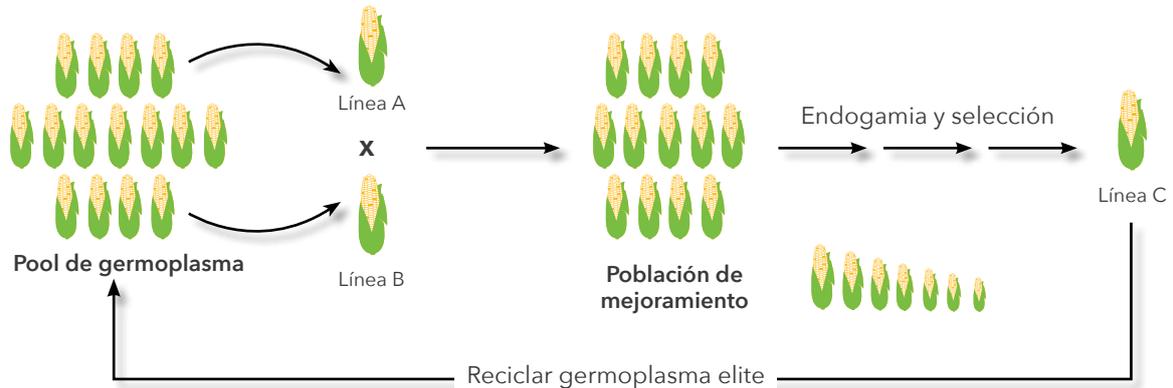


presentes en él, generando una mejor adaptación de las especies animales y vegetales domésticas o la calidad de los productos derivados de ellas por medio de modificaciones del genotipo, es decir, la constitución genética de los individuos.

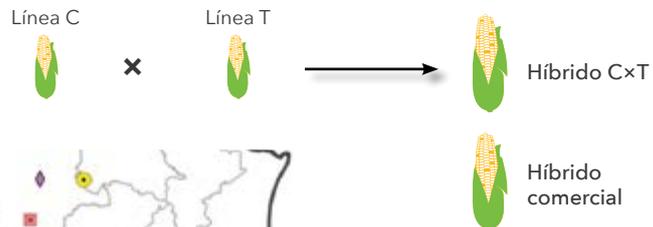
Aunque descrito en unas cuantas líneas, en la práctica, este proceso es largo y costoso. Si consideramos la urgencia de satisfacer la demanda de alimentos para una población en constante crecimiento y cuyos hábitos alimentarios cambian al paso del tiempo, es urgente también aumentar el rendimiento de los principales cereales básicos para poder alimentar al mundo en 2050, lo cual significa que habrá que producir 2,080 toneladas de grano de maíz, cuando actualmente se cosechan 1,040 toneladas.

Para hacer recomendaciones, tanto a los programas de mejoramiento como a los productores, se consideran varios factores: si las zonas objetivo son de temporal o de riego, qué tipo de agentes abióticos (exceso de sales en el suelo o en el agua, calor o frío extremos y deficiencia hídrica, entre otros) y bióticos (hongos, bacterias, virus y malezas) predominan, si los

DESARROLLO DE UN HÍBRIDO



Creación de un híbrido



Evaluación de un híbrido



Colaboración público-privada. Lo que hacemos para lograr impacto. Arturo Silva Hinojosa. IMIC Lead LATAM.

agricultores cuentan con infraestructura, la cantidad de recursos económicos y humanos que pueden invertir y si hay buenas rutas de desplazamiento y mercados establecidos, así como las normas y leyes en un determinado país.

Algo importante en este proceso es que el CIMMYT fomenta la participación de los productores, ya que son ellos quienes, por su experiencia, tienen un mayor conocimiento del ambiente al cual se pretende llevar cierta tecnología, y

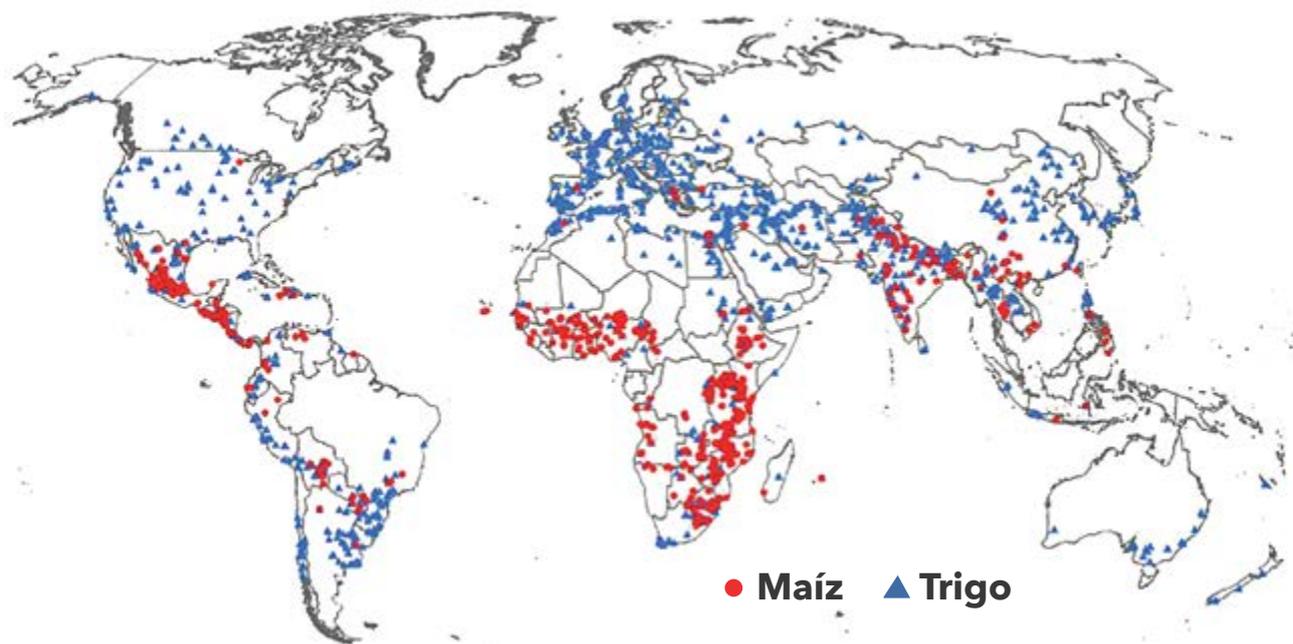
porque los materiales (germoplasma) tienen que ser ensayados en las condiciones reales para las que fueron creados. "Tienen que ser sometidos a duras pruebas, y pasarlas. Nuestros materiales tienen que pasar la prueba del manejo tradicional que hace un productor en las condiciones en que trabaja, porque eso es lo que asegura que avancemos productos resilientes mucho más rendidores", opina Arturo Silva Hinojosa, líder de Sistemas de Semilla en

África y América Latina, uno de los componentes del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro).

LA GENÉTICA DEL CIMMYT SE CULTIVA EN TODO EL MUNDO

Desde su sede en México, el CIMMYT coordina las actividades de mejoramiento y distribución

PRUEBAS INTERNACIONALES EN COOPERACIÓN CON SOCIOS



El CIMMYT distribuye semillas globalmente desde Colombia, Etiopía, Kenia, México, Turquía y Zimbawe.

de germoplasma de maíz y trigo en América Latina, Asia y África, las cuales son realizadas por una extensa red de científicos, colaboradores, financiadores, personal de apoyo y productores.

El CIMMYT se dedica a atender las necesidades de los productores en los lugares donde las compañías transnacionales no llegan. Mientras dichas compañías atienden zonas con buena precipitación y ventajas competitivas, el CIMMYT busca mejorar la producción en condiciones adversas, adaptando híbridos a las condiciones socioambientales, promoviendo sistemas más sostenibles.

A estas condiciones se les considera ventajas competitivas, que se conjuntan con los datos y conocimientos que el CIMMYT ha adquirido durante décadas y

ayudan a generar materiales mejorados con resistencia a factores bióticos y tolerancia a factores abióticos.

Asimismo, en últimos años, ante los efectos ya visibles que el cambio climático está produciendo en muchas regiones del mundo, el CIMMYT ha ampliado su campo de acción e incluido en sus programas la creación de germoplasma para la agricultura climáticamente inteligente, que tolera los eventos meteorológicos extremos como el aumento de la temperatura y las sequías, que son cada vez más frecuentes, y que resiste el ataque de plagas y enfermedades cada vez más agresivas que están apareciendo o propagándose en lugares donde antes no se habían visto.

Los subtropicos, regiones cercanas a los trópicos, pero a una latitud

más elevada que se caracteriza por su gran variabilidad de condiciones climáticas con frecuentes períodos de sequías y altas temperaturas, forman parte de la agenda de investigación del CIMMYT por la gran oportunidad que existe de aumentar los rendimientos sembrando híbridos de maíz, por ejemplo.

Ocupan también gran parte de su agenda de trabajo las tierras de temporal (secano) o terrenos en los que el agua necesaria para que los cultivos completen su ciclo vegetativo proviene exclusivamente de la precipitación pluvial, los cuales predominan sobre todo en las zonas rurales del mundo, donde desde hace tiempo el Centro realiza investigación, difunde tecnologías y capacita a los interesados en el uso de éstas.

REDES DE DISTRIBUCIÓN, LA SEMILLA DEL ÉXITO

Para que la extensa y prolongada labor de los numerosos grupos humanos que participan en la creación y ensayo de germoplasma rinda fruto, se necesita un plan de acción. Por tanto, una vez que los materiales han sido generados y probados, comienza otra gran tarea: llegar al agricultor.

Silva Hinojosa, quien también es líder de MasAgro Maíz, cree que el potencial de los híbridos está comprobado, pero para extraerlo, las sinergias son fundamentales y las compañías que los producen y distribuyen deben colaborar más con los extensionistas, con el fin de “democratizar” el acceso a los materiales mejorados, aumentar la capacidad de financiamiento y apoyar el crecimiento orgánico y operativo de las pequeñas compañías del sector de la semilla.

No es un reto sencillo, ya que no se invierte mucho en las áreas tropicales más marginadas por su lejanía, sus condiciones y la aversión al riesgo de los distribuidores de semilla, maquinaria y otros

enseres. Sin embargo, existen ejemplos fehacientes de que aun en condiciones de crisis existen oportunidades para aumentar la productividad del campo. Silva Hinojosa cita el caso de Haití, el país más pobre de América y uno de los más pobres del mundo, donde actualmente se está creando, desde cero, un sistema de semilla de maíz. La genética que desarrolla el CIMMYT es la clave, insiste, pues genera impactos hasta en los rincones más alejados y marginados del mundo.



Para ayudar a las zonas tropicales es necesario identificar las ventajas competitivas

para las compañías pequeñas y medianas que el CIMMYT atiende, a fin de satisfacer los requerimientos de híbridos y otros materiales específicos para los agricultores de esas zonas.

Algunos se preguntarán, ¿cuál es el interés del CIMMYT en promover

oportunidades de mercado para pequeños empresarios si ya existen grandes transnacionales y compañías que —en cierto grado— satisfacen la demanda de semilla de los productores? Según Silva Hinojosa, la respuesta es “minimizar el tiempo para generar impactos, registrar variedades, aumentar la multiplicación de parentales, generar y difundir información sobre híbridos, lograr una cobertura más amplia en el campo y beneficiar a más campesinos con los resultados de nuestro trabajo”. Se trata de un objetivo de doble propósito, entre más rápido los agricultores tengan acceso a semilla mejorada, más grande será la oportunidad de aumentar la productividad y generar impactos, lo cual, a la larga, atraerá la atención de los financiadores.

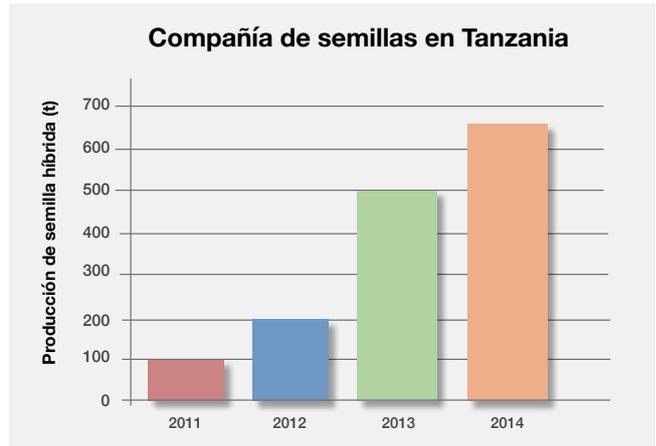
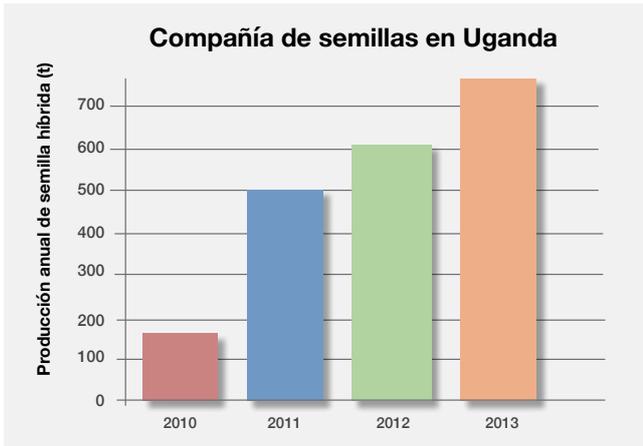
Un ejemplo de los buenos resultados que se han obtenido con los híbridos de maíz generados por el CIMMYT son las empresas pequeñas en África, como se puede apreciar en la imagen.

Otro ejemplo es Asia, donde el CIMMYT colabora con cerca de 50 compañías, para las cuales hace desarrollo específico de materiales y capacidades.

EJEMPLO. Colaboración con compañías en África

Tipo	AO	BN	ET	GH	KE	ML	MW	MZ	NG	TZ	UG	ZM	ZW	Total
Nacional pequeño	2	1	5	5	7	1	5	9	6	7	11	5	8	72
Nacional mediano			3		1		1	1	1	1	1	2	1	12
Nacional grande			1											1
Regional			1	1	3		2	1	1	2	2	3	2	4
Inter-continental			1	1	3		1					1	1	3
Gran Total	2	1	11	7	14	1	9	11	8	10	14	11	12	92

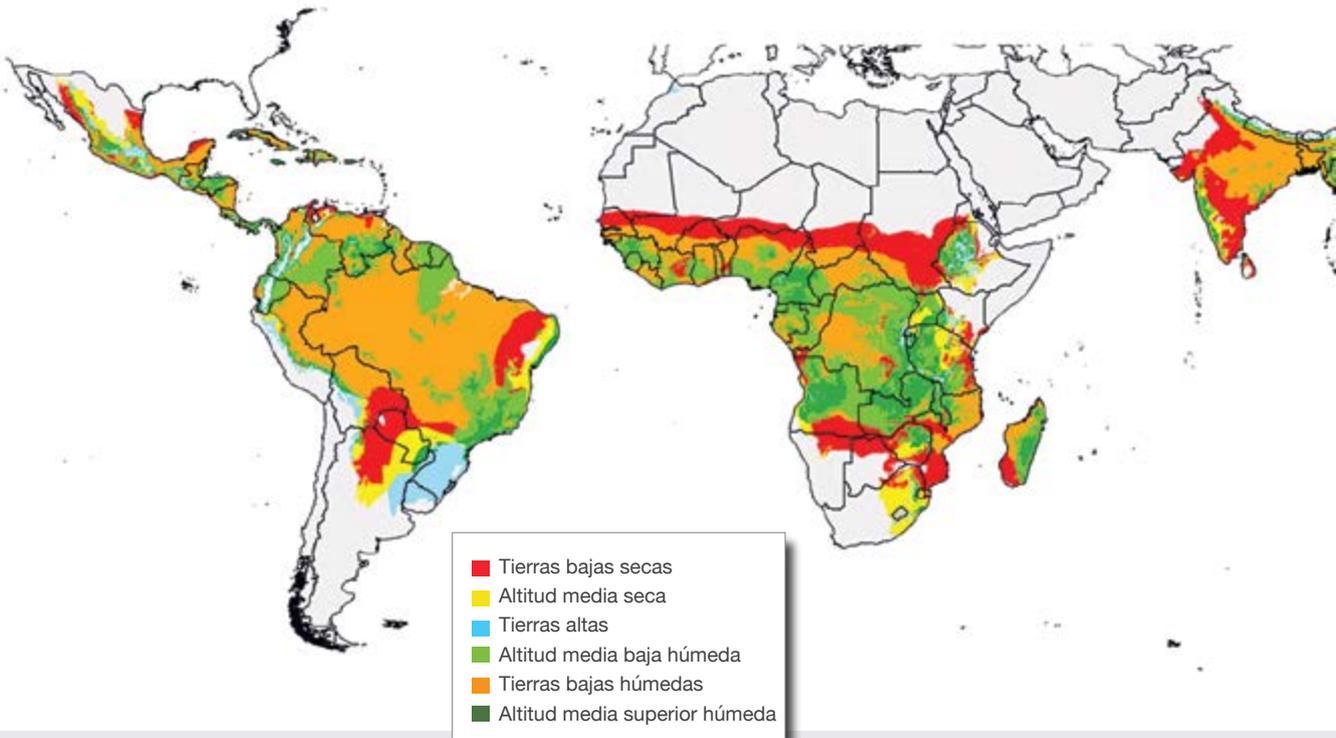
Evidencia del impacto



MAÍZ EN EL MUNDO EN DESARROLLO

Hay diferentes tipos de maíz:
Maíz tropical ≠ Maíz templado

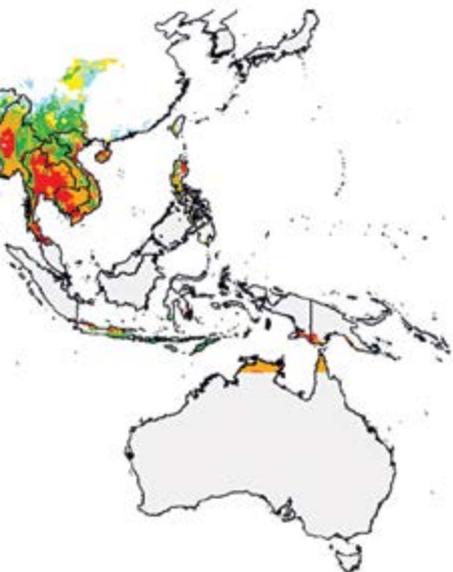
Las multinacionales se enfocan en mercados de buen temporal o con riego



El trabajo es colaborativo, se forman redes de evaluación y así resulta más sencillo.

En ambos casos, África y Asia, se han generado conocimientos sobre cómo utilizar los materiales, cómo administrar apropiadamente el negocio de la semilla y cómo producirla y comercializarla. De otra manera, las empresas pueden tener los mejores materiales, pero sin un manejo adecuado no obtendrán los beneficios esperados.

Las áreas tropicales reciben MENOS inversión privada en I&D



En México existe una increíble diversidad genética de maíz y, además, el CIMMYT —organismo al que Silva Hinojosa se refiere como una institución internacional de origen mexicano— hace el mejoramiento de los materiales que producen los más altos rendimientos del mundo en condiciones adversas.

Los científicos de MasAgro Biodiversidad, uno de los cuatro componentes de MasAgro, caracterizan la configuración genética de esas colecciones. Han analizado la genética de 99% de esas muestras de maíz y 45% de las de trigo en busca de diversidad nueva que podría agregarse a los programas de mejoramiento y puesto la información genética al alcance del público en general a través de su sitio web.

Una ventaja adicional de la transferencia de tecnología es que las compañías semilleras pueden hacer cruza utilizando los materiales del CIMMYT y su propio germoplasma para obtener una mayor aptitud combinatoria y generar sus propios productos. Otro beneficio de la labor del CIMMYT es que, a la larga, la información, las herramientas y la atención que se da a las compañías semilleras pequeñas redundan en la eliminación de la aversión al riesgo, un factor que influye muchas veces en la toma de decisiones. De alguna manera, estamos preparando el terreno para que las pequeñas compañías generen impacto y obtengan beneficios.

La propuesta de Arturo Silva Hinojosa, basándose en su visión de negocios y 25 años de experiencia en Pioneer, Monsanto y Syngenta, es seguir generando híbridos superiores y diseminándolos en las zonas menos atendidas por las grandes transnacionales a fin de crear sistemas más

En su Banco de Germoplasma, el CIMMYT conserva más de 28,000 variedades de maíz y 140,000 de trigo que tienen gran potencial genético que no ha sido aprovechado. A diferencia de las colecciones de arte que permanecen inertes en los museos, las colecciones de germoplasma poseen valiosas características que los mejoradores incorporan en nuevas variedades de cultivos para fortalecerlos (por ejemplo, mayor contenido de nutrientes, resistencia a nuevas enfermedades y tolerancia a temperaturas extremas).

productivos que generen sustento e ingresos a corto plazo para los agricultores y así logren su seguridad alimentaria a largo plazo.

Si contamos con la materia prima para generar híbridos que pueden ayudar a millones de agricultores a mejorar sus condiciones de vida, quizá sólo sea cuestión de reforzar las estrategias para llegar a más comunidades agrícolas marginadas e incluso a las zonas productoras de cultivos comerciales.

Si mejora la productividad, aumenta la disponibilidad de alimentos e ingresos, lo cual beneficia y protege las condiciones de vida de los pequeños productores, la integridad de los recursos naturales, la igualdad social, la nutrición, la salud y la resiliencia contra las crisis biofísicas y socioeconómicas.*

GERMOPLASMA del CIMMYT en el mundo

Impacto presente en campo

Por: María Eugenia Olvera Varillas, CIMMYT.

El CIMMYT asegura que el germoplasma llegue a los pequeños productores mediante el uso y aprovechamiento de la gran variedad con la que cuenta el Banco de Germoplasma para el mejoramiento genético, ya que las variedades mejoradas presentan un incremento sustentable de la productividad de los sistemas de cultivo de maíz, teniendo además algunas con alto valor nutritivo.

De la colección de maíz del CIMMYT, las mazorcas muestran gran variedad de tamaños y colores. Foto: Xochiquetzal Fonseca/CIMMYT.

En el mundo en desarrollo se considera que la mayoría de los productores no utiliza la mejor semilla disponible, pues más de la tercera parte de la superficie de maíz del mundo en desarrollo (casi la mitad del área de maíz en ambientes no templados) es cultivada con semillas de fondo genético incierto y calidad variable. En muchos casos, los productores siguen utilizando variedades tradicionales de bajo rendimiento, y el problema es que los productores de pequeña escala están ubicados en zonas rurales aisladas y fuera de la economía de mercado.

Asimismo, la disponibilidad de semillas mejoradas es a menudo un factor limitante, ya que su producción es un negocio complejo y desafiante, con largos plazos de entrega y un producto perecedero que es vulnerable a las pérdidas, tanto en el campo como en el almacenamiento.

Estos no son los únicos retos que enfrenta este cultivo, la crisis financiera mundial, el aumento de los precios en los alimentos, los costos volátiles de los combustibles, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático también amenazan el sustento de millones de personas en zonas tropicales y subtropicales de África, Asia y América Latina, ya que el maíz es uno de los alimentos predilectos en estos continentes y representa una gran fuente de calorías e ingresos para 900 millones de personas que viven con menos de dos dólares al día (Food and Agriculture Organization Statistical Databases [FAOstat], 2013).

En este sentido, el germoplasma que se conserva en el Banco de Germoplasma (BG) del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se vuelve parte fundamental para incentivar la producción de los pequeños productores de manera

El BG del CIMMYT se inició con las colectas de accesiones de maíz nativo que llevaron a cabo la Fundación Rockefeller y el Gobierno de México en 1943, con el fin de mejorar la productividad de los cultivos básicos en México. Posteriormente, en septiembre de 1996 se inauguró el Centro de Recursos Fitogenéticos Wellhausen-Anderson, construido para conservar las semillas colectadas y financiado, en parte, por el gobierno japonés.

En la actualidad, este centro cuenta con tecnología de punta y tiene capacidad para almacenar hasta 450,000 muestras diferentes de semillas. Está especialmente diseñado para la conservación, el tratamiento y el envasado de semillas; asimismo, desempeña un papel único en la conservación y distribución de germoplasma a escala global.

El centro fue nombrado en honor a dos visionarios de los recursos genéticos: Edwin J. Wellhausen, quien fue miembro del Programa de Mejoramiento Colaborativo de la Fundación Rockefeller de 1940 a 1950, coordinó y participó en la recolección sistemática y la preservación de germoplasma de maíz nativo de Mesoamérica, y después se convirtió en el primer director general del CIMMYT; y Glenn Anderson, que fue científico, maestro e investigador de trigo, además de un líder que ayudó a desencadenar la Revolución Verde, cambiando la visión del mundo e identificando el potencial de los recursos genéticos de los cultivos.

sustentable y, por lo tanto, de la seguridad alimentaria mundial, ya que un buen porcentaje de las semillas cultivadas en el mundo proviene del germoplasma desarrollado a través de la investigación agrícola que realiza el Centro.

Los recursos genéticos de maíz y trigo que se conservan en el BG son invaluable, por lo que es indispensable conservarlos para obtener cultivos tolerantes a los estreses bióticos, como las enfermedades y los hongos, y estreses abióticos, como la sequía y el calor.

El Programa de Recursos Genéticos que dirige el BG conserva y, junto con los Programas Globales de Maíz y de Trigo, estudia, documenta y facilita el uso de los recursos genéticos de ambos cultivos a quienes estén interesados, manteniendo en custodia en

el CIMMYT las colecciones globales más diversas de maíz y trigo en beneficio de la humanidad.

La colección de trigo consiste en más de 140,000 muestras de semilla procedentes de más de 100 países e incluye trigo harinero, trigo duro y triticale (cultivo formado a partir de una cruce de trigo *Triticum* con centeno *Secale*), así como colecciones de cebada, centeno y parientes primitivos y silvestres del trigo. Es considerada la colección unificada más grande del mundo de un sólo cultivo.

En el BG de maíz se conservan más de 28,000 muestras de semilla, entre las que se encuentra la colección de maíces nativos más grande del mundo, variedades que los productores han mejorado por décadas, siglos e incluso milenios; muestras de parientes silvestres del maíz, como

los teocintles y el *Tripsacum*; y muestras de variedades mejoradas como líneas endogámicas, poblaciones y grupos genéticos. De este modo, por más de 50 años, los recursos genéticos del banco de semillas le han permitido al CIMMYT la generación de semillas de maíz de mayor rendimiento y nutrición.

RETOS CLIMÁTICOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

Al ser el cereal más cultivado del mundo, el maíz tiene gran capacidad para adaptarse a una amplia gama de ambientes de producción, se cultiva en latitudes que van desde el Ecuador hasta aproximadamente 50° norte y sur y altitudes que van desde cero hasta más de 3,000 metros sobre el nivel del mar, en temperaturas frías y calientes, bajo regímenes desde extremadamente húmedos a semiáridos, en terrenos que varían desde laderas hasta planicies y en diferentes tipos de suelo (color, reacción pH, profundidades, etcétera).

Aunque a la fecha no existe un sistema universalmente reconocido para clasificar los ambientes de producción de maíz, lo más cercano fue el desarrollado por el CIMMYT. Éste reconoce cuatro entornos megaambientales de producción:

- a) Tropical de tierras bajas
- b) Subtropical de altitud media
- c) Altiplano tropical
- d) Templado

Estos cuatro megaambientes, que se definen principalmente en términos de criterios climáticos —por ejemplo, temperatura media durante la estación de cultivo del maíz, elevación sobre el nivel del mar y duración del día—, teóricamente se caracterizan por la relativa uniformidad al interior de cada uno. Es por esto que

50% de la superficie de maíz en zonas no templadas del mundo en desarrollo se siembra con germoplasma mejorado (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT], 2008).

Dado que la mayor parte de la producción de maíz depende de la precipitación pluvial, el cultivo es particularmente vulnerable a la sequía, por lo que sus rendimientos fluctúan año con año. Estas fluctuaciones en la producción, ya sean locales, regionales o mundiales, dan lugar a aumentos de precio y escasez de alimentos. A medida que los costos de riego aumentan y la superficie de siembra se vuelve más escasa, muchos productores se enfrentan al reto de obtener rendimientos óptimos. Por ello, mediante el uso y aprovechamiento de la gran variedad con la que cuenta el BG para el mejoramiento genético, el CIMMYT coordina los esfuerzos para que las semillas sean cada vez más resistentes a enfermedades, plagas y estrés abiótico, y aumente su tolerancia a las condiciones climáticas adversas, que son cada vez más frecuentes en el mundo, como resultado del cambio climático. Estas variedades mejoradas presentarán un incremento sustentable en la productividad de los sistemas de cultivo de maíz,

teniendo además algunas con alto valor nutritivo para consumo humano y pecuario.

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL GERMOPLASMA

Al trabajar con una red mundial de colaboradores, el CIMMYT envía las semillas para establecer ensayos en donde se evalúan la adaptabilidad, la resistencia a enfermedades, el comportamiento agronómico y la productividad de diferentes materiales (híbridos o variedades). Esto permite identificar genotipos élite y acumular conocimiento sobre la interacción genotipo-ambiente o sobre cómo influye el sitio de siembra en el comportamiento de los materiales.

Actualmente, el Programa Global de Maíz genera y distribuye germoplasma de alto rendimiento, resistente a factores adversos y con calidad nutricional para más de 600 millones de personas que dependen del maíz, entre ellos, 120 millones de niños que padecen desnutrición en África, América Latina y Asia. Las variedades e híbridos de maíz con mayor calidad de proteína (QPM) contienen casi el doble de



**CADA SEMILLA TIENE EL
POTENCIAL GENÉTICO
DE AYUDAR
A LOS PRODUCTORES
PARA ADAPTARSE A**



Cambio climático



**Mayor estrés
por calor**



**Eventos climatológicos
extremos**



**Nuevas plagas y
enfermedades**



Sequías más frecuentes

lisina y triptófano, aminoácidos esenciales para los seres humanos y los animales monogástricos, de ahí que aquellos generados por el CIMMYT se siembren en 25 países en desarrollo (CIMMYT, 2016).

En 2016 la distribución de semilla de maíz del CIMMYT fue de 78,493 paquetes con un peso total de 26,041 kilogramos en 80 países (CIMMYT, *Order Seed*, 2016). Lo anterior no se hubiera logrado sin la ayuda de las pequeñas empresas semilleras, centros de investigación locales, universidades y pequeñas empresas de México y el mundo.

Para la adopción de mejores híbridos, es vital la colaboración con las compañías semilleras, ya que el CIMMYT les suministra la semilla para uso demostrativo. Esto proporciona un vínculo entre distribuidores y productores, quienes, al tener un acceso más rápido al germoplasma mejorado, podrán registrar sus variedades, con lo que habrá un rápido incremento en la multiplicación de la semilla y, por lo tanto, la oportunidad de alcanzar y beneficiar a millones de personas.

BENEFICIO DE LAS COMPAÑÍAS SEMILLERAS

Poner un material mejorado en manos de los productores se denomina liberación. En las últimas décadas, la velocidad con la que el material llega al público ha ido en aumento sin mostrar signos de desaceleración, lo que sugiere que los programas de mejoramiento público no han disminuido su productividad. Por esto, el mercado de semillas ha proporcionado fuertes incentivos para que el sector privado invierta en la investigación sobre nuevos materiales.

Los programas públicos de mejoramiento que trabajan con maíz enfrentan ahora una mayor competencia para asegurar que el germoplasma llegue a los pequeños productores, por ello, el sector público sigue siendo un actor importante, especialmente en los países en desarrollo.

Si bien el uso extensivo del germoplasma del CIMMYT por los programas de mejoramiento público se conoce desde hace mucho tiempo, es importante mencionar que en los programas de mejoramiento del sector privado también lo solicitan y utilizan frecuentemente. Se ha demostrado claramente que la propagación del uso de maíz híbrido en los países en desarrollo está influenciada no sólo por factores de la demanda (compra de la semilla) que afectan la rentabilidad de la tecnología, sino también por factores de la oferta (cantidad de híbridos en el mercado) que determinan los incentivos para que las empresas inviertan en mejoras de cultivos, investigación, producción de semillas, mercadeo y distribución de productos.

Las pequeñas compañías semilleras están en una posición única para llegar a los mercados locales y a los productores que necesitan apoyo para ser beneficiados con un producto de calidad que les proporcione más y mejores rendimientos. De tal manera que las semilleras tienen el potencial de transformar la vida de los productores y la economía de sus países.

CONCLUSIONES

A pesar de los alentadores progresos que se han logrado, todavía quedan retos considerables por superar: la creciente demanda de alimento y



El Banco de Germoplasma del CIMMYT contiene alrededor de 28,000 unidades únicas de semilla de maíz. Foto: Xochiquetzal Fonseca/CIMMYT.

semillas, la pobreza, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático. Estos requieren un compromiso concertado de agentes clave como las comunidades agrícolas, los investigadores internacionales y nacionales, los encargados de la formulación de políticas públicas y los sectores privado y público, para en conjunto cumplir con el desafío de —al menos— duplicar la productividad del maíz y así poder alimentar a millones de personas.

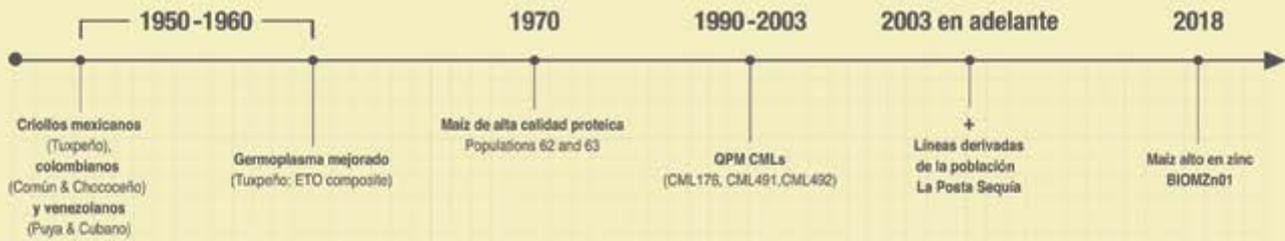
También es importante establecer un plan para aumentar significativamente las oportunidades de los sistemas

de producción para que sean más lucrativos, resistentes y sostenibles. El CIMMYT ya es parte de este plan de acción para extender los impactos en campo a través de la investigación, el mejoramiento y la distribución de germoplasma que repercutirá en la seguridad alimentaria, la disminución de la pobreza y la conservación de los recursos naturales. *

Referencias

- CGIAR. (2011). *Maize*. Recuperado en 2017, de https://library.cgiar.org/bitstream/handle/10947/2556/crp_3.2_crp_report_june_1_2011.pdf?sequence=1
- CGIAR. (2013). *Maize*. Recuperado en 2017, de <http://maize.org/wp-content/uploads/sites/5/2014/07/MAIZE-InfographicHLoResWeb.jpg>
- CIMMYT. (2003). *Latin American Maize Germplasm Conservation: Regeneration, In situ Conservation, Core Subsets, and Prebreeding*. Recuperado en 2017, de <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/82524.pdf>
- CIMMYT. (2004). *Wellhausen-Anderson Plant Genetic Resources Center*. Recuperado en 2017, de <http://repository.cimmyt.org:8080/xmlui/bitstream/handle/10883/590/81069.pdf>
- CIMMYT. (2008). *En México y el CIMMYT*. Recuperado en 2017, de <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/90966.pdf>
- CIMMYT. (2016). Recuperado en 2017, de www.cimmyt.org
- CIMMYT. (2016). *Annual Report*. Recuperado en 2017, de <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/18627/58716.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- CIMMYT. (2016). *Order Seed*. Recuperado en 2017, de <http://orderseed.cimmyt.org/imtn.php>

Biofortificación de maíz alto en zinc



Diversidad nutricional en maíz



Minerales

Ca Calcio: 10-350 mg kg ⁻¹	
Cu	Fe Hierro: 11-39 mg kg ⁻¹
K	
Mg	Mn
P	Zn
	Na

Compuestos fenólicos

Ácido ferúlico, Ácido cumárico

Ácido ferúlico: 0.2-6.9 µg g⁻¹

Ácido cumárico: 0-6.07 µg g⁻¹

Proteína

Proteína: 8-14%

Lys: 0.2-0.59%

TRP: 0.2-0.12%

Aceites

Aceites: 2-45%

Vitaminas

A Sólo en maíz amarillo
Carotenoides totales:
0.15 - 89 µg g⁻¹

B₁ **B₂** **B₃**

B₄ **B₆** **B₉**

C

E
γ-tocopherol: 3.3-141 µg g⁻¹
α-tocopherol: 0.4 - 75 µg g⁻¹

Antocianinas

Pelargonidina, Cianidina
sólo en maíz azul

ProA: 0.5 - 22 µg g⁻¹

Antocianinas: 2.5-1989 µg g⁻¹

Almidón

Almidón: 65-75%

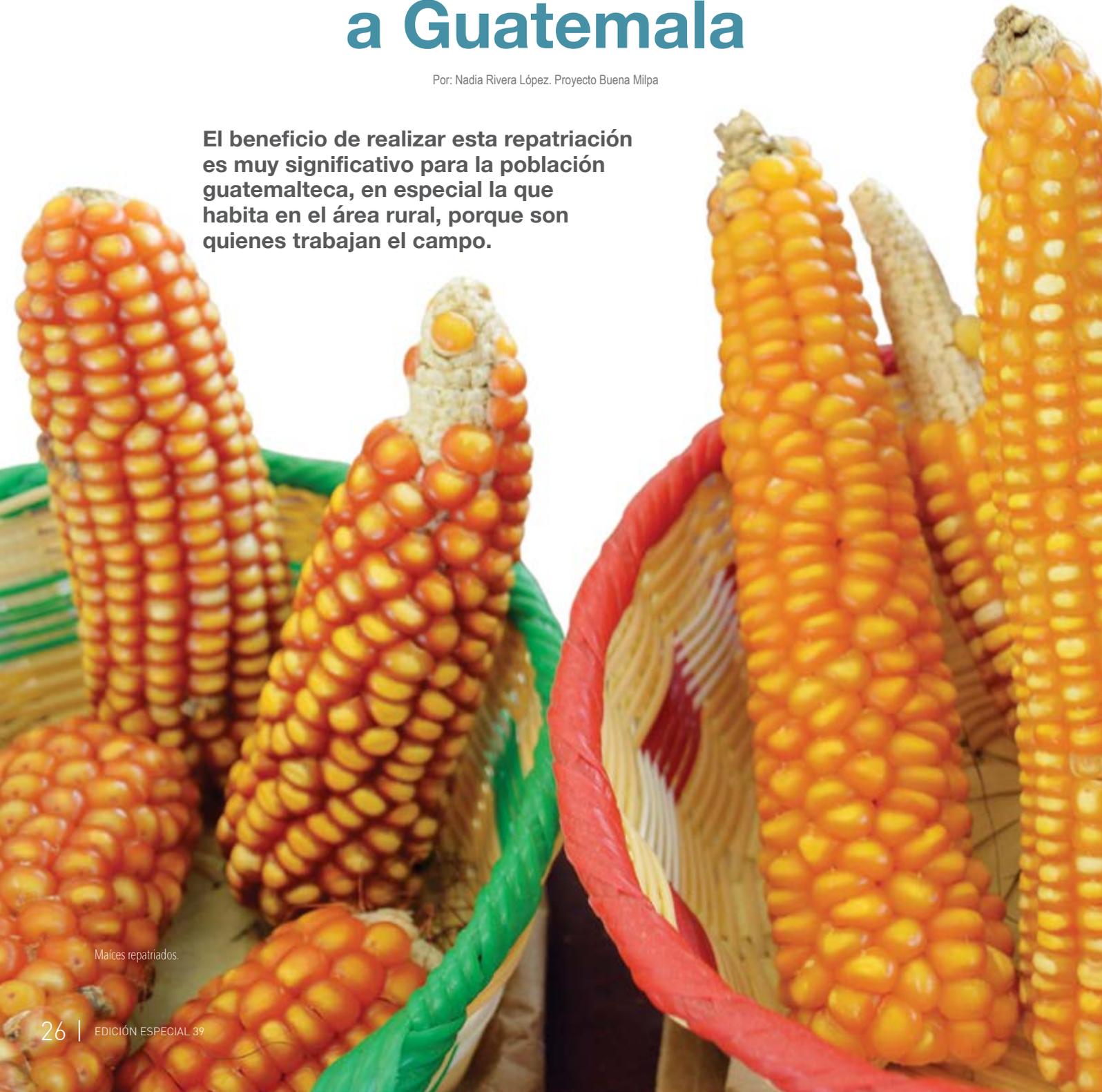
Almidón Resistente: 0.1-9.4%

Repatriación de MAÍCES NATIVOS a Guatemala

Por: Nadia Rivera López. Proyecto Buena Milpa

El beneficio de realizar esta repatriación es muy significativo para la población guatemalteca, en especial la que habita en el área rural, porque son quienes trabajan el campo.

Maíces repatriados.



Debido al alto número de razas y especies relacionadas, Guatemala y México son considerados países ricos en biodiversidad de maíces nativos. En la década de los cincuenta, un grupo de expertos dirigido por el doctor Wellhausen llevó a cabo una amplia colecta de diversas razas y variedades de maíces nativos en diferentes aldeas, municipios y departamentos de la Costa Sur, el Altiplano y el oriente de Guatemala. Este trabajo fue posible gracias al apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y de institutos internacionales, a través de sus oficinas para la investigación y extensión agrícola, así como el apoyo de varios agrónomos guatemaltecos.

El objetivo de la colecta fue obtener información básica y asertiva sobre las características y

la clasificación racial de los maíces existentes en el territorio guatemalteco. Durante este proceso se logró determinar que Guatemala y México resguardan un alto valor biológico de maíces nativos y comparten una gran agrobiodiversidad de semillas. Estos resultados han llevado a pensar en Guatemala como un centro de convergencia y divergencia de razas de maíz, especialmente el área occidental del país.

Para realizar estos estudios se recolectaron entre 600 y 700 muestras provenientes de diferentes ambientes y climas. Inicialmente, se resguardaron en la Universidad Autónoma Chapingo, en México; posteriormente, fueron trasladadas al CIMMYT, donde quedaron protegidas en el Banco de Germoplasma ubicado en Texcoco, México.

Como resultado del análisis de esta colecta se identificaron y clasificaron varias razas de maíz en Guatemala, siendo las más sobresalientes la San Marceño, localizada en las partes altas de los departamentos de San Marcos y Totonicapán —tierras de clima frío—, y la Serrano, propia de la parte alta de Huehuetenango y todo el altiplano de la Sierra Madre. Según nos comenta el ingeniero Mario Fuentes, experto en maíces, “datos interesantes y valiosos obtenidos en estas investigaciones fueron las características de forma, color, textura y ciclo del cultivo”. Asimismo, este estudio sirvió de base para que se realizaran otros documentos relevantes sobre clasificación racial a escala internacional. Simultáneamente, otros investigadores iniciaron trabajos relacionados con la evolución del maíz.

El doctor Welkis inició investigaciones sobre la relación de los maíces con el teocintle, y realizó colecciones de este último. Encontró una especie endémica en la zona Huista, del departamento de Huehuetenango: *Zea mays ssp. huehuetenangensis*. Esta especie de teocintle posee características genéticas muy similares al maíz, lo cual indica que fue una planta madre que evolucionó con el paso del tiempo.

Los teocintles y las razas nativas de maíz en Guatemala y México son parte vital de la base genética del cultivo del maíz en el mundo. Los estudios de la evolución del maíz han contribuido a tratar de encontrar una ruta que determine qué fue lo que pasó en términos de evolución. Se estima que ese proceso duró entre 8,000 y 10,000 años, en los cuales los teocintles evolucionaron en maíces relacionados con los maíces negros, los maíces palomeros y los maíces que tienen el quicheño ramoso en Guatemala. Se concluyó que ambas especies guardan una estrecha relación, por lo que se considera al teocinte el ancestro del maíz.

A partir de sus investigaciones, el doctor Welkis identificó y clasificó 13 razas de maíz en función de las características morfológicas de la mazorca, como color, textura y madurez.

Los maíces de color negro que se conocen hoy en Guatemala son considerados primitivos, debido a que tienen mucha relación con el teocintle. También hay otras razas que se consideran muy importantes y están ligadas a temas culturales. Por ejemplo, la raza San Marceño está relacionada con la cosmovisión de los mayas mames, quienes tienen un acto ceremonial



A. Maíz imbricado rojo. B. Lote de maíces repatriados. C. Parte de la colección de maíces repatriados.

especial llamado la Nan P A'ch, que es una actividad religiosa que, incluso, fue reconocida recientemente por la UNESCO como una de las actividades bioculturales de la relación entre la sociedad y la biología del maíz. Otra raza que se encuentra en Guatemala es la tuxpeño, que es muy importante a escala mundial debido a que ha posibilitado el desarrollo de muchas variedades de híbridos que actualmente se encuentran en el mercado global.

En la actualidad, el objetivo central de contar con esta diversidad genética de maíces nativos es que constituye la materia prima para, a futuro, mejorar la productividad del maíz y aportar mejores opciones de genética de rendimiento, calidad nutricional e industrial y tolerancia a plagas y enfermedades. La conservación de estos recursos es considerada un elemento estratégico a corto, mediano y largo plazo. Hoy, el maíz es considerado patrimonio biológico y alimentario de la población guatemalteca, porque "los pueblos, sin maíz, no tendrían vida", expresa el ingeniero Mario Fuentes.

PROCESO DE REPATRIACIÓN DE MAÍCES NATIVOS

Después de más de 67 años de que las semillas de maíz colectadas permanecieran en la Universidad Autónoma Chapingo y el Banco de Germoplasma del CIMMYT, éstas han regresado a Guatemala. Hace aproximadamente dos años se realizó el proceso de repatriación de diferentes accesiones y variedades de maíces nativos a Guatemala.

El beneficio de realizar esta repatriación es muy significativo para la población guatemalteca, en especial la que habita en el área rural, porque son quienes trabajan

el campo; según nos informa Mario Fuentes, del Proyecto de Fitomejoramiento Participativo de Maíces, “el CIMMYT ha enviado a Guatemala 200 semillas de cada accesión. En este momento corresponde realizar la reproducción de estos materiales para generar mayor cantidad de semilla para su posterior distribución. Además, se debe evaluar cada atributo, como resistencia a enfermedades, plagas y calidad nutricional, entre otras. Lo importante es que se cuenta con materia prima para poder seguir el mejoramiento del maíz en Guatemala”. Asimismo, el ingeniero Fuentes hizo una importante reflexión sobre la sostenibilidad de estos recursos, afirmando que “para obtener los procesos antes mencionados, se debe contar con fuentes de financiamiento para realizar los estudios pertinentes”. También indicó que como guatemaltecos debemos estar orgullosos del regreso de estas

colecciones, que son patrimonio del país y pueden contribuir a procesos agronómicos que beneficien a los agricultores, y que todo este proceso depende del tiempo y la inversión a mediano plazo.

Actualmente, existe un alto riesgo de pérdida de razas de maíces nativos en Guatemala. Un ejemplo evidente que se puede mencionar es el caso de la Costa Sur, donde se obtuvieron algunas colecciones de maíces en la década de los cincuenta. Hoy, ya no existen esos lugares dedicados a la agricultura, debido a la alta producción de monocultivos como la caña de azúcar. Como ésta, podemos enumerar muchas causales que han propiciado la pérdida de semillas.

Con las accesiones repatriadas a Guatemala no se solucionan los problemas de producción, pero existe la posibilidad de contribuir a mejorar la situación de la

cosecha de maíces mediante el rescate y la conservación de este material, que es un nuevo germoplasma. Además, se espera beneficiar a más de 5,000 familias rurales y se pretende tener un alto impacto al producir semillas de maíz resistentes a la mancha de asfalto, ya que dentro de esta colecta hay una accesión que parece tener alta tolerancia a esta enfermedad. Con este aporte se tendría un impacto económico favorable, pues se evitaría el uso de plaguicidas, lo que contribuiría a mantener el medio ambiente, además de evitar pérdidas de rendimiento.*

Agradecimiento

Agradecemos al ingeniero Mario Fuentes López, del Proyecto de Fitomejoramiento Participativo de Maíces, por las facilidades otorgadas para la realización de este artículo.



A. Conservación de la diversidad de razas de maíces, Sierra de los Cuchumatanes. B. Colección de maíces.

MasAgro: Alianza por una producción de **MAÍZ SUFICIENTE Y SOSTENIBLE** en México

Por: Ricardo Curiel, CIMMYT.

MasAgro ha logrado dar a las pequeñas y medianas empresas mexicanas una ventaja comercial que antes sólo podían tener las grandes compañías semilleras.



El científico Arahón Hernández Guzmán inspecciona un cultivo. Foto: Eloise Phipps/CIMMYT.

En los últimos seis años la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) establecieron una innovadora alianza público-privada para incrementar la producción mexicana de maíz en forma sostenible. El Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional o MasAgro, como se abrevia frecuentemente, es un proyecto de investigación para mejorar el potencial de rendimiento del maíz y desarrollar las capacidades de pequeños y medianos productores de semilla y de grano de maíz en México. Desde el principio, comenta Arturo Silva, líder de MasAgro Maíz del CIMMYT, “el objetivo de MasAgro fue mejorar la

productividad y suficiencia del maíz en México a partir del desarrollo de semillas híbridas de alto rendimiento adaptadas a las diversas zonas productoras de maíz de México y de innovaciones o tecnologías agrícolas asociadas que permiten aumentar la productividad del campo en forma sostenible”.

Para conseguir este ambicioso objetivo, la Sagarpa invirtió en un programa de mejoramiento convencional de maíz ejecutado por investigadores del CIMMYT y colaboradores de instituciones públicas mexicanas, principalmente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), para desarrollar los nuevos híbridos de alto rendimiento y resiliencia climática de MasAgro. En forma paralela, la Sagarpa, el CIMMYT y

decenas de actores de las cadenas de valor del maíz y el trigo desarrollaron redes de innovación para mejorar las prácticas, las tecnologías y, en suma, los sistemas de producción de ambos granos en las diferentes zonas productoras de México. De esta manera, la nueva semilla híbrida y la investigación agrícola para el desarrollo y la transferencia de prácticas sustentables se convirtieron en la oferta de valor de MasAgro para el pequeño y mediano productor de maíz.

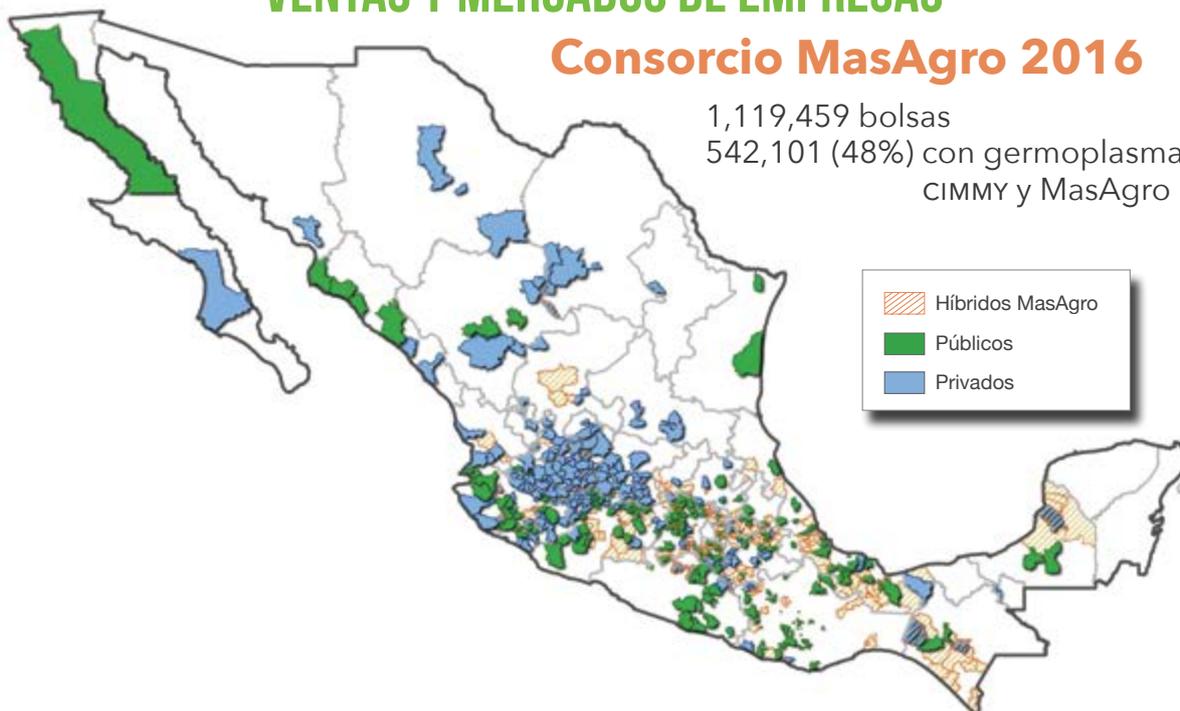
UNA ALIANZA PÚBLICO-PRIVADA

Para cumplir esta promesa de valor, la Sagarpa, el CIMMYT y más de 50 compañías semilleras mexicanas han tenido que enfrentar

VENTAS Y MERCADOS DE EMPRESAS

Consorcio MasAgro 2016

1,119,459 bolsas
542,101 (48%) con germoplasma CIMMY y MasAgro



Nota: Bajío es un mercado de híbridos público y privados. Quiere decir que los mercados de híbridos públicos y privados se sobreponen, pero se resaltó principalmente lo privado.
Fuente: Encuesta de comercialización de semillas, 2016.

y superar el reto de desarrollar, producir y comercializar las nuevas variedades híbridas de maíz que los productores necesitan para incrementar su productividad y superar los retos del cambio climático, como el calor o la sequía, y de las plagas y enfermedades, conocidas y nuevas, que amenazan la producción de maíz en México. Con este propósito, el equipo de investigación y desarrollo de MasAgro emprendió programas de mejoramiento y estableció redes de evaluación colaborativas en las tres zonas o ambientes agrícolas donde se cultiva maíz en México: el trópico, el subtropical y los Valles Altos.

“Desde un principio se extendió la invitación a participar en los diferentes programas de mejoramiento de MasAgro a las compañías semilleras mexicanas pequeñas y medianas”, señala Silva. “El personal técnico de las empresas participantes recibió entrenamiento en las actividades de desarrollo, selección y evaluación de líneas de maíz híbrido, pero también en estrategias de segmentación de mercados y comercialización”, agrega el experto en sistemas de semillas del CIMMYT.

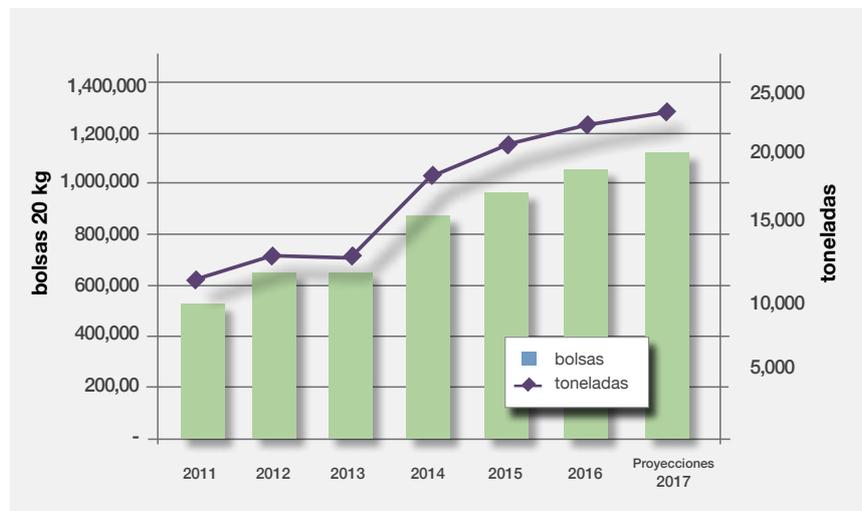
UN MODELO DE NEGOCIOS BASADO EN LA COLABORACIÓN, NO EN LA COMPETENCIA

Las redes de evaluación colaborativa de MasAgro hicieron posible que las compañías participantes, el INIFAP y el propio CIMMYT evaluaran el desempeño de sus materiales para compararlo con el de otros participantes de las redes de evaluación. “Esto es fundamental para las empresas porque pueden probar un híbrido en muchas parcelas de rendimiento, en muchos ambientes específicos, antes de su comercialización,” explica Silva. Los analistas coinciden en que la evaluación de las variedades híbridas de maíz en

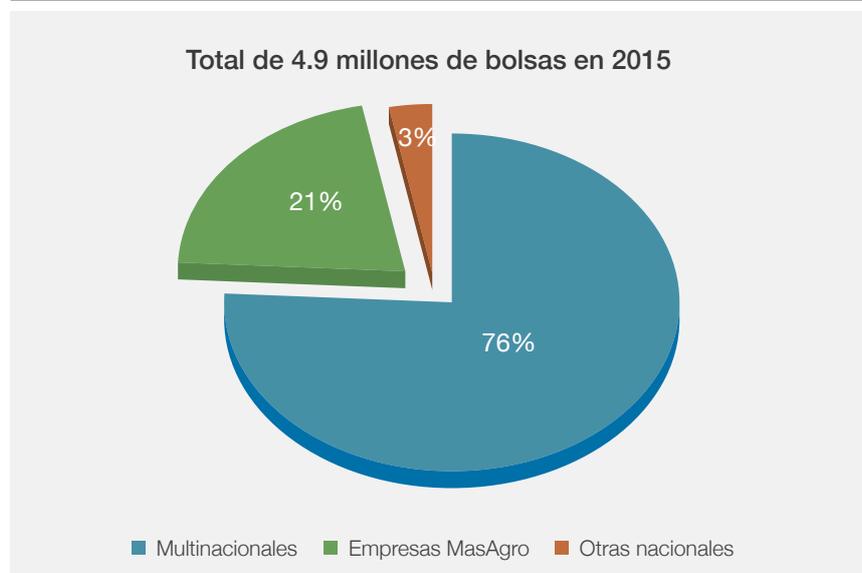
Tabla 1. Híbridos de MasAgro liberados por año

Ambiente	Color	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Trópico	Blanco	2	3	2	3	2	4	16
	Amarillo	1	1	-	1	1	4	8
Subtrópico	Blanco	2	-	-	3	1	3	9
	Amarillo	1	-	-	-	-	1	2
Valles Altos	Blanco	1	3	1	1	2	-	8
	Amarillo	4	-	-	2	0	-	6
Total		11	7	3	10	6	12	49

Gráfica 1. Crecimiento de las ventas de semilla de las empresas del consorcio MasAgro



Gráfica 2. Participación de mercado de las empresas de semilla de maíz en México



miles de localidades y condiciones es la base de la fortaleza comercial de las grandes compañías semilleras. “A través de la colaboración, MasAgro ha logrado dar a las pequeñas y medianas empresas mexicanas una ventaja comercial que antes sólo podían tener las grandes compañías semilleras”, subraya el experto.

LOS RESULTADOS

En el transcurso de cinco años, más de 50 compañías semilleras mexicanas han participado en MasAgro. El CIMMYT ha coordinado un equipo de mejoradores en el que participan investigadores del INIFAP y de varias compañías semilleras que han desarrollado 49 híbridos MasAgro liberados por el INIFAP: 33 blancos y 16 amarillos. De acuerdo con Silva, estos materiales han renovado

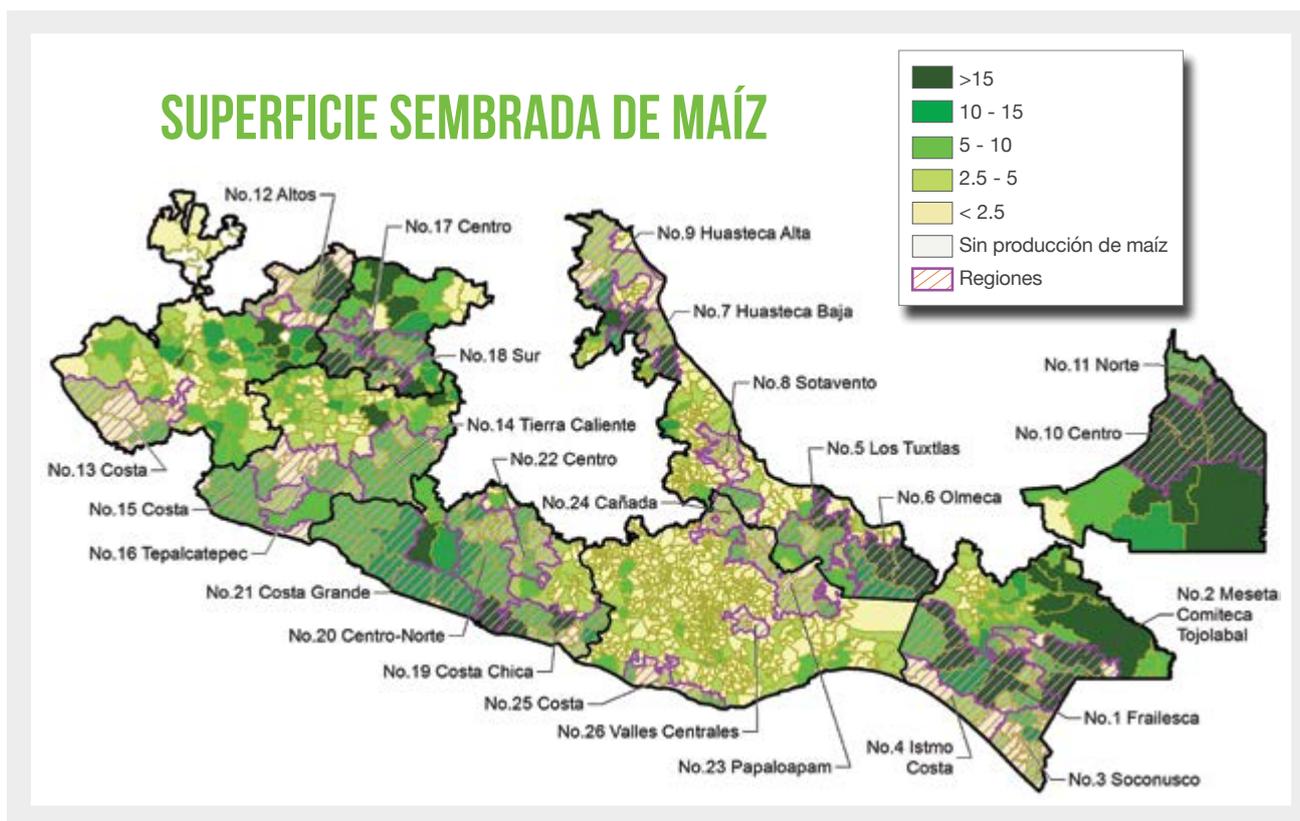
la oferta de semillas híbridas de maíz obsoletas que comercializaban las compañías mexicanas antes de MasAgro. “El rendimiento de los híbridos de MasAgro es igual o superior al del mejor híbrido comercial disponible en las regiones objetivo del Programa”, asegura el experto del CIMMYT.

Como resultado, las ventas acumuladas de las pequeñas y medianas empresas semilleras que participan en MasAgro crecieron 70% de 2011 a 2016. En este último año, las ventas acumuladas de semilla híbrida de maíz de las compañías mexicanas alcanzaron 1,099,000 bolsas, equivalentes a más de 22,000 toneladas de semilla. Se estima que el mercado de semillas mejoradas de maíz en México es de 4.9 millones de bolsas, por lo que la participación de mercado de las empresas que colaboran con MasAgro es de 21%. Cabe señalar que, en 2016, 25 compañías participantes vendieron 28 híbridos de MasAgro bajo 121 nombres comerciales.

ÁREAS DE IMPACTO

Los 49 híbridos liberados se desarrollaron específicamente para regiones del territorio mexicano donde el rendimiento puede incrementarse sustancialmente si los productores comienzan a sembrar semilla híbrida o, si ya lo hacen, sustituyen híbridos obsoletos por los nuevos híbridos de alto rendimiento, resiliencia climática y capacidad de adaptación de MasAgro.

Como resultado de un ejercicio de segmentación del territorio nacional, se han identificado 26 regiones en Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero,



Fuente: Arturo Silva Hinojosa, CIMMYT.

Tabla 2. Zonas de mayor impacto

Zona	Estado	Superficie (ha)	Producción (t)	RendAct	RendeProy	ProdFut (t)
Fraillesca	Chiapas	165,369	355,697	2.15	6.50	1,074,899
M. Comiteca Tojolabal	Chiapas	97,459	123,635	1.27	5.35	521,406
Soconusco	Chiapas	66,576	121,576	1.83	5.50	366,165
Istmo Costa	Chiapas	10,044	17,901	1.78	5.15	51,724
Los Tuxtlas	Veracruz	86,348	263,276	3.05	6.35	548,310
Olmeca	Veracruz	84,682	196,000	2.31	5.75	486,922
Huasteca Baja	Veracruz	68,305	132,841	1.94	5.50	375,678
Sotavento	Veracruz	35,989	98,799	2.75	6.00	215,936
Huasteca Alta	Veracruz	26,173	33,987	1.30	5.00	130,865
Centro	Campeche	96,724	283,307	2.93	6.15	594,855
Norte	Campeche	28,300	100,514	3.55	6.75	191,025
Altos	Jalisco	55,759	218,119	3.91	6.00	334,557
Costa	Jalisco	23,429	75,873	3.24	5.75	134,714
Tierra Caliente	Michoacán	61,832	109,983	1.78	5.50	340,073
Costa	Michoacán	30,226	49,622	1.64	5.00	151,130
Tepalcatepec	Michoacán	27,730	47,991	1.73	5.15	142,810
Centro	Guanajuato	101,572	435,725	4.29	6.50	660,215
Sur	Guanajuato	95,581	541,206	5.66	6.25	597,382
Costa Chica	Guerrero	107,986	293,432	2.72	5.15	556,128
Centro-Norte	Guerrero	107,533	279,650	2.60	5.35	575,302
Costa Grande	Guerrero	95,647	141,787	1.48	5.00	478,235
Centro	Guerrero	41,310	73,387	1.78	5.00	206,549
Papaloapam	Oaxaca	44,418	111,781	2.52	5.35	237,634
Cañada	Oaxaca	26,153	32,118	1.23	4.50	117,689
Costa	Oaxaca	25,314	32,075	1.27	4.50	113,911
Valles Centrales	Oaxaca	12,178	14,731	1.21	4.50	54,801
		1,622,634	4,185,014	2.38	5.52	9,258,910

Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Veracruz donde los híbridos de MasAgro pueden tener un mayor impacto positivo que podría incrementar en más de 5 millones de toneladas la producción nacional de maíz en 2020. Municipios *quick win* o zonas objetivo de MasAgro de conversión y uso de semilla mejorada.

“Estas zonas *quick win* corresponden a 26 regiones en ocho estados donde los productores ya usan semilla mejorada y obtienen un rendimiento mayor a dos toneladas por hectárea, o donde los productores pueden hacer una conversión a híbridos porque tienen un rendimiento superior a una tonelada por hectárea”, señala Silva.

Las 26 zonas prioritarias de MasAgro suman una superficie de 1,622,634 hectáreas, tienen un rendimiento promedio de 2.38 t/ha y contribuyen con 4,185,014 toneladas a la producción nacional de maíz. Silva y su equipo estiman que la adopción de híbridos MasAgro puede elevar el rendimiento promedio a 5.52 t/ha y la producción acumulada de las zonas de alto impacto a 9,258,910 toneladas de maíz en 2020, un incremento de más de cinco millones de toneladas en la producción nacional de maíz.*



Desde 2017 y hasta 2050, la presión del cambio climático, la aparición de nuevas enfermedades y la escasez de agua y nutrientes serán las principales condicionantes que enfrentará el agro.

México cuenta con elementos que enlazan la cultura, la agricultura, la gastronomía y el comercio con factores innovadores de tecnología, ciencia, conocimiento e investigación para lograr avances.

Interacción público-privada: cuando la **AUTOSUFICIENCIA** **ES UN CAMINO POSIBLE**

Por: Hugo Castellano, CIMMYT.

Tamalitos de maíz, base alimentaria de los pueblos indígenas de Guatemala. Lugar: Chajul, Quiché. Fotografía: Nadia Rivera/Proyecto Buena Milpa Guatemala.

El mundo está en cambio constante, pero la necesidad humana de producir y obtener alimentos permanece. Esto quiere decir que las necesidades alimentarias subsisten. Las brechas entre la capacidad productiva y el acceso a alimentos necesitan reducirse, es decir, se debe garantizar la seguridad alimentaria, que además de ser un propósito global, entraña la necesidad de desarrollos sólidos y duraderos de los países en sus metas integrales de crecimiento.

Actualmente, un factor esencial para el crecimiento es la generación y el acceso a los alimentos, por lo tanto, un crecimiento genuino podría darse a partir de la multiplicación y el fortalecimiento de las capacidades productivas de un país.

México cuenta con elementos que enlazan la cultura, la agricultura, la gastronomía y el comercio con factores innovadores de tecnología, ciencia, conocimiento e investigación para lograr avances. Con estos elementos se pretenden enfrentar y superar los desafíos de la agricultura. A través de la investigación y el conocimiento, se podrán identificar fortalezas de los cultivos para determinados ambientes. Este esfuerzo ha sido, en la segunda mitad del siglo xx, un salvador de vidas y ha ayudado a replantear la capacidad del territorio mexicano para un desarrollo pleno de la producción primaria.

En un mundo comercialmente complejo, la capacidad y posibilidad de producir recursos alimenticios —no sólo para exportar, sino también para consumo local— sin la dependencia de las fluctuaciones del abasto internacional de cereales es necesaria, aunque requiere compromisos y apoyos para avanzar. Alcanzar la autosuficiencia productiva en México es posible. De hecho, existe un gran potencial en la investigación y

los recursos humanos para entrar en una etapa de desarrollo que haga posible ese nivel de producción, por ejemplo, de maíz.

Por diversas razones, este cultivo, cuyo origen está en territorio mexicano, es el más importante a escala mundial. Su crecimiento se ha sostenido, pero, además, representa un producto con usos muy diversos, por ejemplo: industria, alimento para ganado y numerosos derivados; en las últimas dos décadas su consumo creció con mayor rapidez que sus rendimientos.

En el maíz, en particular, hay mucho por lograr y los objetivos son complejos, por ejemplo, el trabajo de mejoramiento de maíz, que se da en un mercado heterogéneo donde hay empresas grandes, pero también empresas pequeñas con mercados muy focalizados y con ventajas competitivas. Generar

y acercar conocimiento resulta beneficioso en ambos casos.

En el CIMMYT se trabaja en impulsar un desarrollo sostenible de la agricultura y su investigación. Esto es una demostración cabal y permanente del deseo por alcanzar un objetivo: poder producir aún mejor. Esto se hace desde sus inicios, a mediados del siglo pasado, cuando tras la Segunda Guerra Mundial había una imperante necesidad de producir alimentos, lo que llevó a ampliar el conocimiento. En la actualidad, los retos continúan. En las proyecciones globales sobre el trigo y el maíz se prevé que, para abastecer a consumidores desde 2017 hasta 2050, la presión del cambio climático, la aparición de nuevas enfermedades y la escasez de agua y nutrientes serán las principales condiciones que enfrentará el agro.



Técnicos realizan pruebas de campo en las instalaciones del CIMMYT en El Batán. Foto: Xochiquetzal Fonseca/CIMMYT.



Productor oaxaqueño examina diferentes variedades de maíz adaptado para mejorar rendimientos.
Foto: Mike Listman/CIMMYT.

La respuesta ante estos retos está en el trabajo arduo desde el conocimiento y la investigación, que ya en el pasado contribuyeron a mejorar perspectivas. A esta labor se suman las buenas prácticas agronómicas.

El trabajo en el CIMMYT, a través de MasAgro Maíz, se enfoca en contribuir de manera transparente y continua a una mejor agricultura mediante la investigación, el mejoramiento y la consolidación de buenas prácticas que ayuden a productores, especialmente los de menores recursos, a mejorar sus rendimientos y, a partir de allí, responder al llamando de un mundo que requiere cada vez más alimento.

MasAgro Maíz trabaja con una serie de estudios socioeconómicos que permiten conocer el escenario para entender mejor cuáles son las oportunidades productivas. Toda esa valiosa información se vuelca en los programas de mejoramiento para desarrollar materiales mejorados para zonas denominadas "temporaleras". Se trata de regiones de temporales erráticos donde, acercando a empresas semilleras, se prueban híbridos que toleren esas condiciones climáticas y eleven rendimientos agregando valor. Hay que conocer ampliamente la genética con la que se cuenta para así saber los caminos para lograr el éxito

en la producción, la adaptación y el desempeño de la semilla. Esto involucra una verdadera transferencia de tecnología al sector semillero, donde acercar híbridos nuevos significa mejorar rendimientos con desempeños reales en el campo, con un esquema competitivo. Ir de la obsolescencia a productos mejores, que brinden mayores oportunidades, es el gran desafío para un mercado de pequeñas compañías que pueden lograr un beneficio general y producir más grano, lo que representa utilidad real para todos: el productor, la empresa que comercializa y, en definitiva, el país. Esta labor es posible gracias a la integración de diversos actores que apoyan estas iniciativas, porque la seguridad alimentaria y la capacidad

de autosuficiencia son objetivos de largo plazo que necesitan de apoyos múltiples, tanto públicos como privados, ya sea a través de organismos gubernamentales, la banca comercial o asociaciones de productores. En pocas palabras, los esfuerzos sumados se transforman en sinergias.

Es por esto que, para el desarrollo integral, particularmente en el caso del maíz, es necesario formar acuerdos de trabajo con compañías que forman redes de ensayo que mejorarán el potencial, la calidad y el impulso de comercialización de estas semillas. Este trabajo mancomunado da como resultado un panorama positivo, acelerando el impacto y proveyendo de soluciones a mercados muy disímiles. Y al mismo tiempo da la posibilidad de satisfacer una demanda interna e incluso externa.

Esa inversión puede optimizarse al contar no sólo con el producto, sino con el conocimiento integrado, desde el suelo hasta las capacidades de almacenaje necesarias para afrontar aumentos de rendimiento y toneladas crecientes, ciclo a ciclo agrícola.

Alcanzar la excelencia científica para producir verdaderos impactos es una labor cotidiana y requiere tener como elemento predominante la participación, la colaboración y el apoyo de diferentes actores. Hay metas posibles, la autosuficiencia y elevación de rendimientos en el maíz son algunas de ellas, también están la investigación y la generación de nueva tecnología. Sólo se trata de orientar los esfuerzos, mantener los apoyos y alcanzar sistemas productivos altamente sostenibles para, en el futuro, poder celebrar los esfuerzos, los trabajos y las colaboraciones que hagamos hoy. *



SEMBRANDO FUTURO: colaboración público-privada para el desarrollo del sector semillero

Con información de Alberto Chassaigne, CIMMYT.

De no ser por el trabajo colaborativo, no sería posible identificar las variedades que ayudarán a solventar las necesidades alimentarias de la humanidad en el futuro.

Semilla de maíz en la planta procesadora de Bidasem, una pequeña compañía semillera del Bajío. Foto: Archivo/CIMMYT.



Con el objetivo de incrementar la producción nacional de maíz en forma sostenible, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) estableció un trabajo colaborativo con una red de 55 empresas semilleras mexicanas.

A través del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), que impulsan la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y el CIMMYT, las compañías participantes reciben semilla híbrida de maíz que les permite llegar a más productores con materiales probados y de buena calidad.

Desarrollados por expertos del CIMMYT en procesos que toman cerca de ocho años de investigación, los híbridos se adaptan a diversas condiciones climáticas y son más resistentes a enfermedades, lo que permite a los productores, sobre todo a aquellos de temporal, tener menores riesgos y poder obtener un mayor rendimiento.

Específicamente en el caso de zonas marginadas por las condiciones climáticas como el sur del país, en donde las enfermedades del maíz son más agresivas por el calor y la humedad, el CIMMYT está haciendo una diferencia en la vida de los productores.

Alberto Chassaigne, especialista en sistemas de semillas de maíz para América Latina, explicó en una entrevista con *EnLace* que los productores, al probar estas semillas que resisten enfermedades y condiciones de estrés ambiental, son quienes propagan la información y, a través del programa MasAgro Maíz, reciben capacitación para obtener mejores rendimientos. Dijo que se trata de un

trabajo colaborativo, ya que las empresas semilleras que manejan material desarrollado por el CIMMYT ven que se trata de híbridos competitivos y han podido diversificar sus mercados, específicamente en estas zonas del sur de México.

A través de esta red de 55 empresas, cada año se prueban cerca de 40 híbridos experimentales en 150 sitios diferentes, mientras se siembran comercialmente combinaciones híbridas del CIMMYT que cubren aproximadamente 800,000 hectáreas.

“Saber que tenemos materiales competitivos nos ha permitido identificar que hay nichos que aún no han sido atendidos por las empresas semilleras, en donde pueden entrar con materiales probados y aumentar sus ventas con semilla de maíz de alta calidad, eso es muy importante”, señala Chassaigne.

El especialista explica que el CIMMYT, además de proveer de semilla original de estos materiales a las empresas semilleras mexicanas, capacita a sus integrantes en mejoramiento genético, producción de semillas, comercialización, administración de empresas, control de calidad y diseño e instalación de plantas procesadoras de estas semillas. También apoyan programas de mejoramiento con germoplasma, como donadores de resistencia, brindando un servicio de dobles haploides (DH) para acelerar el desarrollo de líneas endogámicas.

Los materiales desarrollados en el Centro que tienen potencial comercial son identificados dentro de las redes y transferidos a las empresas colaboradoras de la red que así lo soliciten, para su producción/reproducción y comercialización. “Principalmente,



A. Muestras de maíz listas para extracción de ADN. B. Trabajadores del CIMMYT clasifican cuidadosamente las semillas antes de su distribución. Fotos: Archivo/CIMMYT.

desarrollamos híbridos competitivos por su capacidad de adaptación a factores adversos, tanto climáticos como biológicos, y por su rendimiento, así como por su resistencia a enfermedades”.

De no ser por este trabajo colaborativo, que ha generado que las empresas semilleras dupliquen sus ventas y que los productores tengan mayor tranquilidad y más rendimiento, no sería posible identificar las variedades que ayudarán a solventar las necesidades alimentarias de la humanidad en el futuro.*

Compañías semilleras y productores mejoran los rendimientos de maíz en México

Por: Concepción Castro, CIMMYT.

Compañías locales en México han aumentado sus ventas en 70%.

La industria mexicana de semilla de maíz actualiza su portafolios de productos para atender mejor las necesidades de los pequeños productores. Más de 50 compañías locales han aumentado sus ventas en 70% en los últimos cinco años. Tan sólo en 2016, estas compañías pequeñas y medianas (PYMES) vendieron más de 1.1 millones de bolsas de semilla de 100 híbridos de maíz.

Tradicionalmente, las compañías semilleras mexicanas han vendido híbridos de maíz obsoletos y variedades de polinización libre en una superficie de cerca de 1.25 millones de hectáreas, lo que representa 42% del mercado de semilla en México. Al mismo tiempo, las grandes empresas multinacionales dominan un mercado de 1.75 millones de hectáreas en las mejores regiones de temporal y de riego

de México. Entretanto, a los productores mexicanos de pequeña escala les ha costado trabajo aumentar sus rendimientos de maíz.

Hoy en día, la mayoría de las compañías semilleras mexicanas ofrecen híbridos de alto rendimiento y con tolerancia a factores adversos, pues están adaptados a condiciones de temporal. Estos híbridos producen de dos a cuatro veces el rendimiento promedio de las variedades obsoletas en las zonas a las que están adaptados.

Hay tres compañías locales grandes que están mermando la participación de las compañías multinacionales en los mercados más redituables del país, promoviendo una competencia que a la larga hará que bajen los precios de la semilla. El acceso a semilla

de mejor calidad en zonas nuevas podría aumentar los rendimientos promedio de maíz a una escala que llevaría a México a lograr la autosuficiencia en la producción de su cultivo más importante.

Actualmente, las compañías locales controlan 30% del mercado de semilla en México y sus ventas totales de semilla mejorada han aumentado 70%, esto desde que empezaron a colaborar con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 2011.

“En México se cultiva semilla de maíz mejorado en 3 millones de hectáreas del total de 8 millones de hectáreas destinadas al maíz”, comenta Arturo Silva, líder del Consorcio Internacional de Mejoramiento de Maíz para



Paquetes de semilla de híbridos vendidos en México.



MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO DE MAÍZ CRIOLLO EN MÉXICO

En México el maíz se cultiva en ambientes muy diversos, a menudo por pequeños productores que prefieren ciertos tipos de grano para preparar platillos locales o que utilizan las plantas de diversas maneras. El CIMMYT y sus colaboradores trabajan con esos productores para aumentar la productividad y rentabilidad del maíz criollo y las variedades ancestrales que han sido sembradas por generaciones en condiciones difíciles y que contienen genes de resistencia y tolerancia, así como otras características de interés.

América Latina. “Como resultado de las iniciativas públicas y privadas, el mercado de semilla mejorada crecerá y abarcará 5.5 millones de hectáreas para 2020”.

Estos resultados alentadores son producto de una alianza con instituciones públicas de investigación y más de 50 compañías semilleras locales, que anualmente ensayan numerosos híbridos de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y tolerantes a los efectos del clima, que son generados por mejoradores del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), que es financiado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).

Cuando se produce un híbrido, la propiedad del mismo se determina de acuerdo a quien haya aportado las líneas de las que proviene. Es decir, si el CIMMYT aporta 1 de 2 líneas, entonces sería propietario del 50% de ese híbrido. Después de cinco años de ensayos colaborativos, desde 2011 se

han liberado 49 híbridos nuevos de gran blanco y amarillo en los que tiene participación el CIMMYT para el sector mexicano de semilla. Estos materiales conformaron más de 500,000 bolsas de semilla mejorada del 1.1 millones de bolsas que las compañías semilleras mexicanas vendieron en 2016.

Esos híbridos de maíz han sido específicamente adaptados a las necesidades de los pequeños productores y se evalúan en cientos de sitios en México. Las compañías semilleras ayudan a los productores capacitándolos en la producción y comercialización de semilla de híbridos.



Este trabajo de mejoramiento colaborativo —es decir, mejoramiento en el que productores e investigadores trabajan en conjunto para mejorar genéticamente alguna especie— es llevado a cabo en esas comunidades por el proyecto MasAgro; los productores seleccionan variedades criollas tradicionales con la asistencia de científicos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma Chapingo y el CIMMYT.

La selección y las cruces se hacen utilizando las mejores muestras de los productores de las comunidades y, cuando es necesario, de las colecciones de semilla del Banco de Germoplasma o de las líneas y poblaciones de mejoramiento del CIMMYT. Esto permite a las comunidades generar nuevas variedades mejoradas de maíz de alto rendimiento y con resistencia a factores adversos y, al mismo tiempo, preservar las valiosas características de las variedades criollas que los productores prefieren, como calidad de grano y cocción.



A. Paquetes de semilla de híbridos en el Banco de Germoplasma. B. Personal del CIMMYT en el Banco de Germoplasma. C. Paquetes de semilla de híbridos vendidos en México. Fotos: Archivo/CIMMYT.

En 2016 se realizaron ensayos participativos en nueve comunidades meta en el estado de Oaxaca, en los que participaron 240 hombres y 160 mujeres de 46 comunidades, los cuales asistieron a muchos eventos de capacitación.

“Estamos identificando a los agricultores más pobres y desatendidos, y los ayudamos a aumentar el rendimiento de sus cultivos”, señala Martha Willcox, coordinadora de mejoramiento de maíces criollos del CIMMYT. “Esto ha ayudado a las comunidades a aumentar su seguridad alimentaria, puesto que ya no tienen que comprar maíz para comer, y a algunos les ha dado acceso a mercados específicos para su maíz criollo a precios más altos que los del grano de híbridos”.

Además de otros beneficios, al mejorar su medio de vida gracias a estos esfuerzos, algunos productores pueden quedarse con sus familias todo el año, en lugar de emigrar a Estados Unidos en busca de trabajo. *

Este trabajo se realizó como parte del Programa MasAgro, en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; la Universidad Autónoma Chapingo; la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; el Instituto de Investigación y Capacitación Agrícola del Estado de México; y la Universidad Autónoma del Estado de México, con el patrocinio de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México y el Programa Maíz del CGIAR.

Del investigador AL PRODUCTOR

Distribución y clasificación de híbridos

Fotografías: CIMMYT.



Presentación del maestro Arturo Silva Hinojosa en el "Encuentro con semilleros MasAgro para la discusión de los resultados de la Red Colaborativa de Evaluación 2016". A. Arturo Silva Hinojosa. B. Terence Molnar y Alberto Chassaigne. C. Félix San Vicente. D. José Luis Torres.

La investigación que se hace en el CIMMYT sobre organismos híbridos tiene que llegar a los trabajadores, y para eso se organizan distintos eventos de distribución de semillas. El 23 de marzo se realizó el primer evento del componente de Sistemas de Semillas de MasAgro Maíz en Puerto Vallarta, Jalisco. En el "Encuentro con semilleros MasAgro para la discusión de los resultados de la Red

Colaborativa de Evaluación 2016" los representantes de empresas semilleras e instituciones públicas de investigación, entre ellos el INIFAP y la Universidad de Guadalajara, pudieron interactuar directamente con los mejoradores del CIMMYT. El evento inició con una presentación del maestro Arturo Silva Hinojosa, líder de MasAgro Maíz, sobre el impacto del consorcio de semillas de MasAgro en 2016.

Por otra parte, el 24 de marzo se realizó el primer día de campo en El Cantón, Jalisco, donde se mostraron para Valles Altos cuatro híbridos (CHLHW12007, CHLHW12023, CHLHY12004 y CHLHY12006) y sus parentales, así como seis híbridos tropicales (CLTHW15001, CLTHW15005, CLTHW15007, CLTHY15003, CLTHY15012 y CLTHY15013) y sus parentales.

Los asistentes pudieron observar 10 de los híbridos de la oferta del CIMMYT que se encuentran disponibles para el mercado de semillas de México. Se distribuyó información sobre la tecnología de producción de dichos materiales con datos de dos ciclos de los materiales de Valles Altos y de uno de los tropicales. Cabe señalar que los seis híbridos tropicales son parte de los doce nuevos híbridos MasAgro provenientes del ciclo de validación-evaluación 2016.

Adicionalmente, se evaluaron materiales de la oferta MasAgro para la industria de la masa para tortilla: CHLHW09029, CLTHW14003, CLTHW13002 y CLTHW14001; los tres últimos híbridos se evaluaron en dos localidades diferentes. Se realizaron análisis físicos (tamaño de grano, dureza, color y porcentaje de estructuras), proximales (porcentaje de almidón, proteína y aceite) y de calidad industrial (rendimiento grano-masa, rendimiento masa-tortilla, color y textura de la tortilla, porcentaje de pericarpio retenido y porcentaje de sólidos).



A. Cosecha de ensayos de tecnología de producción en El Cantón, Jalisco. B. Cosecha de ensayos de tecnología de producción en El Cantón, Jalisco. C. Híbrido MasAgro disponible para el mercado de semillas mexicano. D. El productor Epifanio Susunaga, de Veracruz, reportó estar satisfecho con el comportamiento del híbrido MasAgro PAS-540 vendido por Proase (recorrido con productores).

Durante este periodo culminó la caracterización varietal de los tres materiales MasAgro (CLTHW14007, T21/T22 y T22), establecidos en Agua Fría, Puebla.

En el primer trimestre de 2017 MasAgro Maíz comenzó las actividades de mejoramiento

participativo de maíces nativos en comunidades con productores de autoconsumo. Y se realizaron las cosechas pendientes del ciclo agrícola del verano de 2016 en tres localidades: en La Trinidad se cosechó el 19 de enero; en Santiago Yatepec, el 25 de enero; y en Santa María Yavesía, el 27 de enero.



A. Cosecha de ensayos de asociación y rotación de cultivos en Santiago Yatepec. B. Cosecha de poblaciones de vivero de inducción haploide en Agua Fría, Puebla.

En febrero, se visitó a Agroalteña, Productores de Semilla de Copándaro y Semillas Correa. A principios de marzo se realizaron recorridos con Semillas Mater, Semillas Rega y Proase en sus campos de producción y evaluación, así como con productores que ya siembran semillas del Programa y se muestran satisfechos con el desempeño de los híbridos MasAgro que compraron.

Paralelamente, continuaron las actividades para impulsar la investigación y el desarrollo de productos, mediante parcelas de evaluación y demostración, para el desarrollo de una red de investigación en producción de semillas y una red de investigación en manejo agronómico de híbridos.

En este periodo se registraron datos de floración y continuó el manejo de los ensayos de investigación en tecnología de producción de semillas sembradas en noviembre de 2016 en la estación experimental del CIMMYT en Agua Fria, Puebla. Se sembraron 20 líneas y 10 híbridos simples tropicales, 10 líneas y 5 híbridos simples para Valles Altos y 5 líneas subtropicales.

La empresa de semillas Caloro estableció y monitorea una parcela demostrativa de cuatro híbridos de granos amarillos con fines de evaluación de calidad forrajera



A. Cultivos resultado de la implementación de híbridos MasAgro. B. Caracterización de materiales tropicales en Agua Fria, Puebla. C. Híbrido blanco tropical CLT participa el híbrido amarillo CLTHY13002. F. Híbridos MasAgro-cimmyt simple tropical con muy buen comportamiento en las evaluaciones que realiza la semillera

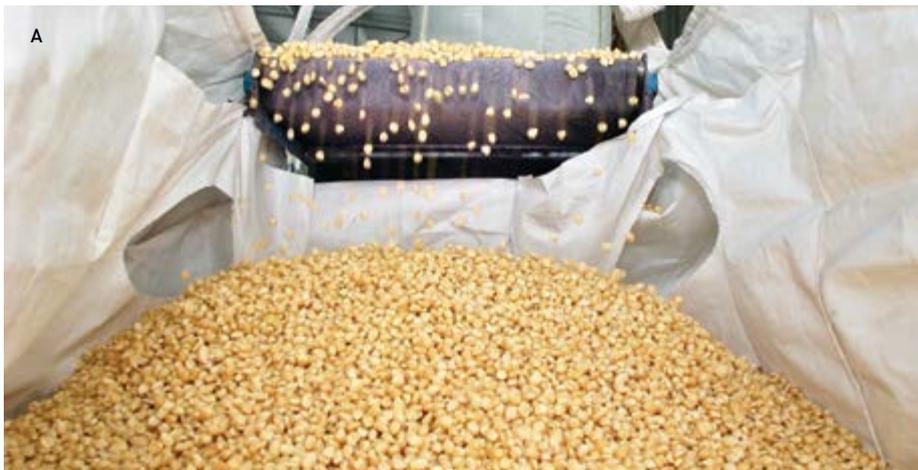


en Ameca, Jalisco. También se sembraron los híbridos de granos amarillos CHLHY12004, CHLHY12006, CLTHY13002, CLTHY11002 y CSTHY10001 en una plataforma de investigación de San Juan del Río, Querétaro. Y se sembró una parcela más, en coordinación con el Hub Chiapas, donde se incluyó el híbrido MasAgro CLTHY13002.

Por otra parte, se cosecharon los ensayos de investigación en producción de semillas de El Cantón y Agua Fría. También se cosecharon dos ensayos que estuvieron a cargo de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), como parte de la red de investigación de producción de semillas de MasAgro.



HW15001, de 7.65 t/ha. D. Híbrido blanco tropical CLTHW15005, de 7.67 t/ha (rendimiento en Red Colaborativa de Evaluación 2016). E. Parcela demostrativa de híbridos, establecida en coordinación con el Hub Chiapas, donde Proseco en Lombardía, Michoacán.



A. La semilla de maíz se vierte de una tolva en la planta procesadora de semillas de Bidasem. Después de que la semilla se haya limpiado y clasificado, la semilla clasificada –tres tamaños de “planos” o semillas planas y tres de “bolas” o semillas redondas– va a seis tolvas, cada una con capacidad máxima de una y media toneladas. Antes de que el procesamiento pueda continuar, se toma una muestra de cada tolva para control de calidad, y debe contener menos de 2% de impurezas para pasar. Los diferentes tamaños de semilla se liberan de su tolva y se tratan y empaquetan uno por uno para evitar que se mezclen. B. En la planta de procesamiento de semillas de Bidasem un trabajador examina visualmente y tamiza manualmente las semillas de maíz en una cinta transportadora. Fotos: X. Fonseca / CIMMYT. C. Miembro del personal del CIMMYT que trabaja en la colección activa de maíz en el Centro de Recursos Fitogenéticos Wellhausen-Anderson. D. Embalaje de una muestra de semilla de trigo para el Banco de Germoplasma del CIMMYT. Las muestras de trigo van en varios sobres de aluminio sellados; una se almacena en una colección activa para satisfacer las solicitudes de semillas, mientras que el resto se almacena en el CIMMYT a largo plazo y en tres bancos asociados, incluida la Bóveda Global de Semillas “Doomsday” en Svalbard, Noruega. Fotos: Archivo/CIMMYT.

Como parte de las actividades de predicción genómica de MasAgro Maíz, se sembraron ensayos de etapa dos que incluyen líneas DH seleccionadas en etapa uno y de predicción genómica (ensayos 24-17TLXTWN y 25-17TLXTYN).

Asimismo, se sembraron otros dos ensayos (22-17TRCGSHGAWNDH y 23-17TRCGSHGBWNDH) en tres localidades tropicales y servirán para un análisis de ganancia genética en diferentes ciclos agrícolas.

Otra de las compañías que participan en la implementación de híbridos es Bidasem, una pequeña empresa de semillas con sede en la región central de las planicies mexicanas, conocida como el Bajío. Produce aproximadamente 10,000 bolsas de semillas de maíz al año, cada una con 22.5 kg, además de producir semillas de trigo y avena y comercializar con semillas de otros cultivos.

La relación entre Bidasem y el CIMMYT se está profundizando a través de la participación en el Programa

MasAgro, que incluye cursos de capacitación para compañías semilleras y ensayos colaborativos para evaluar la mejor semilla.

El Banco de Germoplasma del CIMMYT contiene alrededor de 28,000 muestras únicas de semilla de maíz, incluyendo más de 24,000 razas de los granjeros locales, variedades tradicionales adaptadas localmente que son ricas en diversidad; y 140,000 de trigo, incluyendo especies relacionadas con ambos cultivos.*



SIP
Programa de
Intensificación
Sustentable

DIRECTORIO
01 800 462 7247
TELÉFONO



www.facebook.com/accimmyt



@ACCIMMYT



www.youtube.com/user/CIMMYTCAP

<http://conservacion.cimmyt.org>

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



Club de Labranza de Conservación





Enlace es un material de divulgación del CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, realizado 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; la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID); Kellogg Company; Fundación Haciendas del Mundo Maya Naat-Ha; Fomento Social Banamex; Nestlé; Catholic Relief Services; el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA); Syngenta; Pioneer; y los programas de investigación del CGIAR: Maíz (CRP Maize), Trigo (CRP Wheat), Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFA). 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 cultivos básicos alimentarios.