

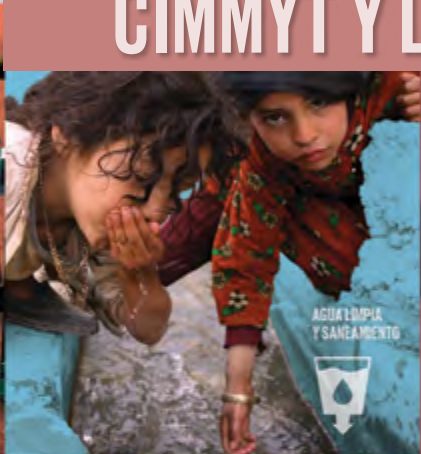


# EnlAce®

La revista de la Agricultura de Conservación



## CIMMYT Y LOS ODS



Nuevos desafíos en la agricultura. Producir mejor con el Atlas Molecular **22**

Ayudamos a las familias del campo a mitigar los efectos del cambio climático en México **49**

Sistemas de producción sustentables para productores de autoconsumo en los Valles Centrales de Oaxaca **52**

Tips Técnicos: La capacitación, tu herramienta para una producción sustentable / La Charla con José Castillo Caamal



Club de Labranza de Conservación





5



11



30



41



54

EDITORIAL

AL GRANO

MasAgro. Ejemplo de la experimentación con Redes de Innovación

Oaxaca se suma a los esfuerzos de MasAgro

Intercambio de experiencias y conocimientos entre los responsables de las plataformas de investigación

Nuevas variedades de trigo harinero para el Bajío. Evaluación del potencial

Evaluación de la productividad del maíz mediante tecnologías MasAgro. Plataforma de investigación Huichapan, Hidalgo

Primer ciclo de resultados. Plataforma de investigación San Juan del Río III. MasAgro Querétaro

MasAgro Guanajuato. Modelo de escalamiento y extensionismo agrícola

KDSmart, una solución práctica para la toma de datos en campo y laboratorio

Nuevos desafíos en la agricultura. Producir mejor con el Atlas Molecular

Conocimiento y tecnología llevados al productor y al campo

CENTRAL

Mejorar los medios de vida mediante ciencia aplicada. El CIMMYT y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

LA CHARLA

José Castillo Caamal. Innovación en el sistema milpa de la Península de Yucatán

Esfuerzos tras un beneficio común que llegue a todos

Girasol. Alternativa de rotación para el Valle del Mezquital, Hidalgo

Ayudamos a las familias del campo a mitigar los efectos del cambio climático en México

Convocatoria *Enlace* 2018

Sistemas de producción sustentables para productores de autoconsumo en los Valles Centrales de Oaxaca. Plataforma de investigación San Francisco Lachigoló, Oaxaca

Capacitar para la conservación de suelos, otra manera de aumentar el rendimiento en cultivos. Proyecto Buena Milpa

TIPS TÉCNICOS

La capacitación, tu herramienta para una producción sustentable

FOTORREPORTAJE

PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico en imágenes

3

4

5

6

9

11

13

15

19

22

26

30

36

38

41

47

49

50

54

56

59



DIRECTORIO

Coordinación general

Bram Govaerts

Gerente de Divulgación

Georgina Mena

Dirección editorial *Enlace*

Iliana J. Perete

Comité editorial

Francisco Alarcón

Carolina Camacho

Tania Casaya

Simon Fonteyne

Carlos Garay

Bram Govaerts

Iliana J. Perete

Víctor López

Georgina Mena

Gestión de contenidos

Francisco Alarcón

María Eugenia Olvera

Diseño editorial

Yolanda Díaz

Corrección de estilo

Elisa Méndez

Web

Alejandra Soto

Portada

CIMMYT y los ODS en imágenes



AÑO IX. NÚMERO 42  
FEBRERO - MARZO 2018

"Enlace La Revista de la Agricultura de Conservación", año IX, número 42, febrero - marzo 2018, 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 25 de enero de 2018, con un tiraje de 20,000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 5 de febrero de 2018. 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.

# El CIMMYT y los ODS

La agricultura está ligada a los ODS destinados a erradicar la pobreza y promover la prosperidad, por lo que las actividades del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el CGIAR están directamente relacionadas con 10 de los objetivos:



## CINCO objetivos estratégicos y CUATRO temas transversales

**Reflejan las prioridades que guiarán el trabajo del CIMMYT de 2017 a 2022.**

Basándonos en nuestros conocimientos distintivos, estas prioridades representan nuestro compromiso de conservar y utilizar la biodiversidad, crear soluciones para el desarrollo, disseminar las tecnologías y llegar a las comunidades rurales.

El CIMMYT colabora de distintas formas para ayudar a lograr estos objetivos, en particular el 2 y 3, que se refieren al combate al hambre y las malas condiciones de salud en el mundo. En el futuro, las dietas cambiarán inevitablemente y los cultivos básicos que se utilizan para producir alimentos requerirán más características específicas para satisfacer la demanda.

# Investigadores agrícolas impulsan la lucha contra la desnutrición\*

En el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) trabajamos para ayudar a alcanzar todas las metas del ODS 2 Hambre Cero, incluyendo el aumento de los rendimientos y la producción y el mantenimiento de la diversidad genética, por nombrar algunos. Pero también estamos avanzando hacia la mejora del valor nutricional del trigo y el maíz.

La buena noticia es que la proporción de personas subnutridas disminuyó de 15%, en 2000-02, a 11%, entre 2014 y 2016, y su número disminuyó de 930 a 793 millones. Aunque hay mucho más trabajo por hacer. Actualmente, casi 2,000 millones de personas no consumen suficientes vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo saludable del cerebro y el cuerpo. Creemos que las organizaciones de investigación agrícola como el CIMMYT deben seguir desempeñando un papel importante en la reducción de estos números.

Los cereales básicos representan una proporción significativa de las dietas, y la demanda de esta fuente de energía asequible y eficiente en los países en desarrollo continuará aumentando en el futuro con el crecimiento de la población y de sus necesidades dietéticas.

Las discusiones sobre los riesgos globales del hambre a menudo se centran en garantizar la disponibilidad de alimentos básicos, pero los cereales no son simplemente proveedores de energía, sino que también contienen cantidades significativas de otros nutrientes importantes, como proteínas, fibra, lípidos, vitaminas, minerales y fitoquímicos.

Los cereales integrales, con niveles más altos de compuestos bioactivos y carbohidratos complejos, son un componente especialmente importante de una dieta sana y diversa. Para las personas que dependen de los cultivos básicos y no tienen acceso a una dieta diversa, incluidos casi 800 millones que pasan hambre, una forma de proporcionar alimentos

más nutritivos es a través de nuevas variedades de cultivos básicos.

Durante varias décadas, los mejoradores de plantas se han centrado no sólo en aumentar los rendimientos y mejorar la resistencia de los cultivos, sino también en desarrollar variedades de cultivos con mayor valor nutricional.

El maíz enriquecido con proteína de calidad, originalmente desarrollado en la década de 1990, ahora se cultiva en 1.2 millones de hectáreas en todo el mundo, mientras que el cultivo de maíz enriquecido con vitamina A se cultiva en al menos 100,000 hectáreas en África y ha demostrado ser tan eficaz como los suplementos vitamínicos. El trigo con alto contenido de zinc también está despegando en Asia, y las primeras variedades de maíz con alto contenido de zinc para América Latina serán lanzadas en febrero de este año.

Estos esfuerzos de biofortificación exigen la inversión en enfoques de mejoramiento, pero en general son rentables y tienen un gran impacto.

Además de la desnutrición, la obesidad va en aumento, con alrededor de 650 millones de personas con sobrepeso grave, incluidos 350 millones de niños y adolescentes.

Se requiere un trabajo más cercano con productores, minoristas y otras empresas en el sector agroalimentario para desarrollar alimentos más nutritivos que satisfagan a los consumidores e involucrar a más productores, especialmente pequeños agricultores, en la producción de alimentos nutritivos y saludables de manera sostenible. En el CIMMYT fomentamos una mayor productividad y diversidad de cultivos.

Todavía tenemos mucho que aprender, pero cuanto más comprendamos las intersecciones y las conexiones entre la producción de alimentos y la nutrición, más entenderemos el potencial de encontrar soluciones a desafíos complejos. La biofortificación de cultivos de maíz y trigo es una

herramienta más en la caja, aunque muy importante en el esfuerzo por acabar con el hambre en el mundo.

*Martin Kropff,  
director general del CIMMYT.*

## ESPACIO DEL LECTOR

¡Queremos conocerte! Sube a las redes sociales una foto tuya mostrando una de nuestras revistas. Acompaña la con un comentario sobre ti, dínos qué te gusta de *EnLace* y dónde has encontrado nuestra versión impresa. Incluye los *hashtags* #MiEspacioEnLace #RevistaEnLace.

**Apóyate en tu técnico para hacernos llegar tu historia y tu fotografía.**

Cada bimestre, en nuestras redes podrás votar por la mejor foto y comentario. La que tenga más votos se publicará en nuestro siguiente número. Además, el Programa de Intensificación Sustentable premiará a quienes publiquen las cinco fotos más votadas con un kit de materiales de apoyo (impresos) para la implementación de la AC.

**¡Lee *EnLace* y participa!**

**Te presentamos a...**



**Emiliano** (izquierda) y **Odón** (derecha) **Martínez Leiva**, productores de Contepec, Michoacán, quienes reciben asesoría de la ingeniera Xóchitl Vega García. Ellos han empezado a implementar tecnologías para el Manejo Agroecológico de Plagas y ya se encuentran en proceso de innovación gracias a lo que han leído sobre el tema en la revista *EnLace* y al trabajo de los ingenieros de PESA que colaboran con MasAgro en el Hub Bajío-Guanajuato en su municipio.

\* La versión original de este artículo puede ser consultada en el sitio de Thomson Reuters Foundation News: <http://news.trust.org/item/20180601102108044-149oj/>

# MasAgro

## Ejemplo de la experimentación con REDES DE INNOVACIÓN

Por: Divulgación-CIMMYT.

**Expertos reconocen el proceso de diseño de pensamiento del proyecto MasAgro debido a que crea un ambiente seguro para la innovación.**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA) fueron reconocidos por coordinar un proyecto que ha ayudado a los productores de pequeña escala a sobreponerse al temor de innovar, que es uno de los grandes “retos al bien común”, según se plantea en un libro publicado a finales de 2017 por Columbia Business School Publishing y escrito por Jeanne Liedtka, Randy Salzman y Daisy Azer, expertos en pensamiento de diseño.

El objetivo de *Design Thinking for the Greater Good: Innovation in the Social Sector* (Pensamiento de diseño para el bien común: innovación en el sector social) es ofrecer a los innovadores del sector social un conjunto de herramientas para solucionar los problemas que existen hoy en día. Los autores sostienen que su método ayuda a encontrar soluciones a los problemas sociales más complejos y diversos al plantear cuatro sencillas preguntas: ¿qué es?, ¿qué pasa si...?, ¿qué impresiona? y ¿qué funciona? Argumentan que, debido a que busca respuestas a estas preguntas y “está centrado en el ser humano, impulsado por las posibilidades, enfocado en encontrar opciones y es iterativo”, el pensamiento de diseño halla soluciones



Portada del libro *Design Thinking for the Greater Good*, de Jeanne Liedtka, Randy Salzman y Daisy Azer, publicado por Columbia Business School Publishing.

que otras metodologías de resolución de problemas no encuentran.

Para explicar cómo funciona el pensamiento de diseño, los autores buscaron y examinaron proyectos sociales que involucran a grandes grupos de actores, fomentaron el consenso y crearon soluciones para grupos vulnerables, que ya fueron adoptadas. Una de las historias de éxito es MasAgro, al que los pensadores de diseño describen en el capítulo 11 como “una colaboración entre el gobierno de México y grupos de agricultores que trabaja con comunidades agrícolas locales con el fin de eliminar las diferencias entre productores y científicos, y promover la adopción de métodos agrícolas modernos y sustentables”.

MasAgro es presentado como un ejemplo perfecto de la experimentación con redes o nodos de

innovación, que se basa en los conocimientos agrícolas tradicionales para generar prácticas y tecnologías nuevas que mejoran los sistemas de producción locales. Los autores señalan que “los nodos sirven para presentar las situaciones de manera visual a fin de eliminar las barreras a la comunicación, lo cual permite a MasAgro y a los agricultores combinar lo viejo y lo nuevo para generar prácticas nuevas y mejoradas que los productores y las comunidades locales pueden utilizar”.

“MasAgro ha sido reconocido como una innovación en el sector social por los expertos en pensamiento de diseño porque los agricultores de pequeña escala en México, que tienen aversión a los riesgos, y cuyos ingresos anuales dependen de un ciclo agrícola que es determinado por la naturaleza, han adoptado prácticas sustentables nuevas para mejorar su medios de vida”, señala Bram Govaerts, representante del CIMMYT en América.

Los autores llegan a la conclusión de que MasAgro ha logrado que la innovación sea segura porque ha contado con la ayuda de respetables líderes comunitarios y redes de innovación que generan, ensayan y adaptan métodos e innovaciones agrícolas cuyos resultados son tangibles y superan a otras prácticas. “MasAgro ha elaborado un sistema que permite a su extensa red de colaboradores, junto con los productores, cocrear las mejores prácticas (locales o internacionales), descubrir cuáles funcionan y luego diseminarlas”. \*

# OAXACA SE SUMA a los esfuerzos de MasAgro

Por: Ramón Barrera, CIMMYT.

## El CIMMYT firma convenios con el Sistema Producto Maíz y la Sedapa.



15 de diciembre de 2017. Adrián Montes Hernández (arriba) y Vicente Álvarez Delgado (abajo), representantes de la Sedapa y el Comité del Sistema Producto Maíz, respectivamente, firman convenios con el CIMMYT, representado por Bram Govaerts.

Dentro del marco de la ceremonia de graduación de técnicos certificados en Agricultura Sustentable del Hub Pacífico Sur en diciembre de 2017, la firma de dos convenios de colaboración entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Sistema Producto Maíz y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuicultura (Sedapa) representa uno de los momentos más significativos para el desarrollo del campo oaxaqueño.

El estado de Oaxaca se suma a los esfuerzos de la iniciativa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), que la SAGARPA impulsa en coordinación con el CIMMYT para producir más alimentos con menos recursos, obtener mayor productividad con menor impacto ambiental y generar mayores ingresos para los productores de maíz y trigo, contribuyendo así a disminuir la pobreza en el campo. El gobierno de Oaxaca ha adoptado esta estrategia que incorpora la investigación, la innovación y el impacto en el campo como una alternativa para hacerlo más rentable y competitivo.

Diversos actores de la cadena productiva de Oaxaca, los medios de comunicación y miembros de instituciones públicas y privadas, todas ligadas al sector agrícola, fueron testigos de la firma del Convenio MasAgro, donde el gobierno del estado de Oaxaca, representado por el subsecretario de Desarrollo de Agronegocios y Capacitación de la Sedapa, Adrián Montes Hernández, y el CIMMYT, con el doctor Bram Govaerts —representante del CIMMYT en América—, unen esfuerzos para encaminar los diferentes programas estatales hacia el desarrollo sustentable del campo en beneficio de los productores oaxaqueños. El objetivo general del convenio es mejorar el ingreso de la sociedad rural, facilitando la generación y el uso de tecnología que incremente la productividad y la calidad de los productos agrícolas, al mismo tiempo que

reduce costos y riesgos y promueve la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales.

La estrategia MasAgro, que ha operado en la entidad a través de las acciones coordinadas por el Hub Maíz y Cultivos Asociados Pacífico Sur, en colaboración con el INIFAP y con el apoyo de los colaboradores MasAgro y técnicos certificados, promueve las opciones de innovación y el desarrollo sustentable y equitativo, involucra a pequeños productores y tiene el propósito de generar capacidades para lograr una mejor toma de decisiones, empoderar a los productores y utilizar la información generada por el programa para optimizar sus procesos agrícolas y el mejoramiento de los agroecosistemas de la región.

A su vez, la firma del convenio entre el CIMMYT y el Comité del Sistema Producto Maíz, representado por el CP Vicente Álvarez Delgado, tiene los siguientes objetivos: crear y ejecutar proyectos de investigación para el desarrollo y los impactos, desarrollar las capacidades de los productores en el manejo de tecnologías sustentables para la producción de maíz, apoyar la promoción y el desarrollo de empresas semilleras y promover la creación de granos con tecnologías sustentables para mercados específicos o meta.

Con estas acciones se fortalece el compromiso y la motivación de los actores de la red de innovación para llevar a cabo las tareas que implican los convenios, propiciando la consolidación de agroecosistemas funcionales, estables, confiables y resilientes; además de impulsar la integración de pequeños y medianos productores a la cadena de valor para consolidar su perfil como emprendedores. \*

# INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS Y CONOCIMIENTOS entre los responsables de las plataformas de investigación

## Hub Pacífico Sur

Por: Jonatán Villa Alcántara y Luis Castillo Villaseñor, CIMMYT.

Entre valles y montañas, la **Agricultura de Conservación** se adapta a los desafíos que ofrece el territorio oaxaqueño para brindar nuevas alternativas a los productores.

Durante tres días, en el ciclo OI 2017-2018, los responsables científicos y técnicos de las plataformas de investigación del Hub Pacífico Sur visitaron cuatro de las ocho plataformas establecidas dentro del estado de Oaxaca. También asistieron los responsables de las plataformas de poscosecha, que visitaron una de las cuatro instaladas. Entre los investigadores y técnicos asistentes estuvieron el doctor Simon Fonteyne; los maestros en ciencias Leodegario Osorio Alcalá, Graciela Zárate y Edilberto Aragón Robles; los ingenieros Gabriel Córdoba Gámez, Columba Silva Avendaño, Jonatán Villa Alcántara, Fermín Martínez Hernández, Samuel Randy Aracén Molina, Fernando García Dávila y Zenaida Pérez Martínez; y el coordinador de plataformas Luis Castillo Villaseñor.

En los primeros dos días de visita, el seguimiento técnico se realizó en tres regiones del estado: Valles Centrales (San Francisco Lachigoló y Santa Cruz Xoxocotlán), Mixteca (Santo Domingo Yanhuitlán) y Sierra Norte (Tamazulapam del Espíritu Santo). Se trabajaron temas para la implementación de la **Agricultura de Conservación** (AC). El tercer día se hicieron el análisis y la retroalimentación, en la

que participaron colaboradores del hub en módulos de innovación y técnicos MasAgro. Esto significó la prueba decisiva de cualquier actividad con la que se pretenda ratificar la capacidad o validez de la investigación.

El objetivo de la reunión de plataformas y las visitas de seguimiento técnico fue identificar el potencial de las acciones desarrolladas para la caracterización de los sistemas de producción mejorados establecidos en las plataformas de investigación y poscosecha que respondan a las necesidades de los productores circunvecinos. Además de conocer el avance de las investigaciones, se realizaron prácticas que permiten constatar las mejoras en el sistema de producción —fruto de las innovaciones o prácticas implementadas—, lo que sorprendió a más de uno, pues no se trató de una visita tradicional expositor-público. El recorrido se planeó para visitar lugares contrastantes, desde la Sierra Norte hasta los Valles Centrales, donde existen niveles tecnológicos, sociales, culturales y económicos distintos, pero donde la AC se mantiene como constante y sigue adaptándose a los desafíos que ofrece un territorio como el oaxaqueño.

### DÍA 1

#### Por la mañana, Tamazulapam del Espíritu Santo

Enclavada en la Sierra Norte, se ubica la plataforma de Tamazulapam del Espíritu Santo. En una ladera con pendiente de 30% convive el sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF), promovido desde hace varias décadas por el doctor Ángel Ramos Sánchez. En este espacio de investigación se busca lograr la rentabilidad de este sistema, y que además sea amigable con el ambiente, buscando en todo momento evitar la pérdida de suelo.

Las prácticas realizadas fueron: medición de la pendiente en el sistema MIAF, medición del pH, identificación de malezas y medición de mantillo (cobertura), resistencia a la penetración y sanidad del cultivo. Además, en la investigación se consideró la búsqueda de alternativas de diversificación como el haba, el triticale y la quinua.

#### Por la tarde, San Francisco Lachigoló

La plataforma de investigación ubicada en los Valles Centrales inició sus actividades en el ciclo agrícola PV 2017. Los trabajos de investigación se relacionan con la



evaluación de los principios de la AC, el sistema milpa y el uso de abonos orgánicos como el bocashi y de mezcla con nutrición química; también se evalúan alternativas de rotación de cultivos como garbanzo, chícharo, ebo, avena y triticale. En este espacio de investigación se realizaron prácticas como resistencia a la penetración, medición de cobertura e identificación de deficiencias nutricionales y síntomas de enfermedades (sanidad del cultivo); para evaluar la incidencia de enfermedades, se emplea un método semicuantitativo y se utiliza un sistema visual para determinar el nivel de daño.

### Al cierre, reflexión de las experiencias vividas y compartidas

Mediante preguntas durante la realización de cada práctica en el trabajo de campo, se compartieron las experiencias de encontrarse fuera de la zona de confort y emplear los conocimientos en beneficio de otras investigaciones con condiciones distintas a las habituales. Se valoró el sentido de pertenencia, la unidad por la investigación conjunta, mirar hacia el mismo horizonte y descubrir que son otras piedras las que molestan en el camino, pero que juntos es posible levantarlas.

## DÍA 2

### Por la mañana, Santo Domingo Yanhuitlán

Esta plataforma se ubica en las instalaciones del Sitio Experimental del INIFAP, campus Mixteca Oaxaqueña, en una condición de clima templado seco, e inició sus actividades en 2013. Al llegar al lugar, se entregó a los asistentes el diseño experimental y la tabla de tratamientos que ahí evalúan. Se realizaron las prácticas para valorar el efecto de los principios de la AC en las siguientes temáticas: compactación, sanidad



9 de octubre de 2017. Tamazulapam del Espíritu Santo, Oax. A. La ingeniera Zenaida Pérez Martínez, el ingeniero Fernando García Dávila y el doctor Simon Fonteyne realizan la medición de la pendiente dentro del sistema MAF en la plataforma de investigación. B. El ingeniero Samuel Randy Aracén Molina, la ingeniera Columba Silva Avendaño y el ingeniero Jonatán Villa Alcántara realizan la identificación de arvenses y la medición de población de malezas.

agrícola, mantillo e infiltración. Desafortunadamente, debido a las fuertes lluvias registradas en el estado, existe exceso de humedad en el suelo, lo que impide observar los efectos entre tratamientos.

### Por la tarde, Santa Cruz Xoxocotlán

En las instalaciones del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) se ubica la plataforma de investigación que busca replicar el sistema milpa (maíz, calabaza y

frijol) en combinación con los principios de la AC. Al llegar, los investigadores responsables explicaron los trabajos que ahí se desarrollarán. El grupo de investigadores se dividió en equipos de trabajo para evaluar variables agronómicas que pudieran reflejar el efecto del sistema milpa y los principios de la AC. Las prácticas efectuadas fueron: medición de cobertura de suelo, sanidad del cultivo, medición del pH, resistencia a la penetración, medición de la pendiente



10 de octubre de 2017. Santa Cruz Xoxocotlán, Oax. Los ingenieros Fernando García Dávila, Samuel Randy Aracén Molina y Fermín Martínez Hernández realizan la medición de pH y materia orgánica, a diferentes profundidades del perfil, en la plataforma de investigación.



10 de octubre de 2017. Santa Cruz Xoxocotlán, Oax. Los responsables científicos y técnicos: los maestros en ciencias Edilberto Aragón Robles y Graciela Zarate Altamirano y el ingeniero Gabriel Córdoba Gámez presentan la plataforma de investigación con sistema milpa en Agricultura de Conservación.



11 de octubre de 2017. Oaxaca de Juárez, Oax. Reunión de vinculación de actores locales del Hub Pacífico Sur.

y determinación visual de la materia orgánica.

### Al cierre, reflexión de las experiencias vividas y compartidas

De igual forma que el primer día, el cierre se hizo con reflexiones sobre los trabajos realizados en cada práctica, logrando el objetivo de las temáticas expuestas en cada plataforma. Se revisó en dónde es posible mejorar las investigaciones y también en dónde se requiere apoyo. Además, se compartió el interés por conducir mejor las investigaciones, en beneficio de los productores.

### DÍA 3 Reunión de vinculación de actores locales del Hub Pacífico Sur

Durante la sesión de trabajo, participaron los investigadores responsables de las plataformas y asistieron técnicos que se ubican en las diferentes regiones del estado

de Oaxaca, principalmente en el área de influencia de alguna de las ocho plataformas de investigación. La finalidad de este interesante ejercicio fue evaluar el impacto que tienen las plataformas en las zonas de trabajo de los actores locales y qué tanto las investigaciones responden a la problemática de los sistemas agrícolas locales.

Esta actividad permitió identificar el grado de conocimiento que tienen los técnicos acerca de las actividades que se desarrollan en las plataformas; así mismo, permitió a los científicos reflexionar sobre el impacto que tiene cada investigación. Además, se logró consolidar la vinculación entre investigadores y técnicos que colaboran en las plataformas y los módulos correspondientes al Hub Pacífico Sur.

Para concluir las actividades, se organizaron mesas de trabajo para diseñar una estrategia de intervención que permita posicionar el trabajo en las diferentes regiones del estado de Oaxaca y generar áreas de impacto reales. Gracias a estas acciones, podemos caracterizar el mejor sistema de producción adaptado y adoptado por los productores circunvecinos a las plataformas de investigación y ofrecer un menú tecnológico que permita al productor potencializar sus tierras para la producción de alimentos a un menor costo y con un mayor ingreso familiar, con la diversificación de los cultivos, pero —sobre todo— con un suelo conservado y mejorado en nutrición y microorganismos, para lograr así la intensificación sustentable. ✨

# Nuevas variedades de TRIGO HARINERO PARA EL BAJÍO

## Evaluación del potencial

Por: Ernesto Solís Moya, INIFAP.

### INIFAP realizó ensayos de rendimiento de variedades de trigo.

A través del programa MasAgro Guanajuato y la vinculación que se tiene con el INIFAP, se realizaron varios ensayos para conocer el potencial y evaluar la estabilidad de rendimiento de ciertas líneas experimentales de trigo que se siembran en parcelas de productores del Bajío. Algunas variedades se evaluaron en la plataforma de Pénjamo, Guanajuato. Estas pruebas se hacen en ensayos de rendimiento donde se incluyen, además de las variedades nuevas, las principales que se siembran comercialmente en la región, así como líneas avanzadas que han destacado en ensayos dentro de un campo experimental.

Durante los ciclos OI 2013-14, 2014-15, 2015-16 y 2016-17 se realizaron en parcelas de productores 14 ensayos de rendimiento donde se evaluaron 36 genotipos, entre ellos las cuatro nuevas variedades liberadas para su siembra en el Bajío: Cisne F2016 (25), Faisán S2016 (15), Ibis M2016 (8) y Elia M2016 (34). Las variedades nuevas se compararon con las sembradas regionalmente: Cortázar S94 (1), Urbina S2007 (2), Maya S2007 (5), Bárcenas S2002 (7), Eneida F94 (9), Alondra F2014 (11), Salamanca S75 (16) y Luminaria F2012 (24). Además, se incluyó un grupo de líneas que han destacado en los ensayos de rendimiento establecidos en el Campo Experimental Bajío y que podrían liberarse como variedades nuevas en los próximos años. Tanto las



Durante cuatro ciclos de cultivo, se realizaron 14 ensayos de rendimiento donde se evaluaron 36 genotipos.

variedades nuevas como los testigos se repitieron en los cuatro años de evaluación, dependiendo de su rendimiento, resistencia a royas y longitud de ciclo; el resto de las líneas se evaluaron de uno a cuatro años. El manejo experimental que se dio a las parcelas, como fechas de siembra, aplicación de insumos y oportunidad de riegos, fue de acuerdo con el manejo particular de cada productor cooperante. También se estimó el rendimiento medio anual de los ensayos evaluados.

Con los datos de los testigos y de cada una de las variedades, se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias usando la prueba de Tukey con el programa estadístico SAS.

Los mayores y menores rendimientos se obtuvieron en Abasolo en el ciclo OI 2016-17 y en Valle de

Santiago en el ciclo OI 2014-15, con 8,589 y 4,152 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Entre genotipos, el rendimiento más alto fue obtenido por la variedad 31 (Anatoly C2011) en el ciclo OI 2016-17, con 10,832 kg ha<sup>-1</sup>; y el más bajo, por la variedad Eneida F94 en el ciclo OI 2014-15, en Valle de Santiago, con 1,982 kg ha<sup>-1</sup>. Los rendimientos más altos y bajos para Ibis M2016 fueron obtenidos en Abasolo, OI 2016-17, y en Valle de Santiago, OI 2014-15, con 8,575 y 3,794 kg ha<sup>-1</sup>; para Faisán S2016, en Abasolo, OI 2016-17, y Pénjamo, OI 2014-15, con 8,346 y 4,279 kg ha<sup>-1</sup>; para Cisne F2016, en Abasolo, OI 2016-17, y en Pénjamo, OI 2014-15, con 9,375 y 4,181 kg ha<sup>-1</sup>; y para Elia M2016, en Abasolo, OI 2016-17, y en Valle de Santiago, OI 2014-15, con 9,956 y 4,252 kg ha<sup>-1</sup>.

En 2017 Abasolo fue la localidad de mayor rendimiento con un promedio de 8,106 kg ha<sup>-1</sup>, estadísticamente superior ( $p \leq 0.05$ ) a las otras 13 localidades. En general, las localidades con mayor rendimiento fueron las sembradas en OI 2016-17, y las de menor rendimiento, las establecidas en OI 2014-15.

Las variedades Cisne F2016 y Elia M2016, estadísticamente, superaron a todas las liberadas antes de 2016 y fueron iguales a las variedades Faisán S2016 e Ibis M2016. Estas últimas, a su vez, superaron numéricamente a

**Cuadro 1. Comparación entre las localidades donde se evaluaron las nuevas variedades de trigo liberadas en 2016.**

Localidad*	Ciclo OI	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	
Abasolo	2016-2017	8,106	A
Salamanca	2015-2016	7,338	B
Pénjamo	2016-2017	6,897	CB
Valle de Santiago	2016-2017	6,546	CD
Pastor Ortiz, Michoacán	2014-2015	6,373	CD
Pénjamo	2015-2016	6,083	ED
Valle de Santiago	2015-2016	5,523	EF
Pénjamo	2013-2014	5,252	GFH
Salamanca	2016-2017	4,979	GFH
Jerécuaro	2014-2015	4,975	GFH
Abasolo	2013-2014	4,741	GIH
Manuel Doblado	2014-2015	4,484	IH
Pénjamo	2014-2015	4,379	IH
Valle de Santiago	2014-2015	4,089	IH

\*Todas las localidades se ubican en Guanajuato, excepto Pastor Ortiz. Localidades con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Cuadro 2. Comparación de medias entre las variedades liberadas en 2016 y las variedades comerciales sembradas en el Bajío.**

Varietal*	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	
Cisne F2016	6,527	A
Elia M2016	6,460	A
Faisán S2016	6,159	BA
Ibis M2016	6,032	BA
Alondra F2014	5,834	BC
Bárceñas S2002	5,831	BC
Urbina S2007	5,727	BC
Maya S2007	5,588	BC
Cortázar S94	5,352	DC
Salamanca S75	5,339	DC
Luminaria F2012	4,938	DE
Eneida F94	4,583	E

\*Variedades con la misma letra no son significativamente diferentes.

Alondra F2014, Bárceñas S2002, Urbina S2007 y Maya S2007, pero fueron iguales estadísticamente. Todo este grupo de variedades fue estadísticamente superior a Cortázar S94 (la variedad más sembrada en el Bajío), Salamanca S75, Luminaria F2012 y Eneida F94 (estas dos últimas susceptibles a roya lineal amarilla). \*



Cultivos de nuevas variedades de trigo en el Bajío: A. Cisne F2016; B. Elia M2016; C. Faisán S2016; D. Ibis M2016.

# Evaluación de la PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ mediante tecnologías MasAgro

## Plataforma de investigación Huichapan, Hidalgo

Por: Raúl Olivera-García, plataforma de investigación Huichapan, Hidalgo.

**Se obtuvieron mejores resultados en rendimiento de maíz con un híbrido de variedad diamante.**



Se adoptaron las tecnologías MasAgro en el área de la plataforma y se propuso emplear el sistema de siembra en camas permanentes anchas para las zonas donde hay problemas por sequía o menor precipitación pluvial.

La plataforma de Huichapan, Hidalgo, inició labores en 2016 a cargo del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan en la localidad El Saucillo. Está orientada a la investigación en granos básicos y forrajes y es una continuación de la plataforma que se evaluó en Nopala, Hidalgo, en años anteriores.

El sistema de producción en la zona es maíz criollo bajo condiciones de temporal, con una precipitación media anual de 550 mm.

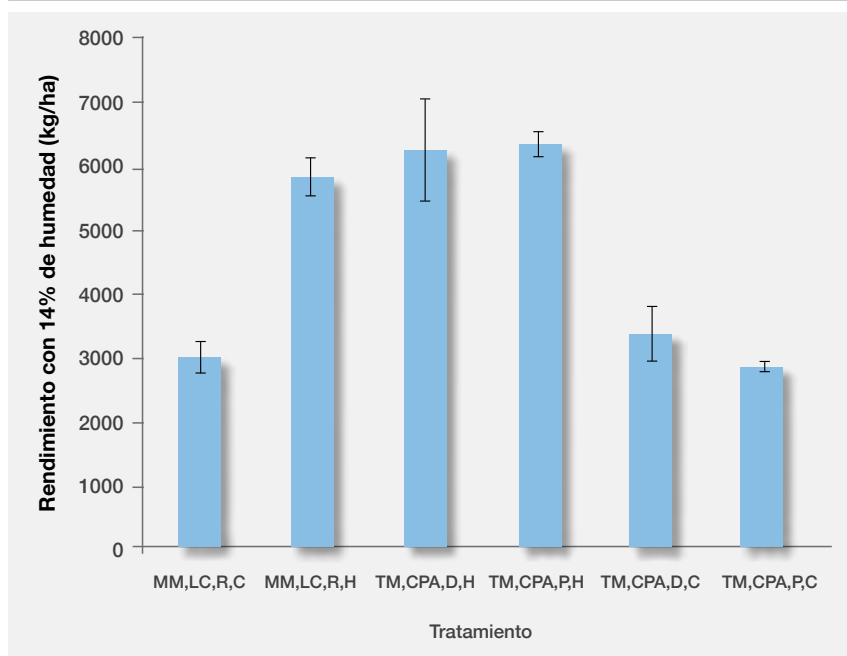
Se llegan a establecer rotaciones con frijol o cultivos forrajeros, principalmente avena. Los rendimientos en la zona son bajos,  $1.65 \text{ t ha}^{-1}$  en 2016 (SIAP, 2016), debido a un manejo muy deficiente de fertilización y control de malezas.

Para mejorar la productividad, se adoptaron las tecnologías MasAgro en el área de la plataforma y se propuso emplear el sistema de siembra en camas permanentes anchas para las zonas donde hay problemas por

sequía o menor precipitación pluvial. En regiones con mayor precipitación se podría optar por el sistema de labranza mínima, solamente con el paso de subsoleo y rastra, principalmente con maíz híbrido, que presenta menos problemas de acame.

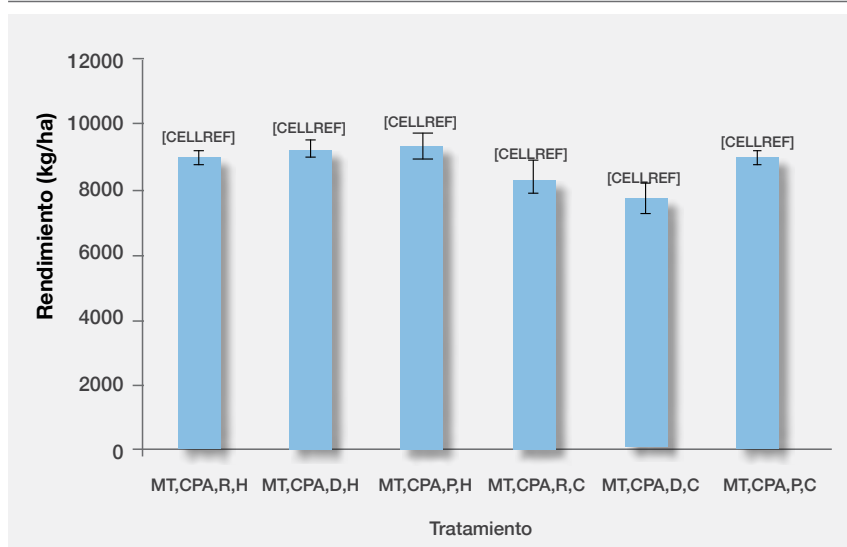
Debido a que los productores suelen retirar el rastrojo para alimentar sus animales y que la cobertura con rastrojo es esencial para tener éxito en camas permanentes, se evalúa también

**Gráfica 1. Resultados de rendimiento de maíz obtenidos en el ciclo PV 2017 en la plataforma de investigación Huichapan, Hidalgo.**



Las barras de error representan la desviación estándar de los valores de cada tratamiento. Abreviaciones: MM = maíz-maíz, TM = maíz-triticale, LC = labranza convencional, CPA = camas permanentes anchas (1.60 m), D = rastrojo dejado sobre la parcela, R = rastrojo retirado, P = rastrojo dejado parcialmente (de la altura de la mazorca hacia abajo), H = híbrido, C = criollo.

**Gráfica 4. Resultados de rendimiento de triticale (materia seca) obtenidos en el ciclo PV 2017 en la plataforma de investigación Huichapan, Hidalgo.**



Las barras de error representan la desviación estándar de los valores de cada tratamiento. Abreviaciones: MT = maíz-triticale, LC = labranza convencional, CPA = camas permanentes anchas (1.60 m), D = rastrojo dejado sobre la parcela, R = rastrojo retirado, P = rastrojo dejado parcialmente (de la altura de la mazorca hacia abajo), H = híbrido, C = criollo.

la rotación de maíz con triticale, para producir maíz para grano y un forraje de mayor calidad.

Cuando se realiza un mínimo de operaciones de labranza, se reducen costos, así como tiempo y desgaste de maquinaria, comparado con la labranza convencional. Si bien el sistema de siembra en camas con rastrojo dejado sobre la superficie es el que mejor ha funcionado en la plataforma de Nopala, sobre todo bajo condiciones de sequía, también se podría emplear el sistema de labranza mínima en plano con incorporación de rastrojo, principalmente en las regiones donde se tienen problemas de pastoreo o quema de rastrojo.

En el ciclo PV 2017 los mayores rendimientos se obtuvieron en el tratamiento establecido con maíz híbrido (variedad diamante) (gráfica 1). El rendimiento del maíz híbrido fue, en promedio, de 6 t ha<sup>-1</sup>, mientras que el del criollo fue de 3 t ha<sup>-1</sup>. El rendimiento del híbrido fue, en promedio, 400 kg ha<sup>-1</sup> más alto en camas permanentes que en labranza convencional. El triticale que se evaluó para forraje dio buen rendimiento, con un promedio de 9.2 t ha<sup>-1</sup> de materia seca después de maíz híbrido y 8.3 t ha<sup>-1</sup> después de maíz criollo (gráfica 2). Con esos rendimientos, los productores podrían cultivar maíz en una parte de sus terrenos dejando el rastrojo y cultivar forraje en otra parte, y obtener más grano y forraje que en el sistema actual. Para poder determinar el mejor sistema de producción para la zona y evaluar si la **Agricultura de Conservación** mejora la calidad del suelo y los rendimientos del grano, es necesario seguir evaluando los tratamientos durante los siguientes años.\*

# Primer ciclo de BUENOS RESULTADOS

## Plataforma de investigación San Juan del Río III, MASAGRO QUERÉTARO

Por: Bernardo Zavaleta Gómez, CIMMYT, y Laura Cedillo, Hub Bajío-Guanajuato.

**La vinculación generada logró que los productores y otros actores de la región conocieran opciones beneficiosas para atender problemas regionales.**



Una de las innovaciones es la siembra en hileras en camas permanentes.

Como parte del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional en Querétaro (MasAgro Querétaro), se instaló una plataforma de investigación con la contribución del grupo Finca Agropecuario Módulo 2 (FAM 2), con Juan Manuel Rojas, de Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro AC (SAQ), como responsable técnico y el doctor Iván Ortiz-Monasterio, del CIMMYT, como responsable científico. Se encuentra a orillas de la autopista Querétaro-San Juan del Río, dentro del corredor agrícola entre estas dos ciudades, que comprende localidades como

el Organal, Pedro Escobedo y La Valla, entre otras.

La colaboración con Finca Agropecuario Módulo 2 es trascendental, ya que está situada en un área representativa de la zona agrícola del Bajío queretano. Asimismo, tiene el reconocimiento de otras asociaciones de productores, pero destaca sobre todo por ser una sociedad muy participativa y mostrar resultados positivos. Todas estas características son favorables para compartir con un número amplio de productores que la Agricultura Sustentable se puede implementar.

En este proceso también fue muy importante la participación de Gustavo Rosales, productor cooperante y miembro de esa sociedad, ya que su parcela tiene las características idóneas para ser representativa de la zona. Se ubica entre 1,500 y 2,000 msnm, con clima semisecco templado y lluvias que van de 500 a 700 mm por año, donde dominan los terrenos con suelos planos, arcillosos y profundos.

Los cultivos predominantes son maíz, sorgo, frijol (flor de junio) y cebada; en años anteriores se sembraban chiles pasilla y

guajillo. Antes de que existiera riego, se cultivaba lenteja, garbanzo, zanahoria, ajo y cebolla. Actualmente, los productores siembran híbridos de empresas trasnacionales (maíz y cebada).

La preparación del suelo consiste en barbechos, rastreos, surcado y tabloneo, y generalmente se siembra a tierra venida. El uso de agroquímicos para el control de plagas es frecuentemente excesivo y el manejo de fertilizantes se realiza de forma empírica, no hay control de enfermedades.

Las parcelas oscilan entre las 7 y 8 hectáreas. Alrededor de 95% de la producción es dirigido a la venta y 5% para autoconsumo. Gracias a este análisis, se identificaron puntos críticos en los que la tecnología MasAgro se podría implementar, los cuales tienen una incidencia en el cultivo, tanto a corto como a largo plazo.

Ante este panorama, las acciones propuestas por los productores, técnicos y científicos para mejorar la sustentabilidad y rentabilidad del sistema de producción fueron reducir las actividades de preparación del suelo, mejorar los suelos a través de la integración de materia orgánica y determinar el porcentaje de cobertura de rastrojos adecuado para este fin y para evitar los daños por las heladas.

Uno de los puntos clave fue el Manejo Agroecológico de Plagas, que busca el control con base en métodos sustentables, como el control biológico o por extractos vegetales. También se promovieron la fertilización con base en el análisis de suelo y la evaluación de variedades de semillas; se busca reducir los costos de producción con estas tecnologías.

Los costos de producción del sistema predominante en la región del Bajío queretano (área de influencia



Silvia Hernández Orduña, gerente del Hub Bajío, en uno de los eventos demostrativos con productores en la plataforma de investigación San Juan del Río III.

de la plataforma de investigación San Juan del Río III), antes de la intervención de MasAgro y conforme a la información de los productores de Finca Agropecuario Módulo 2, eran de \$33,329/ha para maíz mejorado, con un rendimiento promedio de 13 t/ha, y \$20,370/ha para cebada, con un rendimiento promedio de 6 t/ha, siendo éstos indicadores de línea base.

La vinculación con los productores a través de eventos de divulgación está teniendo un efecto positivo en el conocimiento del manejo de los cultivos. Un ejemplo de esto se dio al presentarse la enfermedad de mancha reticular (*Pyrenophora graminea*) en el cultivo de cebada: se hizo un evento demostrativo en la plataforma, en el que se explicó la enfermedad y se mostró a los productores cómo reconocerla en campo y cómo manejarla. La enfermedad se erradicó del cultivo y se planteó que en próximos eventos se muestre cómo se logró para que todos los productores tengan una idea más clara de cómo manejarla. Esto nos confirmó que, mientras más capacitación reciben los productores, más abiertos están al uso de nuevas tecnologías.

Es importante mencionar que la plataforma de investigación inició

Año Cero en el ciclo OI 2016-2017. El acondicionamiento o primera intervención consistió en la nivelación de la parcela. Se sembró para iniciar el ciclo OI 2016-2017 y se implementó la siembra a dos y tres hilos. En ella se evaluaron variedades de cebada, avena, triticale, garbanzo y maíz.

Al empezar el ciclo PV 2017 se establecieron tratamientos de labranza mínima y de conservación, con camas angostas y camas anchas permanentes y diferentes cantidades de rastrojo.

En el marco de las acciones colaborativas, específicas de la región, durante todas las etapas se consensó y se consideraron los comentarios y las recomendaciones de los especialistas (Sede a y Hub Bajío-Guanajuato), incluyendo a los actores locales (SAQ y FAM 2). Así se logró que un gran número de interesados se organizara y participara en forma conjunta dentro de un mismo proyecto.

La implementación de plataformas de investigación es un proceso que implica trabajo conjunto por parte de los involucrados, esto es vital para hacer de la agricultura una actividad más sustentable, con beneficios para el campo y los productores del Bajío queretano. \*



# MasAgro Guanajuato

## Modelo de ESCALAMIENTO Y EXTENSIONISMO AGRÍCOLA

Por: Ramón Barrera, CIMMYT.



Recorrido por el módulo Huanimaro.

Como resultado del impulso a la investigación, el desarrollo, la validación, la adopción, la transferencia y la difusión de tecnologías y prácticas agrícolas innovadoras en el campo, MasAgro Guanajuato se ha consolidado como un modelo de escalamiento y extensión agrícola en el estado. Desde su inicio (hace más de cuatro años) a la fecha, el programa MasAgro Guanajuato ha impactado en más de 23,225 hectáreas de la mano de 2,086 productores de manera directa, más 8,348 productores con los que ha trabajado de manera indirecta a través de las capacitaciones y demostraciones en campo. Estos logros han sido posibles gracias a la participación del

gobierno de Guanajuato a través de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAYR), que en su Dirección de Innovación y Tecnología Agrícola adoptó el programa para contribuir a la modernización de la agricultura tradicional mediante la difusión de la **Agricultura de Conservación (AC)**, con el fin de fomentar la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de los pequeños agricultores. El programa es coordinado y supervisado mediante un convenio de colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Con ocho plataformas de investigación funcionales y vinculadas

**La adopción de la Agricultura de Conservación impacta en ahorros de 25 a 30%, que equivalen a entre \$4,000 y \$4,500 por hectárea.**

con productores, técnicos e investigadores ubicadas en los municipios de Irapuato, Acámbaro, Apaseo el Alto, Ocampo, Pénjamo, San Luis de la Paz y Villagrán, MasAgro Guanajuato está demostrando que con la adopción de tecnologías innovadoras la productividad se convierte en rentabilidad agrícola.

# PLATAFORMAS DE INVESTIGACIÓN MASAGRO GUANAJUATO

Rentabilidad:

## beneficio-costo

de 2.3, en promedio en AC

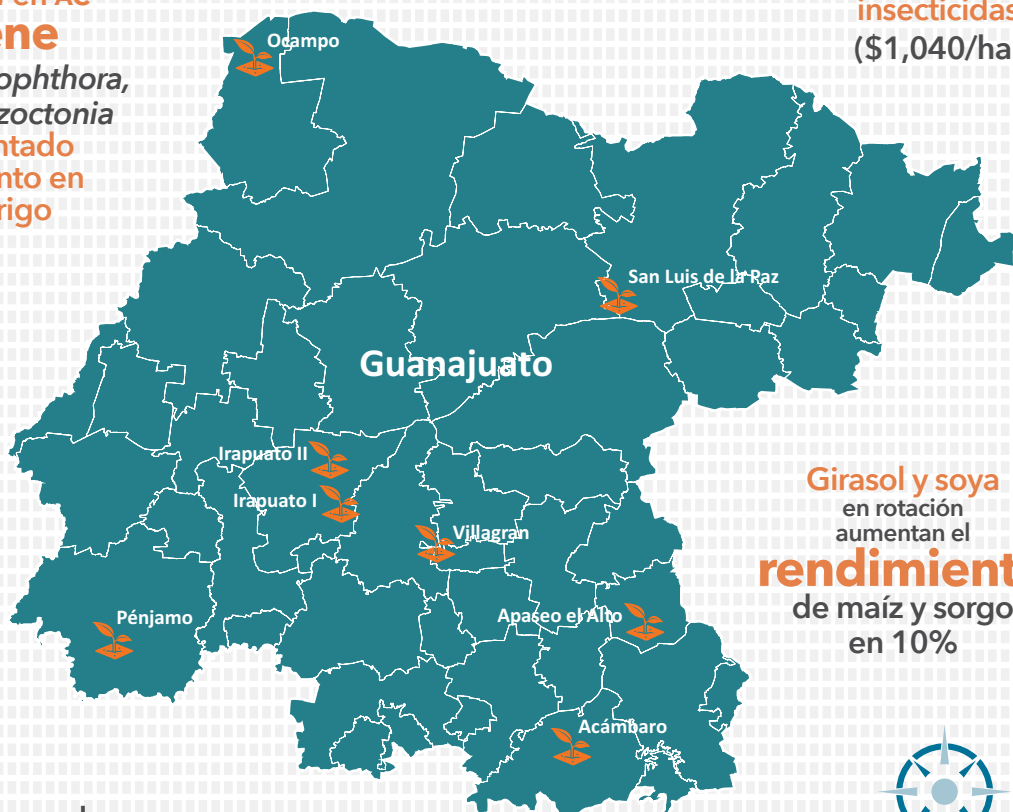
Ahorro en costos de **25 a 30%**, es decir, \$4,000 a \$4,500 por hectárea en tratamientos en AC + riego

Con base en el monitoreo constante, **reducción de una a dos aplicaciones de insecticidas** (\$1,040/ha)

El uso de microorganismos como **el hongo *Trichoderma* en AC** **previene**

*Fusarium, Phytophthora, Pythium y Rhizoctonia* y ha aumentado el rendimiento en **17%** en trigo

**-25%** reducción de costos en temporal y aumento de la **rentabilidad +35%** en producción de maíz



Girasol y soya en rotación aumentan el **rendimiento de maíz y sorgo en 10%**

## Vinculación con el Parque Agro Tecnológico Xonotli:

establecimiento de una plataforma de investigación y validación

El sistema de AC y labranza mínima **supera en 30%** al convencional en la producción de silo de maíz

**Siembra de grano pequeño en hileras** para el norte del estado aumentó el rendimiento en 100%, lo **incrementó de 1 a 2 t/ha**

Fuente del mapa: CIMMYT (2017). Resultados de las innovaciones MasAgro Guanajuato. Nuevos logros en respuesta a las necesidades de los sistemas de producción 2015.



En apoyo a la adopción de innovaciones tecnológicas en sistemas de producción tradicionales, módulos y áreas de extensión, durante el ciclo OI 2016-2017 se establecieron 16 módulos y 175 áreas de extensión en 27 municipios, trabajando muy de cerca con 164 productores para la difusión de la Agricultura Sustentable. Para el ciclo primavera-verano 2017 se trabajó en 41 municipios, con el establecimiento de 38 módulos y 535 áreas de extensión, en una superficie total de 2,705 hectáreas de manera directa y más de 304 hectáreas de manera indirecta, con más de 450 productores.

## FERTILIDAD INTEGRAL

La aplicación de fertilizantes químicos en la agricultura en muchos casos se usa de forma que excede lo que demandan los cultivos y, por lo tanto, su uso afecta la economía del productor y el medio, en el corto y mediano plazos. En MasAgro Guanajuato se promovió la transferencia del plan de fertilidad integral en maíz en 251 sitios en el estado, con base en el enfoque de las 4R, que nos permite usar más eficientemente los fertilizantes y disminuir costos. Se promovió el uso del sensor GreenSeeker™, lo que contribuyó a un ahorro de 73 kg de N ha<sup>-1</sup>, que equivale —aproximadamente— a \$1,800 por hectárea, sin disminuir rendimiento. En Guanajuato se realizó el mapa de reacción de suelo en 326 parcelas, lo que contribuye a mejorar la eficiencia en la aplicación de los fertilizantes.

De acuerdo con los datos obtenidos en los módulos donde se compara el tratamiento tradicional con el tratamiento de innovación, durante los ciclos PV 2016 y OI 2017 hubo mayor rentabilidad en las parcelas de innovación, con 18.2% en cebada, 31.2% en maíz de riego, 43% en maíz de temporal y 68.4% en trigo.



Actividades de capacitación en las plataformas Pénjamo (arriba) y Xonotli (abajo).



Empleo del sensor GreenSeeker™.

**El uso del sensor GreenSeeker™ contribuyó a un ahorro de 73 kg de N ha<sup>-1</sup>, equivalente a \$1,800 por hectárea, sin disminuir rendimiento.**

## MAQUINARIA INTELIGENTE

Para abastecer de maquinaria a los productores del estado que han adoptado o tienen interés por la **Agricultura de Conservación**, ésta se ubicó en los municipios de Manuel Doblado y San Miguel de Allende; con ello se inició la estrategia de puntos de maquinaria. Estos puntos han atendido dos zonas agroecológicas importantes de Guanajuato, con un total de 13 municipios mecanizados en la práctica de la AC, lo que ha impactado de manera directa en más de 100 hectáreas de julio a la actualidad.

Esta estrategia empieza a convertirse en una actividad autosostenible para los operadores de los puntos de maquinaria y en una fuente de mecanización adecuada para llevar a cabo la **Agricultura de Conservación**, que, comparada con la labranza convencional, representa —sólo en el consumo de combustible— un ahorro de 49%.

## CAPACITACIÓN A PRODUCTORES

Para el programa MasAgro Guanajuato, llevar conocimiento al productor es indispensable para que pueda tomar mejores decisiones, por eso fomenta el desarrollo de capacidades y la formación de agentes de cambio que demanda el sector. Durante 2017 se realizaron 25 capacitaciones, en las que participaron 92

**Tabla 1. Resultados de rentabilidad de cultivos.**

Tipo de parcela	Cultivo	Sistema de humedad	Ciclo	Ingresos (\$/ha)	Costos de producción (\$/ha)	Rentabilidad (\$/ha)
Innovación	Cebada	Riego	OI 2017	27,193.3	16,207.6	10,985.8
Testigo	Cebada	Riego	OI 2017	24,955.0	15,663.6	9,291.4
Innovación	Maíz	Riego	PV 2016	39,196.2	17,724.1	21,472.0
Testigo	Maíz	Riego	PV 2016	34,314.2	17,953.6	16,360.5
Innovación	Maíz	Temporal	PV 2016	17,948.7	8,241.7	9,707.0
Testigo	Maíz	Temporal	PV 2016	14,845.8	8,057.5	6,788.3
Innovación	Trigo	Riego	OI 2017	29,836.9	16,679.8	13,157.2
Testigo	Trigo	Riego	OI 2017	25,134.8	17,321.7	7,813.1

técnicos de diversas estrategias, entre ellas MasAgro Guanajuato, Extensionismo y PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico. Los temas impartidos fueron Manejo Integrado de Malezas (MIM), comercialización, fertilidad, Manejo Agroecológico de Plagas (MAP), redacción, análisis de datos, producción de maíz, comunicación y diagnóstico de parcela. A la par, para productores se realizaron 52 talleres, con una participación de 499 agricultores, donde se abordaron temas diversos enfocados a la producción sostenible de granos básicos.

Para dar soporte al trabajo de MasAgro Guanajuato, se cuenta actualmente con un equipo de 24 técnicos; ocho especialistas de soporte, por parte del CIMMYT; y cinco tutores, además de la red de colaboradores. Durante 2017 se desarrollaron tres foros regionales de demanda, con la participación de más de 600 actores locales; así como el foro estatal, al que asistieron más de 400 personas, quienes permitieron mostrar los avances del programa e identificar las áreas de oportunidad.

Por los buenos resultados de MasAgro Guanajuato, este año se ha vinculado la estrategia de

Extensionismo, donde se coordina y replica el modelo con 52 técnicos del Programa de Extensionismo Pequeños Productores. Además de impulsar la investigación, el desarrollo, la validación, la transferencia y la difusión de tecnologías y prácticas agrícolas innovadoras que promuevan mejoras en los eslabones de la cadena agroalimentaria, MasAgro Guanajuato tiene muy claro su fundamento de incrementar de manera sustentable la productividad de los sistemas de cultivo de maíz y trigo para garantizar la seguridad alimentaria global y reducir la pobreza en el estado. Su impacto en la cultura agrícola del estado es real, porque involucra a los productores para que se adapten a las nuevas tecnologías y condiciones del mercado, buscando que la productividad se convierta en rentabilidad agrícola.\*



Los foros regionales, así como el estatal, permitieron mostrar los avances de MasAgro Guanajuato.

# KDSmart, una solución práctica para la TOMA DE DATOS en campo y laboratorio

Por: Carlos Javier Garay López, Marcela Carvalho Andrade y Rafael E. Venado, CIMMYT.



Toda institución, empresa o científico que se dedica a la investigación fehaciente se enfrenta siempre al reto de la toma de datos de sus experimentos, estudios y trabajos. Esto debe realizarse en forma rápida y confiable, de manera que, al terminar una jornada de registro de observaciones, los datos e imágenes sean verdaderos y fidedignos.

Con el avance en las tecnologías de la informática y la computación electrónica, los formatos digitales son fundamentales para poder revisar o curar los datos de manera sencilla, particularmente cuando se trata de una gran cantidad de material muestreado. Además, los datos tienen que ser fácilmente organizados y archivados para su interpretación, análisis y verificación por parte del personal responsable. Estos formatos digitales deben ser compatibles para manejarse por medio de algún programa de análisis estadístico, con base en el diseño experimental que se haya definido para el estudio.

El CIMMYT y MasAgro, en colaboración con los especialistas en software de la empresa DArT, en Australia, resolvieron este reto de una forma práctica. La respuesta fue el desarrollo de una aplicación que es gratuita y multilingüe (se puede configurar en español, inglés o alemán) y permite hacer las operaciones descritas al inicio, facilitando la captura de datos en tiempo real en un dispositivo portátil, que puede ser una tableta electrónica o un teléfono inteligente con cámara (no indispensable). Las características del dispositivo electrónico con el que se va a trabajar son fáciles de cubrir por cualquier programa de investigación.

KDSmart es el nombre de esta aplicación y está disponible para descargarse e instalarse en cualquier dispositivo que tenga las características anteriores a través de Google Play Store.

Una vez instalada en la tableta o el teléfono inteligente, se cargan los formatos o las plantillas para

su operación o trabajo en formato csv (*comma separated values/ comma delimited*). Para poder usar la aplicación, sólo se requiere una breve capacitación, debido a que es muy intuitiva, y —posteriormente— se puede comenzar a obtener datos e imágenes en trabajos de investigación, tanto de maíz como de trigo, aunque también sirve para diferentes tipos de estudios o cultivos, en donde sólo se necesita incluir un archivo que contenga las variables por registrar en ese trabajo.

Las plantillas para operación incluyen: a) el Libro de campo (*Field Book*); b) las Variables (*Traits*), todas las que se vayan a registrar del cultivo, aunque se pueden seleccionar únicamente las que se desee registrar o coleccionar en el momento; y c) las Etiquetas (*Tags*), que sirven para indicar alguna observación en particular al momento de coleccionar los datos agronómicos o de cosecha en las parcelas. Estas variables y etiquetas también pueden ser creadas o modificadas directamente en el dispositivo durante el uso de KDSmart, según se vaya recorriendo el ensayo o experimento.

Los tipos de variables que se pueden registrar son:

- 1) *Categorías*, para calificar por categoría dentro de ciertos rangos o valores predeterminados, como las escalas de calificación para enfermedades foliares;

## Características mínimas de los dispositivos que aceptan KDSmart



SISTEMA  
ANDROID



MEMORIA DE  
ALMACENAMIENTO  
DE 8 GB, MÍNIMO



MEMORIA  
RAM DE 1 GB,  
MÍNIMO



MEMORIA  
EXTERNA  
DE 8 GB, MÍNIMO



TABLETA  
ELECTRÓNICA O  
TELÉFONO  
INTELIGENTE  
CON PANTALLA DE 6 A 7"

- 2) *Fechas*, consta de un calendario con fecha para el registro de floraciones u otras etapas de desarrollo;
- 3) *Días transcurridos desde la siembra*, permite el conteo automático de días desde la siembra hasta un evento determinado, como la floración, sin necesidad de hacer el cálculo;
- 4) *Enteras*, son valores que se registran como enteros, desde 0 a 100 miles, como número de plantas, mazorcas y granos;
- 5) *Decimales*, son valores con decimales, como peso de campo; y
- 6) *Texto*, para las observaciones o comentarios. La similitud con la toma de datos en un libro de campo es exactamente igual, pero en forma electrónica o digital.

Para iniciar el trabajo con KDSmart, primero se crea un Libro de campo en un archivo Excel, con la lista de las entradas por

evaluar. Este archivo se transforma a formato csv, el cual se importa al dispositivo para trabajar en la captura de datos e imágenes. KDSmart reduce los errores en la toma de datos al máximo, ya que se ajustan los rangos de registro de cada característica a valores entre los cuales se considera que se encuentra la población evaluada. Por ejemplo, se puede ajustar el rango de altura de plantas a valores entre 2.0 (mínimo) y 3.5 metros (máximo); al capturar un valor menor o mayor a los establecidos como mínimo y máximo, se escucha un sonido de alerta y no se registra ese número en la base de datos. La aplicación también envía un mensaje sonoro si se omite alguna parcela en la toma de datos, gracias a lo cual se evita la pérdida de información.

No hay necesidad de guardar los datos manualmente, ya que esto se hace de forma automática en la memoria del dispositivo

cada vez que se captura una entrada, lo que evita la pérdida de tiempo o de información. Adicionalmente, la aplicación permite configurar diversas maneras de recorrer el ensayo en campo o de obtener los datos en laboratorio. Se puede elegir el modo de caminar en serpentina o en dirección de los surcos; incluso, se puede alternar la dirección del recorrido: empezando del final hacia el inicio, hacerlo de forma estándar o empezar por el inicio y recorrer las parcelas de izquierda a derecha en forma de serpentina. Una vez que se ha llegado al final de cada faja o rango, suena una alarma para indicar el cambio a la siguiente faja, la cual puede recorrerse ahora de derecha a izquierda, según se haya configurado el dispositivo.

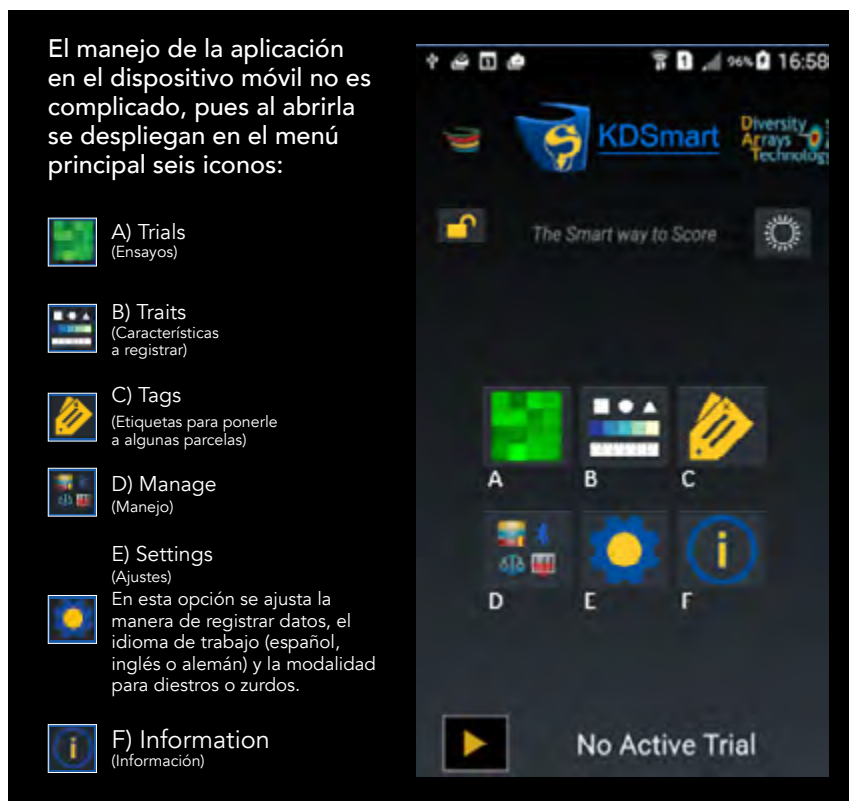


Figura 1. Pantalla de opciones de configuración para las diversas maneras de recorrer el ensayo en campo o de verlo en laboratorio. Fuente: <http://www.kddart.org/kdsmart.html>.

Otra característica innovadora es tomar fotografías y almacenar imágenes importantes y relevantes para el ensayo en tiempo real. Además, la misma aplicación identifica y asigna la imagen registrada a la parcela o entrada correspondiente donde se tomó, y así, al descargarla ya se encuentra correctamente identificada.

Esta función evita dejar el Libro de campo a un lado o en el suelo,

tomar la imagen con otros dispositivos y crear error o pérdida de tiempo.

La aplicación también permite colocar etiquetas (tags); esto es útil cuando se presenta algo diferente en alguna parcela o se necesita agregar un comentario relacionado a su apariencia, desempeño o alguna eventualidad sufrida, como ocurrencia de enfermedades, daño por animales u otro. Las etiquetas pueden ser predeterminadas para parcelas específicas, ahorrando el tiempo de escritura.

Es cualquier día de trabajo, cuando la captura de datos de la jornada ha terminado, se recomienda que éstos se respalden en alguna computadora. En este caso, el archivo se exporta igual en formato csv, que fácilmente se puede convertir a Excel, lo que le permite al investigador obtener los datos de forma fácil para su revisión y análisis.

KDSmart es una herramienta gratuita, de uso fácil, creada para optimizar la captura y obtención de datos en forma práctica y segura, que puede llevar en forma más eficiente el manejo de los trabajos de investigación. Es resultado del trabajo de colaboración realizado por MasAgro, programa de la SAGARPA, en coordinación con el CIMMYT, quien la pone al alcance de la comunidad científica.

El objetivo de esta aplicación es facilitar la toma, la revisión y el análisis de datos de forma confiable y veraz para apoyar decisiones, recomendar un adecuado uso de productos y de nuevas prácticas, y – finalmente– generar avances más significativos en la investigación moderna. ✪

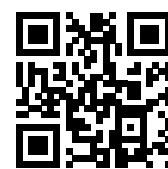
## VISITA

El sitio web de KDSmart.

En él se pueden consultar las instrucciones para el uso de esta aplicación.  
<http://www.kdart.org/kdsmart.html>



Además, existe una capacitación en línea creada por el equipo del CIMMYT para cualquier persona interesada.  
Consulta: <https://goo.gl/1LWE5q>



# NUEVOS DESAFÍOS EN LA AGRICULTURA

## Producir mejor con el ATLAS MOLECULAR

Por: Hugo Castellano, CIMMYT.



El maíz Jala es famoso por producir las mazorcas más grandes del mundo. Se valora localmente no sólo por sus cualidades sin precedentes, sino por su uso en platos tradicionales. Las variedades mejoradas modernas rinden más y han desplazado en gran medida a las variedades locales, especialmente para la venta. © Eloise Phipps / CIMMYT.

La doctora Sarah Hearne, genetista molecular, líder y coordinadora del componente Maíz del proyecto MasAgro Biodiversidad (MAB), explicó para *Enlace* los beneficios concretos para la agricultura que ofrece el proyecto Atlas Molecular. En este artículo hablaremos de cómo esta herramienta puede ayudar a los productores frente a

problemas de gran complejidad, como hacer frente a los efectos del cambio climático. La información y las herramientas de conocimiento del Atlas Molecular contribuyen al desarrollo rápido y eficiente de variedades tolerantes a condiciones más rigurosas de temperatura, entre otros problemas ambientales

que se prevé estarán presentes en el planeta.

Hearne, quien inició su carrera en Ciencia Aplicada a las Plantas en la Universidad de Manchester y continuó con un doctorado en la Universidad de Sheffield, ha trabajado en América Latina y África Oriental y Occidental, y,





## EL ATLAS MOLECULAR, UNA HERRAMIENTA PODEROSA

¿De qué se trata el Atlas Molecular? La pregunta invita a comprender mejor un enorme esfuerzo de investigación, una labor que potencia la búsqueda y recolección de información valiosa y su adecuado almacenamiento.

El Atlas Molecular del Maíz es una plataforma dinámica de información, conocimiento e investigación que hace más rápido y sencillo el desarrollo de variedades mejoradas de maíz. Con esta herramienta se han caracterizado diferentes razas y variedades de maíz a nivel genético. Hoy ya es posible comparar similitudes y diferencias en la secuencia de ADN de miles de muestras representativas de razas nativas de maíz. Esto sirve para identificar características de las plantas que mejoren el rendimiento, la calidad nutricional, la resistencia a enfermedades o la tolerancia a factores climáticos adversos, como calor o sequía.

La investigadora nos comparte que el Atlas Molecular “nos proporciona una base de datos, que es un medio de información con el cual podemos explorar la diversidad genética del maíz, y de esta forma dirigir la toma de decisiones hacia el germoplasma más conveniente para los propósitos particulares de los investigadores o fitomejoradores. El objetivo principal es facilitar la comprensión, la exploración y el uso de los recursos genéticos disponibles del maíz; lo que nos permite utilizar los recursos para la mejora del cultivo, contemplando las futuras necesidades de su producción y consumo. Esto incluye mejorar la calidad de la nutrición humana y los usos industriales del cereal. Es

importante porque nos ayuda a encontrar nueva y mejor diversidad genética, requerida para formar nuevas variedades”.

Por ahora, “la diversidad genética del maíz, si la pudiéramos visualizar, es como un iceberg”, explica la doctora, “sólo entendemos la parte de la cima, lo que sobresale del agua y podemos ver, mientras que la mayoría del iceberg está fuera de vista, bajo el agua. La diversidad genética del maíz está en los campos de productores e investigadores y en los bancos de germoplasma, pero sólo entendemos y aprovechamos una pequeña porción de esta riqueza”.

Todavía existen muchos datos de esa diversidad que no se han descrito. “El BG alberga y resguarda 28,000 muestras de semillas de maíz de todo el mundo. Estos recursos genéticos no cuentan con etiquetas de descripción o especificaciones, por así decirlo, de su contenido (resistencia a enfermedades, información nutricional, etc.). Lo que intentamos hacer con el Atlas Molecular es añadir información a la colección de maíz del BG y almacenar ésta en un banco de datos que agilice la selección de germoplasma para generar nuevas variedades útiles en campos de productores”.

Aunque la recolección de información es abundante, la investigadora aclara que aún falta mucho por hacer. “Es un poco como el iceberg mencionado. Respecto a la variación genética detectada, solamente 6%, la punta del iceberg, es la que en realidad se está usando en las variedades mejoradas actuales. Hay mucha más variabilidad que simplemente no estamos usando”. La doctora Hearne mencionó que “el Atlas es como un sistema de navegación satelital en el cual nos podemos apoyar para dirigirnos a nuestro destino u objetivo, aprovechando diferentes

actualmente, desarrolla actividades en el CIMMYT, con base en México. Aquí realiza su investigación y aplica herramientas que permiten la identificación y el uso de la valiosa diversidad genética que se encuentra en el Banco de Germoplasma del CIMMYT (BG), en beneficio de los productores y consumidores de todo el mundo.

recursos de información. Emplea información molecular junto con datos del campo o laboratorio”.

## ¿QUÉ ES LO QUE CUENTA EL ATLAS MOLECULAR?

La investigadora comenta que el Atlas está organizado en muchos componentes, así que, mediante la idea de la navegación por satélite, nos explica cómo funciona: “En mi teléfono tengo aplicaciones con mapas para navegar o circular por ciudades, carreteras y más. El sistema permite acceder a diferentes fuentes de información, por lo que tienes un mapa físico, tu posición satelital y la información de restaurantes y hoteles, u otros datos”. Con el Atlas ocurre algo similar. “El Atlas Molecular contiene información genética de las huellas digitales de los materiales analizados (genotipificados), información climatológica y sobre los suelos en los entornos donde se recolectó el material, información sobre el tipo de maíz que se recolectó y datos de las características fenotípicas y el tipo de información que los investigadores van generando de cada material”.

Una función importante del Atlas es reunir la información disponible, evitando la dispersión de datos, lo que retrasa la investigación. “Todo esto se reúne en un solo lugar, evitando fuentes diferentes y dispersas, para que podamos obtener toda esta información concentrada en una sola liga que nos conduce a ella”.

## AYUDAR A LA AGRICULTURA QUE VIENE

El cambio climático, según expresa la doctora Hearne, “es uno de los mayores desafíos que enfrentamos



Diversidad del cultivo de trigo en la estación experimental CENEB del centro cerca de Ciudad Obregón, Sonora, al norte de México. Todos estos trigos provienen de la colección de germoplasma de trigo del CIMMYT, almacenada en su Banco de Germoplasma. Pueden cultivarse en el campo con fines de regeneración, multiplicación de semillas o caracterización del material. © Petr Kosina/CIMMYT.

en la producción agrícola en este momento. Hay muchas maneras diferentes de proceder contra este problema, y una de las mejores alternativas podría ser el empleo de nuevas variedades que contengan variabilidad genética nativa para tolerancia a cambios climáticos y a nuevas enfermedades, y con alto valor nutritivo, para reducir el impacto negativo al que estaría sujeto el productor”.

“Podemos usar el Atlas Molecular para seleccionar los maíces criollos provenientes de ambientes donde los estreses como calor y sequía son más comunes. Estos criollos han sido cultivados por generaciones en tales ambientes, y se considera que tienen, mediante los procesos conjuntos de selección natural por el ambiente y la selección de los agricultores, una mayor frecuencia de variación genética positiva para tolerancia a estos estreses. Así, estos materiales son propuestos a los

científicos y mejoradores como un valioso germoplasma para iniciar sus evaluaciones y que se utilicen para identificar y emplear esa novedosa variación genética nativa en el mejoramiento de maíz”.

## EL COSTO DE UN AVANCE. EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO

Un punto interesante del trabajo de investigación y el Atlas Molecular es la posibilidad de avanzar más rápido y a menor costo que en el pasado. “Hace diez años, señala la Hearne, el costo de descubrir la huella genética era muy elevado, pero ahora, con las nuevas tecnologías y los avances en informática, se ha reducido considerablemente. La tecnología molecular ha evolucionado hasta poder generar millones de datos o puntos de información a un costo asequible”.

Todo esto, junto con un mejor trabajo de fenotipificación; los progresos en la capacidad de medir el fenotipo de planta a gran escala y de manera precisa; y los adelantos en sistemas de información geográfica (GPS), hardware y software, ha permitido que “en estos años recientes, los avances en las tecnologías ayuden a analizar los datos de manera mucho más eficiente y acertada”, comenta la investigadora.

Hearne explica que “utilizamos los datos genéticos para desarrollar conocimiento sobre las asociaciones que se dan entre los marcadores genéticos y los rasgos o características fenotípicas encontradas en los trabajos de campo, lo cual es muy importante”, y, según la doctora, es posible utilizar la información disponible para generar diferentes paneles o conjuntos de germoplasma para propósitos específicos, tales como respuesta a estrés por sequía o calor.

“Por ejemplo, en el BG tenemos más de 28,000 accesiones de maíz disponibles a cualquier usuario interesado en ellas, las cuales

son demasiadas para sembrarlas y observarlas en campo fenotípicamente. Con el Atlas Molecular es posible apoyar a los usuarios en el uso de los datos disponibles y decirles, si están interesados en tolerancia a sequía, aquí están las mejores 1,000 accesiones disponibles, o las 500 mejores que podrían evaluar”.

La clave está en aprovechar ampliamente los datos, las herramientas de informática y los avances obtenidos a la fecha. “Estas nuevas herramientas necesitan del desarrollo o fortalecimiento de capacidades de investigación, y consideramos estas actividades de tanta importancia dentro de MasAgro Biodiversidad, que se tiene un área específica para este propósito, liderada por el doctor César Petrolí”.

## CONSERVAR NO ES SÓLO PRESERVAR

Es posible que surja la siguiente pregunta: ¿en general, de qué sirve toda esta información

y cuánto aporta al resultado o a la solución en la producción de los agricultores de maíz y trigo en México?

“Todo este trabajo de genotipificación y del Atlas Molecular suministra los datos, el conocimiento y las herramientas que ayudan a los investigadores y a los fitomejoradores, ellos son nuestros primeros clientes”, aclara la especialista. “Después, esos investigadores continúan su trabajo usando recursos genéticos, lo que les ayuda a desarrollar nuevas variedades de maíz o trigo que les permitan a los productores obtener mejores cosechas y con más seguridad, beneficiando a los consumidores y a la sociedad”.

La doctora Hearne también explica el valor agregado de esta tarea de investigación: “preservar el material es solamente mantenerlo como una copia estática, que de hecho tiene valor por sí misma, a diferencia de conservar, que es mantener esa copia, pero usarla y destinarle un nuevo valor. Lo que nosotros tratamos de hacer en MasAgro Biodiversidad es conservar los materiales e informar sobre el uso eficiente de los recursos genéticos presentes en el BG”.

La investigación, el Atlas y sus alcances, no constituyen un logro científico aislado. Se trata de ir abriendo un camino que permita, a futuro, tener una agricultura sostenible, con información precisa y valiosa sobre las posibilidades genéticas de distintas variedades para que la producción no disminuya, sino que se incremente, y así se asegure el alimento de las siguientes generaciones.\*



En el Banco de Germoplasma del CIMMYT las semillas de maíz se almacenan en frascos de plástico, mientras que las semillas de trigo, al ser más pequeñas, se conservan en sobres de aluminio. Un sofisticado sistema de códigos de barras permite al personal realizar un seguimiento de los miles de accesiones. © Xochiquetzal Fonseca / CIMMYT.

Para más información puedes consultar la página:  
<http://seedsofdiscovery.org/es/>  
Correo de contacto:  
[seed@masagro.org](mailto:seed@masagro.org)

# Conocimiento y tecnología Llevados al productor y al campo

## PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico

Francisco Alarcón, CIMMYT.



Entre los objetivos de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico está el llevar el conocimiento y la tecnología al campo y al productor para que pueda hacer frente a los retos de la realidad nacional y el entorno global.

El entorno global demanda acciones que promuevan la seguridad alimentaria; ante esto, es necesario que las políticas públicas atiendan las necesidades de los ambientes más frágiles, en donde impactan más los efectos del cambio climático y las problemáticas económicas de los mercados mundiales. Por ello, con el objetivo de brindar seguridad alimentaria a las familias mexicanas, PROAGRO

Productivo se consolida como un modelo innovador que permite al pequeño productor hacer frente a los retos del ámbito global, con el conocimiento, la tecnología y la información a su favor. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son inherentes al componente PROAGRO Productivo y se consiguen mediante el acompañamiento técnico, que transfiere conocimiento y tecnología para

lograr sistemas agroecológicos productivos y sustentables, contribuye a la integración social y la recomposición del tejido familiar, y brinda la capacidad para innovar a través del conocimiento. El programa de acompañamiento técnico de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico, diseñado por la SAGARPA y operado por el CIMMYT, pretende fortalecer el desarrollo de capacidades en pequeños

productores con predios menores de 5 hectáreas para que puedan mejorar sus procesos agronómicos, conservar los agroecosistemas y recursos naturales, favorecer la producción nacional y crear un modelo de Agricultura Sustentable que replique su impacto a escala nacional y global para promover la seguridad alimentaria mundial. La relación entre el CIMMYT y la SAGARPA ha permitido establecer el sistema de operación del programa y diseñar los mecanismos que permitan transferir conocimiento y tecnología. Esto es un claro ejemplo de que las alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil para lograr los ODS se construyen sobre una base de principios y valores, que —durante más de 50 años— el CIMMYT ha desarrollado y consolidado con la ciencia del maíz y el trigo aplicada a mejorar los medios de subsistencia de las personas, y de que gracias a la vinculación e inversión

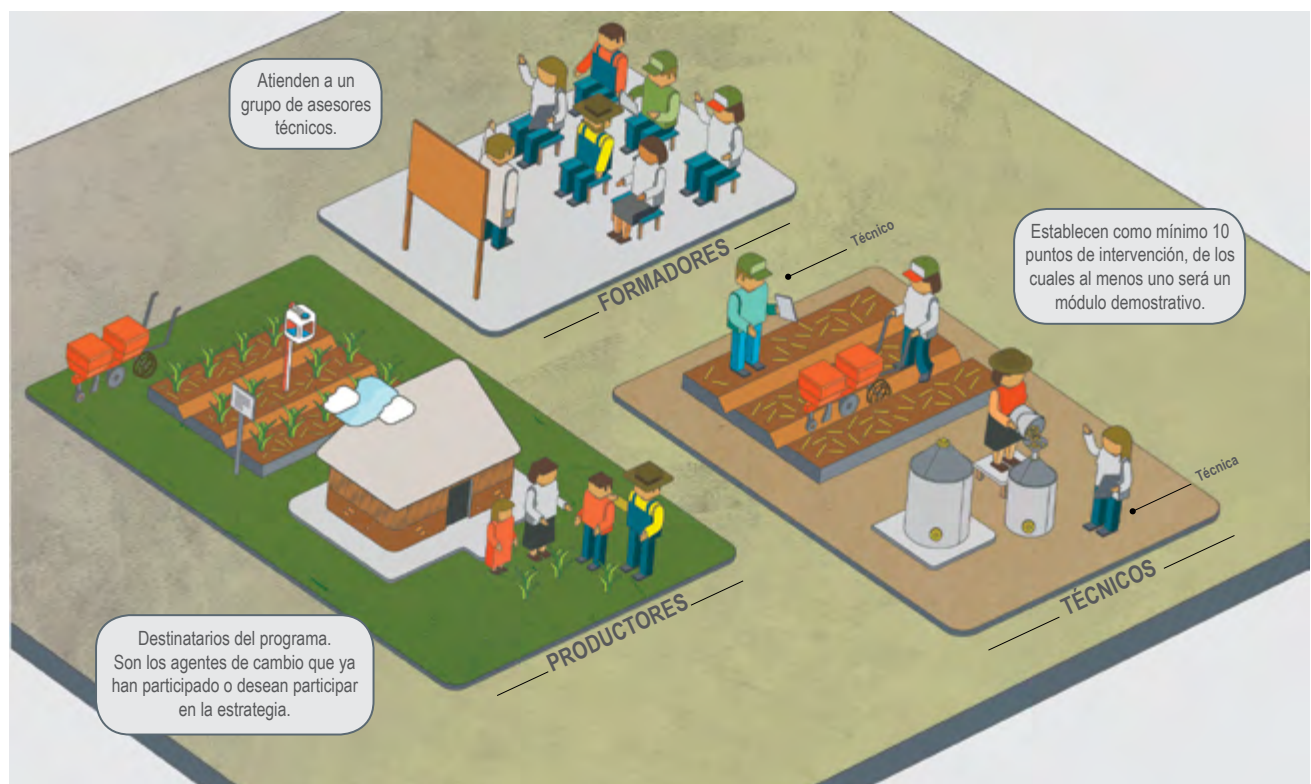
institucional hoy se logra que el conocimiento llegue efectivamente al campo mexicano para erradicar la pobreza, lograr hambre cero, contribuir a mitigar los efectos del cambio climático con la Agricultura de Conservación y, con un enfoque sistémico, cerrar las brechas de género y lograr la inclusión y el desarrollo económico.

El componente PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico se fundamenta en diversas líneas rectoras que de forma transversal unen las acciones de varios actores en una red de innovación en la que se observa una integración activa entre la investigación, la generación de tecnología, las técnicas tradicionales, los valores culturales y los requerimientos de cada región, para orientarlas a la innovación agrícola y contribuir al logro de los ODS.

Para dar cumplimiento a las líneas estratégicas del programa y

conseguir que con su intervención se logren los ODS en las diversas regiones de influencia, se requiere asistencia técnica efectiva para la masificación de la Agricultura Sustentable y un sólido soporte científico, lo que es posible a través del CIMMYT, gracias a la experiencia que brinda MasAgro con su estructura operativa y los enfoques filosóficos y de transferencia de conocimiento que han permitido seis años de operación exitosa. La metodología del acompañamiento técnico surge de la experiencia en la aplicación del modelo hub del CIMMYT, que se define como una red de plataformas de investigación y módulos demostrativos establecidos conjuntamente con productores cooperantes. El hub está constituido por espacios para el encuentro y el intercambio de conocimientos, tecnología e información que promueven la interacción entre diferentes actores de la cadena (figura 1).

**Figura 1. Actores de la red de innovación de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico.**





PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico promueve la inclusión social mediante la participación activa de mujeres y hombres, jóvenes y adultos mayores, con el objetivo de mejorar su calidad de vida.

Una vez que se ha iniciado el contacto, el actor que adquiere relevancia, pues en él se reconoce la posibilidad de innovación, es el productor cooperante, quien es copartícipe en el proceso, ya que se apropia de la tecnología y —con base en su experiencia— la comparte con su comunidad, convirtiéndose en fuente de información y facilitando la generación de áreas de extensión o impacto.

El acompañamiento y el soporte científico son actividades que definen la operatividad del programa y dan sentido al modelo de transferencia de tecnología y conocimiento que ya está en marcha y que hoy permite a productores de diversas regiones agroecológicas del país poner en práctica las nociones de Agricultura Sustentable disponibles.

Las tecnologías que se transfieren tienen el objetivo de acabar con la pobreza y promover estrategias que favorezcan el crecimiento económico de los productores beneficiarios y ayuden a combatir el cambio climático, proteger el ambiente y conservar los recursos naturales.

Cada uno de los actores del programa es gestor de la vinculación entre las diversas partes del sistema operativo de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico, la cual deriva en el escalamiento efectivo del campo mexicano y sus agricultores y ayuda a que los productores beneficiarios del componente logren los ODS en su entorno familiar y los proyecten al ámbito local y regional. Este escalamiento se hace evidente tanto en los actores como en los ambientes donde el programa tiene influencia.

Por lo anterior, PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico es un modelo para el diseño de nuevas políticas públicas que orienten sus metas al cumplimiento de los ODS, ya que el incentivo que tienen los beneficiarios para interactuar con el proyecto es adquirir conocimiento orientado a desarrollar sus capacidades productivas, con el fin de lograr mayores rendimientos, reducir costos y obtener mejores ganancias; con ello se erradicará la pobreza y se logrará el ODS 2, hambre cero. El conocimiento y la tecnología son el aglutinante de todos los procesos, el cual permite la innovación constante, pues

una vez que el productor recibe el conocimiento, la tecnología y la información, tiene la capacidad de cambiar su realidad y visualizar una nueva donde él posee control total de los procesos agronómicos y de su desarrollo social, económico y humano, lo que repercute en su calidad de vida.

La experiencia que MasAgro aportó para la creación de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico permitió aprovechar los insumos metodológicos, tecnológicos y logísticos e, incluso, los enfoques filosóficos para articular la estructura operativa del modelo del “Acompañamiento técnico a los productores beneficiarios del componente PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico”; de tal forma que la infraestructura que el CIMMYT ha consolidado con más de seis años de operación con MasAgro Productor permitió vislumbrar la ruta a seguir para arrancar las operaciones de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico en agosto de 2017. Se diseñó una estrategia para focalizar áreas de intervención en Campeche, Chiapas, Estado de México, Puebla, Oaxaca, Guanajuato, Querétaro, Quintana Roo, Guerrero, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Michoacán y Yucatán, que tienen condiciones agroecológicas, tecnológicas y socioeconómicas adecuadas y cuentan con vocación y potencial productivo, lo que permitirá dirigir eficientemente las acciones de acompañamiento técnico. Para tal efecto, se consideraron solamente las zonas con potencial para el cultivo de maíz medio y alto y se ubicaron parcelas de menos de 5 hectáreas, pertenecientes a productores registrados en el Padrón Nacional de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico con actividad en el ciclo PV.

La Estrategia de Intensificación Sustentable integra la investigación, el desarrollo tecnológico, las políticas públicas, el

extensionismo, la divulgación y la vinculación de actores para consolidar una red de innovación que permita el ejercicio de un acompañamiento técnico sensible y efectivo orientado al escalamiento de tecnologías y capacidades y al mejoramiento de los entornos del productor. El acompañamiento técnico busca, en todo sentido, coadyuvar a que el productor se convierta en un gestor sistémico, capaz de ejercer el enfoque de integración de actores para enriquecer su sistema y cuya mentalidad se oriente hacia la innovación y la creación de relaciones que le permitan mejorar sus procesos agrícolas de forma sustentable con un aprovechamiento responsable de los recursos. Los fundamentos de la Agricultura de Conservación permiten que el productor impulse su desarrollo económico, evitando la degradación de suelos y la contaminación y conservando los recursos naturales mediante estrategias agroecológicas y la optimización de insumos para el manejo agronómico, para lograr sistemas productivos estables y confiables que puedan ser integrados a la cadena de valor de forma efectiva y responsable.

Actualmente, el “Acompañamiento técnico a los productores beneficiarios del componente PROAGRO Productivo” está compuesto por un equipo de más de 380 técnicos, 15 formadores y más de 34,000 productores innovadores. De estos últimos, 2,500 son productores innovadores de tipo I, que se define como aquel que ya ha participado directamente en el esquema MasAgro; 9,000 son productores de tipo II, que son aquellos identificados a través de los técnicos, ya han participado indirectamente en el esquema y se encuentran ubicados en áreas de extensión o impacto; más de 20,000 productores nuevos de tipo III, que participan por primera vez y se

identificaron en las áreas de impacto de los nodos del hub; y más de 2,500 productores de tipo IV, quienes se benefician de capacitaciones, demostraciones, días de campo y demás actividades organizadas y convocadas por un asesor técnico del componente.

De esta forma, PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico es una realidad y, gracias a políticas públicas en las que el conocimiento es el detonante del desarrollo social, el escalamiento de las capacidades del productor y la innovación para los procesos agrícolas, se puede visualizar un futuro en el que se erradique la pobreza y se logre el hambre cero en las familias de productores de autoconsumo, donde, a través del conocimiento y la tecnología, se cierren las brechas de género y se promueva la inclusión social, ya que el enfoque de transferencia de conocimiento promueve la participación activa de mujeres y hombres, jóvenes y adultos mayores, con el objetivo de mejorar su calidad de vida. \*

“ Las acciones del componente PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico contribuyen al desarrollo humano, la conservación de recursos naturales y la preservación de la ancestral tradición agrícola y cultural de la nación. Gracias a programas de esta magnitud, es posible realizar el cometido que Norman Borlaug encomendó a quienes laboran en el CIMMYT: “Take it to the farmer”, llevar el conocimiento y la tecnología al campo y al productor, para que pueda hacer frente a los retos de la realidad nacional y el entorno global. ”



Los asesores técnicos de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico promueven capacitaciones, demostraciones, días de campo y otras actividades encaminadas a mejorar los procesos agrícolas de forma sustentable.

# MEJORAR LOS MEDIOS DE VIDA mediante ciencia aplicada

## El CIMMYT y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por: Bernardo Zavaleta, CIMMYT.

En 2015 la Organización de las Naciones Unidas trazó una lista de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que, en conjunto, las naciones del mundo deberían cumplir dentro de los próximos 15 años. Para alcanzar estos objetivos —entre ellos erradicar la pobreza, mejorar las condiciones de vida de la población y lograr una rápida transición a una economía baja en emisiones de carbono y resistente al cambio climático—, los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil (personas como usted) deben hacer su parte.

La agricultura está ligada a los ODS destinados a erradicar la pobreza y promover la prosperidad, por lo que las actividades del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) están directamente relacionadas con 10 de los objetivos: (ODS 1) Fin de la pobreza, (ODS 2) Hambre cero, (ODS 3) Salud y bienestar, (ODS 5) Igualdad de género, (ODS 6) Agua limpia y saneamiento, (ODS 8) Trabajo decente y crecimiento económico, (ODS 12) Producción y consumo responsables, (ODS 13) Acción por el clima, (ODS 15) Vida

de ecosistemas terrestres y (ODS 17) Alianzas para lograr objetivos.

El CIMMYT colabora de distintas formas para ayudar a lograr estos objetivos, en particular el 2 y 3, que se refieren al combate al hambre y las malas condiciones de salud en el mundo. En el futuro, las dietas cambiarán inevitablemente y los cultivos básicos que se utilizan para producir alimentos requerirán más características específicas para satisfacer la demanda.

Las investigaciones que se realizan en el Centro ayudan a enfrentar los

## OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE





desafíos climáticos, ambientales y biofísicos. Las transformaciones sociales, como la urbanización y el comportamiento económico mundial, inducen cambios en la dieta de la población. En estos escenarios, el maíz y el trigo sólo podrán combatir la desnutrición si se consideran las necesidades cambiantes de la población.

Los cultivos básicos que se utilizan para hacer los alimentos consumidos en zonas urbanas deben tener características diferentes de los que se consumen en zonas rurales, donde la cadena entre la producción y el consumo es más corta. En las zonas rurales de los países de ingreso medio y bajo, los granos básicos se muelen y procesan localmente. En cambio, en las zonas urbanas la gente tiende a comer alimentos procesados industrialmente.

De acuerdo con el doctor Gideon Kruseman, especialista en evaluaciones ex-ante y prospectivas del CIMMYT, "los alimentos chatarra a base de maíz son componentes importantes

de la dieta de la gente que vive en las ciudades. El maíz es también un ingrediente esencial (en forma de almidón y jarabe) de los alimentos de conveniencia que produce la industria alimentaria. Para que el maíz y el trigo satisfagan las demandas nutricionales de las dietas menos diversificadas, será necesario introducir nuevas características en las variedades, comparables a las que se están generando mediante el programa de biofortificación de maíz y trigo del CIMMYT"<sup>1</sup>.

La agricultura también está estrechamente relacionada con los objetivos 12, de producción y consumo responsables; 13, de acción por el clima; y 15, vida de ecosistemas terrestres. La agricultura ocupa el segundo lugar entre los mayores emisores de gases de efecto invernadero a escala mundial; además, es la mayor causa de deforestación, por lo que contribuye al cambio climático y la pérdida de la biodiversidad.



Determinación de la cantidad de pigmento amarillo presente en las muestras de endospermo de trigo duro (molido en sémola, para hacer pasta) en el Laboratorio de Calidad de Trigo del CIMMYT.



Aneli Zárate Vásquez y su hija Maribel Santiago Zárate, de 6 años, en La Huana Milpería, Oaxaca. © Peter Lowe/CSAR Maize

## ODS 2 HAMBRE CERO

Para alimentar a los **795 millones** de personas que actualmente pasan hambre y a los **2,000 millones de personas** más que se calcula estarán en esa situación en **2050**, es preciso hacer profundos cambios en el sistema agroalimentario mundial.

Se pueden hacer cambios en la vida cotidiana —en el hogar, el trabajo y la comunidad—, favoreciendo a los productores o mercados locales y tomando decisiones sostenibles sobre la alimentación, apoyando la buena nutrición para todos y luchando contra el desperdicio de alimentos.

### ¿Por qué debería importarme?

Todos queremos que nuestras familias tengan suficientes alimentos para comer, y que éstos sean seguros y nutritivos. Un mundo con hambre cero puede influir positivamente en nuestra economía, así como en la salud y el desarrollo social generales.

El hambre cero es una pieza clave en la construcción de un futuro mejor para todos. Además, como el hambre frena el desarrollo humano, con ella no podremos lograr los otros Objetivos de Desarrollo Sostenible, como la educación y la igualdad de género.

### Desglose por región de los millones de personas que padecieron hambre en 2015 (estimaciones)

Estados Unidos y Europa: **14.7**

África: **232.5**

América Latina y el Caribe: **34.3**

Oceanía: **1.4**

Fuente: <https://goo.gl/ibYx7Z>

Una de las acciones que el CIMMYT y otras instituciones promueven para alcanzar estos objetivos es la capacitación de productores sobre el cambio climático y el manejo de los cultivos, el suelo, el agua y la semilla. Por ejemplo, en Senegal la investigación del CGIAR sobre asesoría digital y servicios de información climática hacen llegar a los productores pronósticos estacionales más precisos a través de la radio y SMS; con esta información aprovechan mejor los recursos, y los ayuda a adaptarse al cambio climático.<sup>2</sup> También, en México el programa MasAgro Móvil tiene el propósito de fomentar el desarrollo tecnológico en el campo —al posibilitar el acceso a la información y el conocimiento mediante teléfonos portátiles—, mejorar la comunicación e interacción entre los miembros de la cadena de valor agropecuaria, ampliar el sistema de extensión de MasAgro en el país y ayudar a identificar a los usuarios que desean aplicar innovación en su modo de producción.

En general, la capacitación de los productores respecto a la agricultura y el cambio climático no sólo contribuye a incrementar la producción, sino también a reducir la intensidad de las emisiones.<sup>3</sup>

Mujeres y hombres en todo el mundo investigan, desarrollan y



Capacitación sobre alternativas sustentables para la siembra de cebada en el estado de Guanajuato, México.

ejecutan las soluciones que se requieren para superar los retos de la producción de comida y la satisfacción de demanda futura, por lo que el género se ha convertido en un tema importante para la investigación agrícola del CIMMYT y sus recomendaciones de política pública.

En el campo las mujeres suelen enfrentar obstáculos culturales que les impiden trabajar o tener un negocio de prestación de servicios mecanizados y, además, no tienen acceso equitativo al financiamiento. Los procesos inclusivos, en general, y la inclusión de género, en particular, son intervenciones promovidas por el CIMMYT.

La maestra Anya Umantseva, investigadora de género del CIMMYT, participa en los estudios para identificar cómo las normas de género influyen en los hombres, las mujeres y los jóvenes a la hora de adoptar innovaciones en la agricultura y en el manejo de los recursos naturales, y asegura que “el género en la investigación agrícola para el desarrollo no es un tema aislado, sino que está estrechamente interrelacionado con la inclusión social de los grupos desprotegidos en general. A pesar de que se han hecho mejoras, sigue habiendo oportunidades de reducir considerablemente la desigualdad entre hombres y mujeres”.<sup>4</sup>

“Las mujeres de las comunidades rurales suelen tener que sujetarse a normas muy estrictas de género. Lo



Manolo Nurricumbo Grajales cosecha maíz híbrido en Nueva Reforma Agraria, Chiapas. © Peter Lowe/CIMMYT.

## ODS 12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

Si la población mundial alcanza los **9,600** millones de personas en **2050**, para mantener el estilo de vida actual será necesario el equivalente a casi tres planetas.

En los próximos dos decenios se espera que más personas se sumen a la clase media en todo el mundo. Esto es bueno para la prosperidad individual, pero aumentará la demanda de recursos naturales, que ya son limitados. Si no actuamos para cambiar nuestras formas de consumo y producción, vamos a causar daños irreversibles al medio ambiente.

Hay muchos aspectos del consumo que, con sencillos cambios, pueden tener un gran impacto en el conjunto de la sociedad. Por ejemplo, cada año alrededor de un tercio de todos los alimentos producidos —el equivalente a **1,300 millones de toneladas**, con un valor aproximado de 1 billón de dólares— termina pudriéndose en los cubos de basura de los consumidores y los minoristas o deteriorándose a causa de las deficientes prácticas de recolección y transporte, algo que las empresas deben solucionar.

Fuente: <https://goo.gl/PMCjaT>

que estamos tratando de hacer es investigar cómo estas normas influyen en la forma en que los hombres y las mujeres adoptan las innovaciones agrícolas, y cómo la adopción de diferentes innovaciones afecta las normas de género en las diferentes comunidades”, agrega Umantseva.

Pero, afortunadamente, hay avances que se reflejan en los proyectos. Por ejemplo, en 2016 el trabajo y la participación de más de 7,500 mujeres productoras se registró en la Bitácora Electrónica MasAgro (BEM), lo que equivale a 32% del padrón de productores registrados en este sistema de captura, monitoreo y análisis de datos de sistemas productivos.<sup>5</sup>

Una de las principales tareas con las que contribuye el CIMMYT a los ODS es la innovación tecnológica. En esta labor, no sólo participan los investigadores que trabajan en sus instalaciones, el CIMMYT también promueve espacios donde los jóvenes forman parte de la discusión y pueden aportar ideas.

David Guerena, científico de suelos y agrónomo de sistemas del CIMMYT, participó recientemente en UNLEASH, un laboratorio de innovación en el que se buscan soluciones para los ODS. El equipo

de Guerena presentó “Farmazon”, una plataforma en línea que vincula a pequeños productores con compradores, asesores en materia de agricultura y proveedores de insumos y transporte, que se propuso para los ODS 1 y 2, ya que reduce las ineficiencias en las cadenas de valor agrícolas.

“Las ideas creativas y las soluciones innovadoras que permiten lograr medios de vida sostenibles deberían ser un componente básico de lo que hacemos”<sup>6</sup>, comenta Guerena. Cada año, hasta 2030, UNLEASH planea efectuar laboratorios dedicados a los ODS, con el fin de que jóvenes innovadores puedan agregar valor directamente y acceder a un ecosistema único de empresas, grupos de expertos, fundaciones, organizaciones no lucrativas, filántropos y otros actores, para así contribuir con el objetivo 17, que busca crear alianzas para el cumplimiento de los otros ODS.

Estas y otras acciones se realizan desde el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo para contribuir al cumplimiento de los ODS, que, de acuerdo con el Plan Estratégico 2017-2022, “significa permitir que millones de personas cubran sus necesidades básicas y tengan mejor calidad de

vida sin poner en riesgo el porvenir de las futuras generaciones. El propósito de los ODS es crear una nueva alianza mundial basada en la solidaridad, la cooperación y la transparencia mutua para erradicar la pobreza extrema para 2030 y cumplir la promesa de lograr un desarrollo sustentable”<sup>7</sup>.



María Fernanda Alfaro, tractorista de 16 años, junto a su abuela, Lucía Zantillan Jiménez, en Otumba, Estado de México. 2015. © Peter Lowe/CGIAR Maize.

En el CIMMYT realizamos ciencia de la más alta calidad y creamos innovaciones que los productores pueden comenzar a utilizar sin problema. Trabajamos con ellos como asociados, tomamos en cuenta sus conocimientos y necesidades y, para responder a estas últimas, aplicamos lo más avanzado (conocimientos y herramientas) de la genómica, la agricultura de precisión, la fitotecnia avanzada, la agronomía y la socioeconomía.

Cinco objetivos estratégicos y tres temas transversales reflejan las prioridades que guiarán el trabajo del CIMMYT de 2017 a 2022. Basándonos en nuestros conocimientos distintivos, estas prioridades representan nuestro compromiso de conservar y utilizar la biodiversidad, crear soluciones para el desarrollo, disseminar las tecnologías y llegar a las comunidades rurales.\*

## Referencias

1. Grainger-Jones, E. y Kropff, M. (2017). *Grandes avances en la agricultura para contrarrestar los efectos del cambio climático*. Recuperado de <http://www.cimmyt.org/es/grandes-avances-en-la-agricultura-para-contrarrestar-los-efectos-del-cambio-climatico/>
2. Kaur, K., Sapkota, T., Stirling, C. y White, J. (2017). *Estudio revela nuevas oportunidades de reducir las emisiones de gases de invernadero en la India*. Recuperado de <https://www.cimmyt.org/es/estudio-reve-la-nuevas-oportunidades-de-reducir-las-emisiones-de-gases-de-invernadero-en-la-india/>
3. Kruseman, G. (2016). *Predicciones sobre el futuro de la alimentación: Maíz y trigo más nutritivos*. Recuperado de <http://www.cimmyt.org/es/predicciones-sobre-el-futuro-de-la-alimentacion-maiz-y-trigo-mas-nutritivos/>
4. López, V. (2017). *Inclusión de género en proyectos de intensificación sustentable*. Boletín *Enlace*, 273. Recuperado de <http://conservacion.cimmyt.org/es/publicaciones/2153-inclusion-de-genero-en-proyectos-de-intensificacion-sustentable>
5. ODS 17: Alianzas para lograr objetivos.
6. Roett, K. (2017). *Más datos sobre las funciones del género que son esenciales para la seguridad alimentaria mundial*, opina Anya Umantseva. Recuperado de <http://www.cimmyt.org/es/mas-datos-sobre-las-funciones-del-genero-que-son-esenciales-para-la-seguridad-alimentaria-mundial-opina-anya-umantseva/>
7. Roett, K. (2017). *Un nuevo enfoque en el financiamiento para la investigación agrícola, clave para lograr los objetivos de desarrollo*. Recuperado de <http://www.cimmyt.org/es/un-nuevo-enfoque-en-el-financiamiento-para-la-investigacion-agricola-es-la-clave-para-lograr-los-objetivos-de-desarrollo-a-nivel-mundial/>

# MEJORAR LOS MEDIOS DE VIDA CON CIENCIA APLICADA AL MAÍZ Y EL TRIGO

## El CIMMYT y la excelencia científica (Plan estratégico 2017-2022)

### OBJETIVOS ESTRATÉGICOS



### 1. AUMENTAR EL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

#### Competencias científicas del CIMMYT

- Proyección y focalización de la investigación para el desarrollo.
- Adopción e impacto de las tecnologías mediante el aprendizaje basado en el monitoreo y la evaluación.
- Inclusión social y de género en el proceso de investigación y sus resultados.
- Identificación de oportunidades en las cadenas de valor del maíz y el trigo para mejorar los medios de vida de los pequeños productores.



### 2. ACELERAR LOS AVANCES GENÉTICOS UTILIZANDO DIVERSIDAD NUEVA Y HERRAMIENTAS MODERNAS

#### Competencias científicas del CIMMYT

- Informática, administración de bases de datos y apoyo a la toma de decisiones.
- Creación de herramientas nuevas para el mejoramiento de germoplasma.
- Exploración de características e identificación de genes para aprovechar la diversidad genética.
- Premejoramiento de germoplasma.
- Uso innovador e integrado de tecnologías que aceleran los avances genéticos.



### 3. GENERAR Y MEJORAR EL ACCESO A VARIETADES RESISTENTES Y TOLERANTES A FACTORES ADVERSOS

#### Competencias científicas del CIMMYT

- Generación de variedades de maíz y trigo resilientes al clima.
- Rápida respuesta a las enfermedades y plagas que van surgiendo.
- Fenotipado de precisión y de alto rendimiento en el campo.
- Desarrollo y monitoreo de resistencia durable a enfermedades.
- Incorporación de herramientas moleculares en el mejoramiento de maíz y trigo.



### 4. INTENSIFICACIÓN SUSTENTABLE PARA MEJORAR LOS MEDIOS DE VIDA DE LA GENTE EN ZONAS RURALES

#### Competencias científicas del CIMMYT

- Análisis de los sistemas de producción para identificar las limitaciones y las oportunidades.
- Investigación participativa sobre tecnologías modernas que mejoren los medios de vida de los habitantes de zonas rurales.
- Creación y ensayo en campo de prácticas modernas de manejo agronómico.
- Disseminación de innovaciones por medio de la capacitación y los conocimientos nuevos que se crean con ayuda de herramientas analíticas avanzadas.



### 5. MEJORAR LA NUTRICIÓN, LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS Y LA CALIDAD DE PROCESAMIENTO

#### Competencias científicas del CIMMYT

- Generación de características de calidad nutricional y de uso final en germoplasma élite.
- Mejora de variedades de maíz y trigo con menores niveles de micotoxinas.
- Integración de aspectos nutricionales en nuestros métodos para lograr la intensificación sustentable.





# José Castillo Caamal

## Innovación en el sistema milpa de la Península de Yucatán

Por: María Eugenia Olvera Varillas, CIMMYT.

Sostuvimos una amena conversación con José Castillo Caamal, profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Yucatán y colaborador del proyecto Milpa Sustentable en la Península de Yucatán, quien nos habló de la crisis de sustentabilidad en dicho territorio, las innovaciones dentro del sistema milpa y la difusión de éstas en la región.

**Revista Enlace (AC).**- ¿Cuáles son las causas de la crisis de sustentabilidad en la Península de Yucatán?

**José Castillo Caamal (Jc).**- Pienso que la crisis está relacionada con los recursos, particularmente la vegetación, la cual es la parte fundamental de la milpa, para su sobrevivencia. Se han reducido los periodos de barbecho y, como consecuencia, se ha generado la problemática de disminución de la fertilidad del suelo; en el incremento de las arvenses está más acentuado el problema, ya que no se le permite al monte alcanzar los niveles de crecimiento que usualmente logra en sus inicios. Es la crisis del recurso por el mismo aumento de la población, pero también por el cambio en el uso del suelo.

**AC.**- ¿De qué modo los productores tratan de resolver el desgaste en la tierra de la Península de Yucatán?

**Jc.**- Primeramente, a través de la utilización de insumos e innovaciones de la agricultura industrial, como herbicidas, fertilizantes, mecanización, tecnología de trasplante —que es un paquete de semilla híbrida, riego, fertilización, trasplante y alta densidad de siembra— y, en muy pocas ocasiones, variedades mejoradas de maíz.

¿Por qué no los recursos genéticos? Porque los recursos genéticos que tienen los productores responden a sus necesidades de autoabasto, es decir, ellos no producen para vender, sino para alimentarse. En el momento que intentan adoptar un maíz mejorado, aunque es cierto que tiene buen rendimiento, muy pocas veces tiene buena adaptación al sistema, y como el sistema incluye el almacenamiento, es aquí donde se pierde la mayor parte del grano de maíz, no pueden conservarlo. No hay duda de la

funcionalidad de estas innovaciones, aunque muchas veces éstas son aplicadas inapropiadamente.

Por ello, hemos tratado de desarrollar innovaciones en el sistema milpa tendientes a la sostenibilidad ambiental, social y económica, como los cultivos de cobertura y los abonos verdes.

**AC.**- ¿Cómo los cultivos de cobertura contribuyen de manera positiva al sistema milpa?

**Jc.**- Los cultivos de cobertura, como leguminosas o gramíneas, ayudan a la supresión de arvenses, el control de plagas y enfermedades, la fijación biológica del nitrógeno, el mejoramiento de la calidad del suelo y el forraje y la retención de humedad. Además, son útiles para combatir la degradación del suelo en pendiente, específicamente, en los sistemas roza, tumba y quema o cuando son cultivados continuamente con cereales. Los cultivos de cobertura se pueden intercalar para aprovechar la tierra en espacio y tiempo. Incluso pueden sustituir hasta 150 kg de nitrógeno, por ejemplo, con Mucuna. Otro ejemplo es la disminución de la germinación y el crecimiento radicular de las arvenses en 85% por el uso de Canavalia y Mucuna. También están los abonos verdes, cuya función es mejorar la fertilidad y el ciclaje de nutrimentos.

**AC.**- ¿Cuáles han sido los desafíos?

**Jc.**- El desafío, como con cualquier otra innovación, es la adopción, y es algo que se debe dialogar con la comunidad o los actores involucrados. Cuando al productor se le propone innovar, debe tratarse de innovaciones que se puedan adaptar a su sistema, y, progresivamente, ir incorporando otras más complejas.

**AC.**- ¿Qué estrategia permite la extensión de las innovaciones sustentables al productor?

**Jc.**- La estrategia que permite desarrollar y difundir estas innovaciones en el sistema milpa está relacionada con el diálogo, un diálogo de saberes, y con utilizar enfoques de investigación participativa que facilitan la multiplicación de la difusión de innovaciones de agricultor a agricultor. También, estamos convencidos de que es necesaria la combinación del trabajo en la estación experimental, el desarrollo participativo y la sensibilización de actores, no solamente productores, sino también estudiantes, académicos, ejidatarios, tomadores de decisiones y más.

**AC.**- ¿Cómo se dio la vinculación con el CIMMYT?

**Jc.**- El ingeniero Erick Ortiz me contactó y platicamos. Me planteó las tecnologías, las plataformas y todo el mecanismo del CIMMYT y del proyecto Milpa Sustentable en la Península de Yucatán, y como yo trabajo cuestiones de la milpa que son bastante afines con lo que buscaban, estuve de acuerdo, pero le mencioné que debíamos consultarlo con la comunidad y, si los integrantes decidían que sí, adelante. Así inició todo, con sesiones de sensibilización y, después, de planificación con base en los objetivos del proyecto.

**AC.**- Y para terminar, ¿qué es innovación para usted?

**Jc.**- Todo cambio que tiende a favorecer un sistema de producción; puede ser una tecnología o un proceso que mejora el sistema, como la labranza mínima o las coberturas, algo que no haya implementado o hecho el productor.\*

# Esfuerzos tras un BENEFICIO COMÚN que llegue a todos

## Prestigio y excelencia para el bien

Por: Hugo Castellano, CIMMYT.

### Tres investigadores referentes de instituciones de gran prestigio e historia destacan la importancia de la colaboración conjunta.

La colaboración interinstitucional representa, en general, una suma de esfuerzos, pero también es un compromiso y una ratificación. El CIMMYT y MasAgro han consolidado y expandido su cooperación con el acompañamiento de diversas organizaciones e instituciones dedicadas a la investigación y los entornos académicos, además de la valiosa participación de destacados científicos para fortalecer el valor de la ciencia aplicada a una agricultura verdaderamente sustentable.

La Universidad Autónoma Chapingo, con su reconocido nivel académico, es una de las instituciones que trabajan exitosamente en colaboración con el CIMMYT gracias a proyectos con MasAgro. La vinculación no sólo es la suma de conocimiento, sino una integración efectiva que, a través de los años y mediante el trabajo incesante de investigadores y especialistas de muy alta capacidad profesional, acerca soluciones al campo, la agricultura, y la comunidad.

Tanto instituciones académicas como investigadores dan testimonio de los objetivos y los resultados concretos de esta red integrada que resulta en un notable e inequívoco avance que a todos beneficia. El reto es lograr mejores resultados y cosechas para alimentar a un mundo en constante crecimiento.

Esta participación y vinculación transversal es histórica, se remonta —prácticamente— a los inicios del CIMMYT, con un proyecto de cooperación internacional en 1972 basado en un estudio sobre el origen y la evolución del maíz en las Américas, en el que participaron expertos de Estados Unidos, Brasil y el Colegio de Postgraduados, en Chapingo, y también con un seminario a escala mundial sobre trigo, cebada y triticale en 1973, en el que tuvieron una notable participación un centenar de científicos de 23 países. A lo largo de décadas, los frutos de esta actitud abierta han configurado un crecimiento conjunto.

El CIMMYT impulsa el desarrollo de numerosos proyectos con el apoyo de la reconocida infraestructura académica e institucional de sus colaboradores, con el reconocimiento pertinente a todos estos apoyos a través de los años.

### ROBERTO RENDÓN MEDEL: LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

“Si me preguntan por qué estoy trabajando en CIMMYT, la respuesta es porque ahí estoy creciendo. Y porque a partir de esa vinculación se puede también entregar a la sociedad estudiantes mucho mejor formados. Mis estudiantes son definitivamente sobresalientes

porque salen con una experiencia directa en un centro internacional como el CIMMYT”.

“Los proyectos de investigación se realizan mediante convenios con la Universidad, específicamente con el CIESTAAM. Los estudiantes del CIESTAAM participan activamente en estos proyectos para lograr, al final, diversos productos académicos de utilidad tanto para su formación, como para los objetivos de los mismos proyectos (publicaciones científicas, tesis de licenciatura, maestría y doctorado, que aportan a la actualización de las materias que se imparten en los posgrados del Centro)”.

Así lo expresa el doctor Roberto Rendón Medel, profesor investigador titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma Chapingo, quien desde hace más de cinco años inició una labor de vinculación y de proyectos de investigación conjunta entre la UACH y el CIMMYT. Y da cuenta de los logros y éxitos que suponen el trabajo conjunto y la vinculación académica y científica, y de su enriquecedora experiencia en un centro internacional como el CIMMYT. Es una tarea en conjunto, cuyos resultados positivos se hacen evidentes para investigadores, centros académicos y toda una sociedad que, a partir de la



Roberto Rendón Medel, profesor investigador titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma Chapingo.



transferencia y la divulgación del conocimiento y la tecnología, cuenta con mejores herramientas para tomar decisiones acertadas y lograr verdaderos crecimientos. Rendón Medel es ingeniero agrónomo, con maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional y doctorado en Problemas Económico Agroindustriales; es, además, profesor investigador del Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo; e imparte en posgrado las asignaturas de Planeación y Gestión para Resultados y Análisis de Redes de Innovación. También es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt (Nivel I) y coordinador de la línea de investigación sobre Ciencia, Sociedad, Tecnología e Innovación en el Sector Rural del CIESTAAM.

Desarrolla trabajos de extensión, colabora con el proyecto Buena Milpa —en conjunto con el CIMMYT— en Guatemala y desarrolla esquemas de identificación de oportunidades de extensión en Colombia con la FAO.

“En estos 5 años, y cada vez más, hemos estado aprendiendo que lo importante no son sólo los grandes números, sino ver a quiénes estamos capacitando. Los datos oficiales indican que 1.3% de las unidades de producción rural en este país, incluyendo las de maíz, acceden a servicios de asistencia técnica. Con el sistema de redes de innovación, integrado por el CIMMYT y la Universidad, hemos logrado evidenciar coberturas de entre 11 y 15%. Aún esta cifra puede parecer poco, pero resulta un número superior a ese 1.3%”, señala Rendón.

Respecto de la investigación, el doctor menciona que “se reconoce que la única forma de generar riqueza y bienestar en el medio rural es la innovación, a través no

sólo de bienes materiales, sino también de intangibles. Y me refiero con esto al conocimiento. El conocimiento es la base de la innovación, y la innovación es una base muy fuerte para generar ese bienestar que se busca en general en el medio rural”. Todos entendemos —explica el investigador— que el conocimiento es la base del desarrollo; también, “que la gran mayoría del conocimiento fluye a través de los productores, pero existe un conocimiento especializado en el cual las instituciones de investigación juegan un papel central”.

“Lo que hacemos con el CIMMYT es un proceso de gestión de la innovación”. El especialista hace hincapié en un trabajo en el que se involucre de manera amplia la participación y el intercambio con los productores; “es un proceso más complicado, pero más efectivo y más comprometido”.

En el CIMMYT se tienen indicadores de cobertura, lo destacado “es que hay números con los cuales comparar; se identifica un proceso en el que, con base en esos números, se pueden tomar mejores decisiones”.

Los desafíos no son pocos, según el especialista, hay aún mucho por hacer y mucho que apoyar. “Una cosa es la divulgación de la ciencia y otra la divulgación científica. La divulgación de la ciencia es para la población en general”. Agrega que “en México no le estamos prestando mucha atención a la divulgación de la ciencia. Hay que hacer aún más esfuerzos de los que se han hecho para divulgar resultados en palabras simples que pueda entender un público con cualquier tipo de preparación”.

Debemos identificar las múltiples posibilidades que implica la tarea de innovar junto a los productores y acercar a ellos herramientas que promuevan el incremento de sus rendimientos, hasta depender

cada vez menos de las importaciones de granos para alcanzar la autosuficiencia. El doctor Rendón es claro: “La investigación representa un beneficio para la sociedad, y no es solamente a nivel de productor, sino a nivel de la economía nacional”.

## HUMBERTO CASTRO GARCÍA: EL IMPACTO MÁS IMPORTANTE ES EN LOS PRODUCTORES

El ingeniero Humberto Castro es profesor investigador del Centro Regional Universitario Sur de la Universidad Autónoma Chapingo, con sede en Oaxaca. Colabora con el CIMMYT desde hace 20 años y, específicamente, en el Programa MasAgro desde su inicio en 2010. Integra el proyecto de “Mejoramiento participativo de poblaciones locales para ambientes específicos y evaluación de genotipos híbridos de maíz para zonas de mediano y alto potencial para el estado de Oaxaca”, de MasAgro Maíz.



Humberto Castro García, profesor investigador del Centro Regional Universitario Sur de la Universidad Autónoma Chapingo, con sede en Oaxaca.

En relación con el programa impulsado desde 2010, el investigador comenta que “se prioriza lo que ha hecho en general el CIMMYT por el mejoramiento genético de semillas y con componentes como Agricultura de Conservación y manejo poscosecha; sin embargo, creo que la mayor de todas esas fortalezas se encuentra en el mejoramiento genético”.

Principalmente, el programa ha facilitado mucho el acceso a la información. El CIMMYT ha generado una gran cantidad de información, y con MasAgro se ha potenciado el “acceso a los resultados de una investigación de muchos años. Hubo una expansión y transferencia de toda esa información de una manera mucho más rápida, de todos estos elementos de gran impacto”.

La colaboración del investigador conlleva más de 20 años de una relación que integra el trabajo realizado con variedades generadas por el Banco de Germoplasma del CIMMYT con productores que, “con el paso del tiempo, nos fueron pidiendo materiales con mayor rendimiento”.

MasAgro cubre la necesidad de mayores rendimientos, mencionó. “Empezamos a acceder a híbridos de mucha competitividad que en campo superan a materiales de algunas compañías establecidas desde hace años”. El trabajo abarca también “las redes de evaluación de ensayos uniformes de híbridos, tanto en trópico como en sub trópico y tierras altas”.

“Los principales beneficiarios de estos impactos son productores”. El especialista comenta que “ellos son los primeros que están capitalizando los resultados” porque “en los últimos años ha ido creciendo su capacidad de producción”.

La capacitación y el acceso al germoplasma son dos de los elementos que el investigador destaca como relevantes. La capacitación permite “afianzar conocimientos que ya tenemos. Eso es algo muy valioso y da las bases para un mayor desarrollo”. En cuanto al germoplasma, dijo que “MasAgro ha ayudado a acelerar el incremento y desarrollo de materiales”.

Para el ingeniero Castro, la cooperación y vinculación entre organizaciones e investigadores “es el trabajo ideal que esperamos muchos investigadores: formar alianzas, intercambiar conocimientos

y experiencias y —principalmente— poder potenciar procesos. Al final de cuentas, ganamos todos de manera colaborativa. Vamos teniendo muchos avances en poco tiempo”. Y, desde su punto de vista, el trabajo conjunto de las organizaciones facilitó la “transferencia y validación de la tecnología y su expansión”.

## NOEL GÓMEZ MONTIEL: LOS FRUTOS DE LA COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL

El doctor Noel Gómez Montiel es un investigador del Campo Experimental Iguala, del INIFAP, y ha realizado una prolífica labor académica en la Universidad Autónoma Chapingo. Tiene doctorado en Geotecnia Vegetal y maestría en Genética Vegetal. Actualmente, colabora en MasAgro Maíz, trabaja en el mejoramiento genético de maíz en la zona del trópico con el INIFAP y desarrolla su tarea con la estrategia MasAgro desde 2011.

“En el caso particular de la investigación que realizamos en el trópico, comenzamos el proyecto identificando materiales sobresalientes de la Red de Ensayos de MasAgro, nos involucramos en evaluar materiales con los que trabaja el CIMMYT y propusimos un proyecto del cual soy el responsable; ese proyecto consistió en el trabajo para la liberación de un híbrido”. Este híbrido tiene una amplia adaptabilidad en zonas cálidas.

El trabajo se enfoca en el rendimiento y la tolerancia a la enfermedad mancha de asfalto; también hay otra línea de investigación en la zona tropical enfocada en la resistencia a sequías. El doctor resalta todo el potencial de la actividad en conjunto con MasAgro: “A nosotros, todo este trabajo nos ha ayudado para impulsar la conservación del germoplasma”. Y señala que “esto, en el futuro, puede ser la fuente de tolerancia



Dr. Noel Gómez Montiel, investigador del INIFAP.

o resistencia a los efectos del cambio climático” en la producción.

El investigador sintetiza también su experiencia profesional en el marco de la colaboración interinstitucional: “Particularmente, veo una disposición muy abierta y de mucha colaboración por parte del CIMMYT para con el Instituto, nos dan muchas facilidades para poder realizar nuestro trabajo de investigación. Algo muy importante dentro de toda la estrategia MasAgro radica en la capacitación de mucha gente. En el caso de los técnicos, estas capacitaciones seguramente han aumentado las perspectivas que ellos tienen”.

Y enfatizó que “en nuestro caso, nos da una visión más amplia. Nosotros desarrollamos nuestra tarea en siete estados, somos nueve investigadores en esa área (Mejoramiento Genético de Maíces para el Trópico). El CIMMYT posee la información, los medios y el germoplasma, y toda esa colaboración interinstitucional está dando frutos”.

La colaboración como uno de los ejes centrales consolida la tarea del CIMMYT y MasAgro, abre un camino que ayuda y acompaña los esfuerzos de la investigación y la excelencia académica y fortalece los avances de la ciencia y el conocimiento orientados a un propósito grande: lograr la autosuficiencia alimentaria, la sustentabilidad productiva y la mejora de las condiciones de vida de las personas, en el presente y mirando hacia el futuro. ✪



# Girasol

ALTERNATIVA DE ROTACIÓN  
para el Valle del Mezquital, Hidalgo

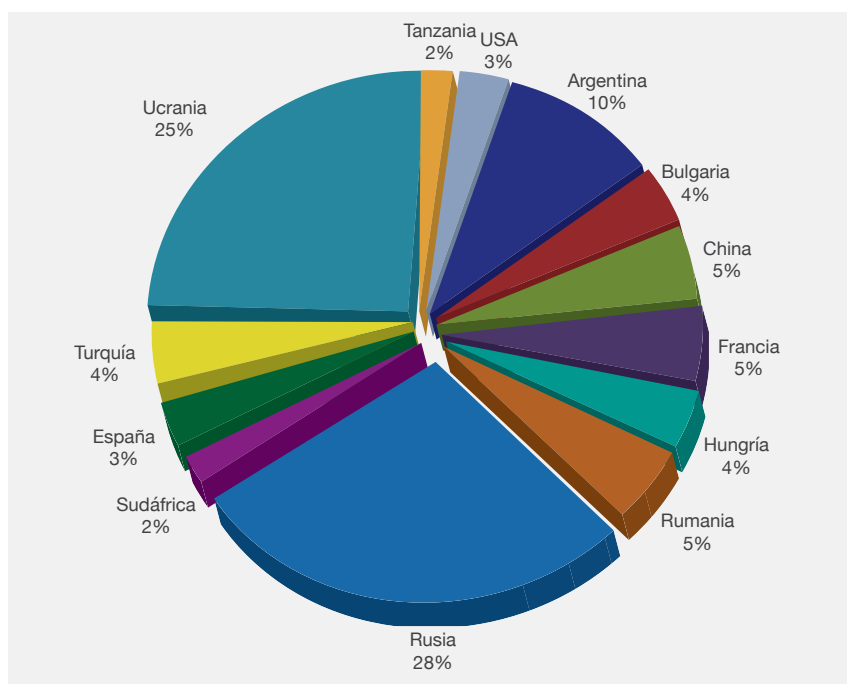
Por: Jaime Ortega Bernal, Sedagro.

Parcelas demostrativas en Hidalgo.

El girasol es uno de los cultivos oleaginosos más comunes después de la soya. Su creciente importancia se debe a la alta calidad del aceite que de él se extrae y a la productividad de sus cultivares híbridos. La superficie cultivada en el mundo cubre 21 millones de hectáreas, que producen 25 millones de toneladas, con una media de rendimiento de 1,200 kg/ha. Europa obtiene cerca de 50% del total, siendo Rusia el principal productor con cerca de 4 millones de hectáreas (figura 1).

En América el girasol ocupa un área de cultivo de 2.3 millones de hectáreas, que rinden 4.5 millones de toneladas. Argentina es el principal productor del continente, con una superficie cultivada de 1.4 millones de hectáreas y rendimientos en torno a los 2,122 kg/ha (FAOstat, 2017).

**Figura 1. Porcentaje de producción mundial de girasol por país.**



Fuente: FAOstat, 2011.

## UN POCO MÁS SOBRE EL ORIGEN DEL GIRASOL

El origen del cultivo se localiza en la parte occidental de América del Norte. A Europa llegó en 1581, a través de España, donde empezó a sembrarse en los jardines como planta ornamental. Desde España se extendió por el continente hasta llegar a Rusia, donde se convirtió en un cultivo muy destacado. Durante muchos años, los productores rusos se dedicaron a mejorarlo, seleccionando cultivares con mayor capacidad de producción de aceite.

A partir de los años setenta, los mejoradores estadounidenses se interesaron por el potencial productivo y la calidad del aceite obtenido a partir de girasol. Recientemente, se han desarrollado líneas con androesterilidad citoplasmática, es decir, que producen polen no funcional.

Esta característica se transmite de una generación a otra a través de los citoplasmas de las células femeninas (las que dan lugar a las semillas) y no por medio de cromosomas, como ocurre con la inmensa mayoría de caracteres. Estas líneas androestériles permiten obtener híbridos dotados de una capacidad productiva muy superior a la común (Océano, 2009).

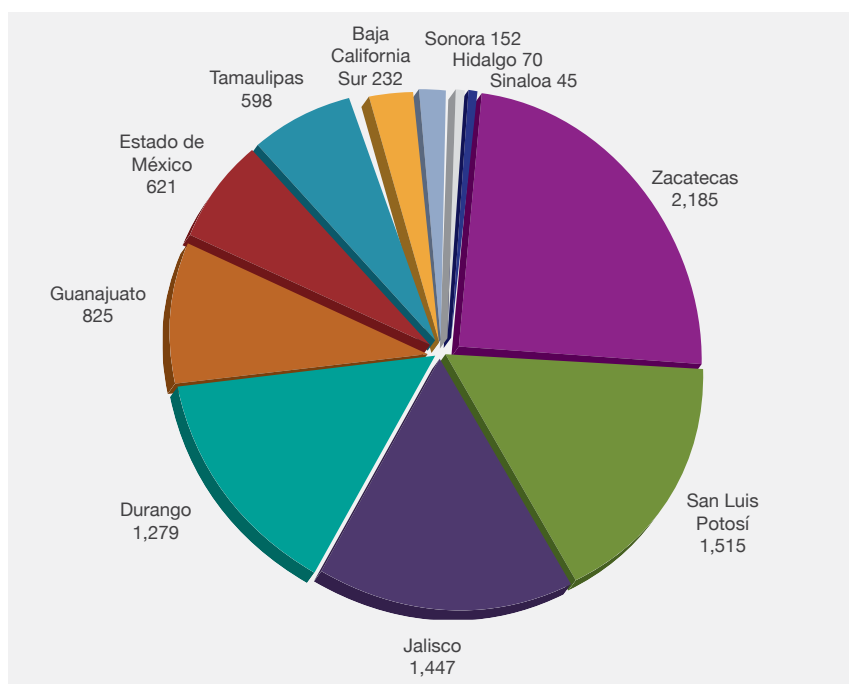


A escala nacional, la producción estimada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 2016 muestra en primer lugar al estado de Zacatecas (sur), con 2,185 t; seguido por San Luis Potosí, con 1,515 t; y Jalisco, con 1,447 t (figura 2).

## USOS COMUNES DEL GIRASOL

El girasol se caracteriza por su alto contenido de aceite, con una adecuada proporción de ácidos grasos insaturados, principalmente oleico y linoleico. Además, contiene vitaminas A, D y E y complejos fosforados que favorecen una disminución de los niveles de colesterol en la sangre; sin embargo, tiene otros usos potenciales, como alimento animal, colorantes naturales, fuente de proteínas, pectina y biodiesel (Gómez, Álvarez, Castro, Espinoza y López, 2011).

Figura 2. Producción total (toneladas) de girasol por estado.



Fuente: SIAP, 2016.

También se utiliza en forma de pasta. Por un kilogramo de semilla, el girasol contiene de 280 a 470 g de grasa, de 170 a 270 g de proteína cruda y de 350 a 360 g de fibra. Después de la extracción del aceite de la semilla, queda la pasta, la cual contiene de 260 a 500 g de proteína cruda/kg, de 120 a 350 g de fibra cruda/kg y de 10 a 90 g de grasa cruda/kg. La pasta de girasol también es rica en vitaminas del complejo B y caroteno o provitamina A.

Otro uso es el ensilaje. Un kilogramo de ensilaje de girasol contiene de 111 a 125 g de proteína cruda, de 71 a 107 g de grasa cruda, de 310 a 335 g de fibra cruda y de 390 a 420 g de fibra. Su contenido de grasa es tres veces el del ensilaje de maíz y presenta un contenido más alto de fibra, proteína y energía; sin embargo, la producción total de materia seca es menor que la de maíz (Gómez et al., 2011).

## REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

El girasol es un cultivo rústico, cuyo sistema radicular le permite desarrollarse bien durante periodos prolongados de sequía en regiones de lluvia escasa o mal distribuida. Una precipitación total de 250 a 400 mm, distribuida durante su ciclo de vida, es suficiente para producir una buena cosecha (entre 1.5 y 3 t/ha.). Durante las primeras 2 o 3 semanas de crecimiento, las plantas de girasol resisten temperaturas de -3 a -4 °C; lo mismo ocurre una vez que se ha formado la semilla. Sin embargo, las heladas y la sequía pueden ocasionar, durante el periodo crítico de floración, una reducción del rendimiento al originar la formación de semillas estériles o vanas (Gallegos y Velasco, 1970).

## DESCONTAMINANTE DE SUELOS

Otra cualidad muy interesante de este cultivo es que está considerado como una planta fitorrestauradora. La fitorrestauración es un proceso empleado para descontaminar suelos a través de especies vegetales que remueven sustancias como petróleo, disolventes, plaguicidas y metales. Aunque se encuentra en desarrollo, constituye una estrategia atractiva, debido a la capacidad que tienen algunas especies vegetales de absorber, acumular y tolerar altas concentraciones de contaminantes como metales pesados y compuestos orgánicos y radiactivos. En este proceso se utiliza la actividad microbiana asociada con la zona de la raíz de la planta, en la que participan bacterias, hongos y levaduras. La interacción planta-microorganismos favorece la producción de sustancias químicas que ayudan a la degradación (Beltrán, 2001).

El girasol, como planta fitorremediadora de elementos químicos, tiene la capacidad de absorber sustancias como arsénico, cromo, cobre, plomo, cadmio, zinc, cesio, estroncio-90 y uranio. (Alegria, 2013).





Cultivo de girasol de temporal. Cortesía: Centro de Desarrollo Tecnológico Cinta Larga.

El estado de Hidalgo no es un productor importante de girasol; sin embargo, en esta entidad se están desarrollando validaciones por parte del INIFAP, la plataforma de investigación Mixquiahuala y las empresas privadas Syngenta, Pioneer, Nuseed y PepsiCo.

## POTENCIAL PRODUCTIVO

A través de los módulos demostrativos, se pretende impulsar la siembra de girasol en el Valle del Mezquital, el Altiplano y la Vega de Metztlán como una alternativa de producción y de reconversión de cultivos en el estado de Hidalgo. El INIFAP realizó un estudio en 2013 para determinar las zonas con potencial productivo para el girasol en las regiones antes mencionadas e hizo mapas temáticos en los que se describen de manera gráfica las áreas con potencial alto, medio y bajo para el establecimiento de este cultivo. Dichos mapas se elaboraron tomando como referencia los datos

agroclimáticos y las etapas de desarrollo fisiológico del cultivo.

En el cuadro 1 se presentan datos de una compilación de información de varios años que se encuentra en la base de datos de la Red de Estaciones Agroclimáticas (establecidas en las regiones de estudio) del estado de Hidalgo. La información incluye promedios de precipitación, temperaturas máximas y mínimas y altitud de cada región de estudio; con estos datos se determinaron las zonas con alto, medio y bajo potencial.

El cultivo de girasol puede prosperar en los regímenes de temporal y riego, por lo que se calculó el potencial productivo para ambos casos. Tomando en cuenta los datos del cuadro 1, se calculó una superficie para el cultivo de girasol bajo el régimen de temporal en los diferentes municipios de Hidalgo: de 30,598 hectáreas con alto potencial productivo, 123,465 hectáreas con potencial medio y 231,936 hectáreas con potencial bajo (figura 3). De forma similar, tomando en cuenta los parámetros para la asignación de potencial productivo del cuadro 2, se calculó una superficie de 16,741 hectáreas con alto potencial y de 131,258 hectáreas con potencial medio bajo el régimen de agricultura de riego en diferentes municipios de Hidalgo (figura 4).

La estrategia más clara y precisa que permite la ubicación geográfica de los sitios adecuados para el desarrollo y la producción del cultivo de girasol es establecerlo en ambientes cuyas condiciones conducirán a los resultados esperados (Gómez et al., 2013). Con toda información, el cultivo de girasol se convierte en una alternativa para algunas regiones de Hidalgo, que cuenta ya con una agricultura por contrato a un precio de \$7,000 por tonelada, más los apoyos del Gobierno Federal por sustitución de importaciones y reconversión productiva;

**Cuadro 1. Parámetros para determinar el potencial productivo del cultivo de girasol en el estado de Hidalgo (INIFAP).**

Variable	Potencial productivo determinado		
	Alto	Medio	Bajo
Temperatura máxima (°C)	18-25	27-37	>37-<18
Temperatura mínima (°C)	>5	1-5	<1
Precipitación promedio (mm)	600-1,000	600-300	<300
Altitud (msnm)	0-1,900	1,900-2,200	>2,200

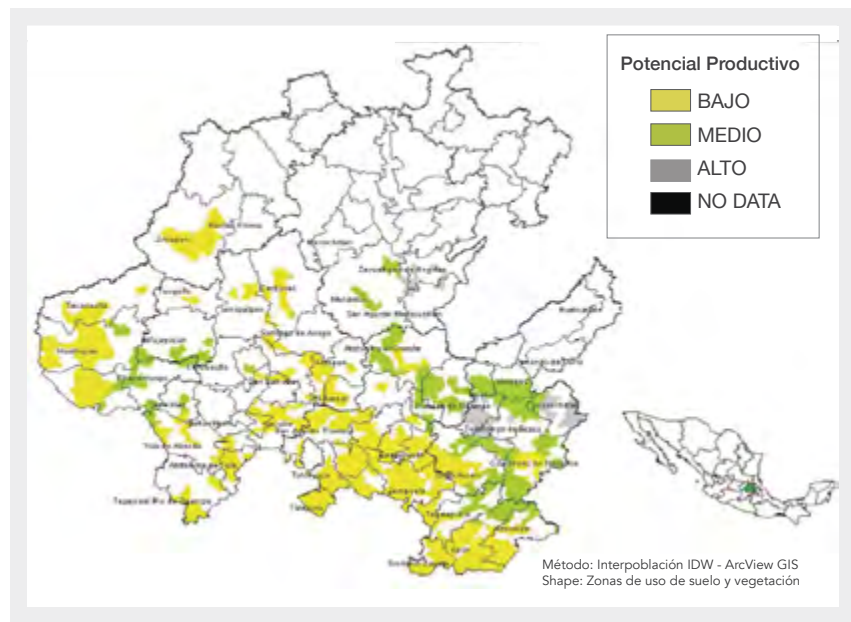
Fuente: Red de Estaciones Agroclimáticas del estado de Hidalgo. Cortesía: INIFAP Hidalgo.

**Cuadro 2. Evaluación de variedades de girasol en la plataforma de Mixquiahuala, Hidalgo, en OI 2016-17.**

Empresa	Syngenta	Nuseed	Syngenta	Syngenta	INIFAP
Varietal	3950	Sierra	3970	3965	Victoria
Densidad/ha	50,000				
Plantas germinadas/ha	48,125	46,250	48,750	47,500	41,250
Fecha de siembra	15 de diciembre de 2016				
Fecha de cosecha	31 de mayo de 2017				
Altura de planta (cm)	105	94	100	92	175
Plantas por cosecha/ha	35,625	34,200	34,532	33,321	30,765
Días de floración	73	71	76	74	82
Promedio de diámetro del capítulo (cm)	18.87	18.45	18.60	16.40	16.50
Promedio de circunferencia del capítulo (cm)	59.28	57.96	58.43	51.52	51.84
Peso promedio del grano por capítulo (g)	0.063	0.060	0.053	0.049	0.040
Humedad de grano (%)	13				
Rendimiento (kg/ha)	2,244	2,052	1,830	1,633	1,231
Potencial de rendimiento (kg/ha)	3,032	2,775	2,584	2,328	1,650

Fuente: Red de Estaciones Agroclimáticas del estado de Hidalgo. Cortesía: INIFAP Hidalgo.

**Figura 3. Potencial productivo de girasol bajo temporal en el estado de Hidalgo.**



Cortesía de René Gómez Mercado, INIFAP Hidalgo. Gómez, Hernández, Martínez, Ramos y Zarazúa, 2013.

además del rendimiento, con un potencial productivo de 1.6 a 3 t/ha en zonas de temporal y de 3 a 5 t/ha en las de riego.

A partir de esta información, se llevaron a cabo las validaciones de variedades en el régimen de riego dentro de la plataforma experimental de Mixquiahuala de 2015 a 2017 (cuadros 2 y 3).\*

Para más información sobre el cultivo de girasol en el estado de Hidalgo, consulta el folleto técnico *Tecnología para la producción de girasol en el estado de Hidalgo* (Gómez et al., 2013).

### Bibliografía

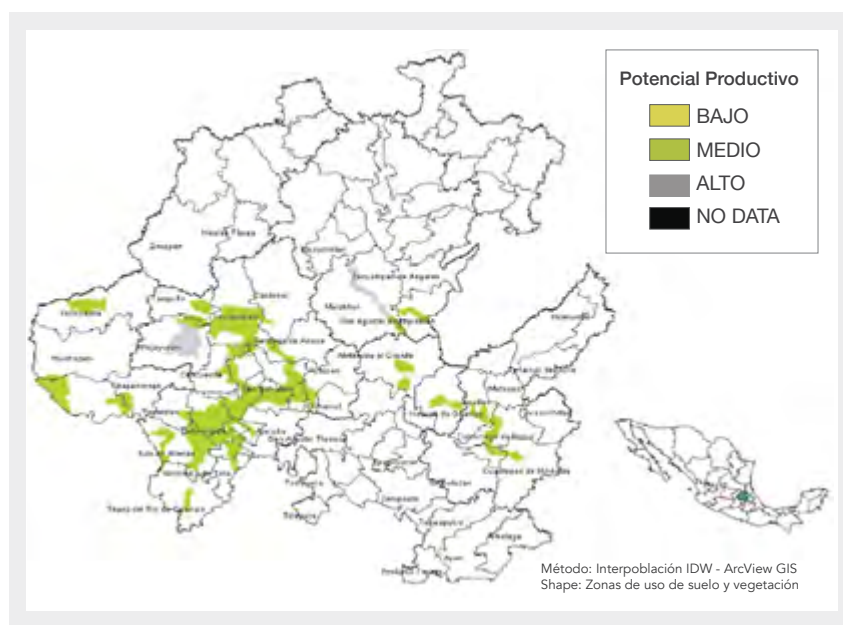
- Alegría, J. (2013). *Presentación Biotecnología y Biorremediación*. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador.
- Beltrán, M. (2001). *Fitoextracción en suelos contaminados con cadmio y zinc usando especies vegetales comestibles*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco.
- Gallegos, C. y Velasco, T. (1970). El cultivo de girasol en la mesa central. *Circular CIB*, núm. 30. México: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
- Gómez, D., Álvarez, S., Castro, V. M., Espinoza, C. y López, J. (2011). Producción de girasol de temporal para grano y combinado con maíz para ensilaje en Durango. *Folleto para productores*, núm. 11. Durango, México: INIFAP.
- Gómez, R., Hernández, M., Martínez, E., Ramos, F. y Zarazúa, M. A. (2013). Tecnología para la producción de girasol en el estado de Hidalgo. *Folleto Técnico*, núm. 5. México: INIFAP.
- (2009). *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería*. Barcelona: Océano Grupo Editorial, S. A.
- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2011. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Base de datos de la División de Estadística de la FAO (FAOSTAT). Recuperado de <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?pageID=567#ancor>

**Cuadro 3. Evaluación de variedades de girasol en la plataforma de Mixquiahuala, Hidalgo en PV 2017.**

Empresa	Syngenta	Pioneer	Nuseed			
Variedad	SIN3950HO	P63H60	Sierra	Hornet	Daytona	Cobalt II
Densidad/ha	50,000					
Plantas germinadas/ha	37,500	46,875	42,500	42,500	43,750	44,375
Fecha de siembra	13 de junio de 2017					
Fecha de cosecha	23 de octubre de 2017					
Altura de planta (cm)	185	175	195	200	165	190
Plantas por cosecha/ha	28,667	40,000	38,000	33,333	42,667	34,667
Días de floración	77	62	73	70	67	65
Promedio de diámetro del capítulo (cm)	23.7	17.8	22.9	20.9	18.2	18.2
Promedio de circunferencia del capítulo (cm)	75.1	52.4	67.8	53.4	57.3	58.1
Peso promedio del grano por capítulo (g)	0.106	0.075	0.055	0.066	0.066	0.051
Humedad de grano (%)	13					
Rendimiento (kg/ha)	3,043	2,853	2,337	2,277	2,187	2,033
Potencial de rendimiento (kg/ha)	5,308	3,754	2,738	3,284	3,280	2,542

Fuente: Red de Estaciones Agroclimáticas del estado de Hidalgo. Cortesía: INIFAP Hidalgo.

**Figura 4. Potencial productivo de girasol bajo riego en el estado de Hidalgo.**



Cortesía de René Gómez Mercado, INIFAP Hidalgo. Gómez *et al.*, 2013.



Cultivo de girasol en riego.



# Ayudamos a las familias del campo a **MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO\***

Por: Jennifer Johnson, CIMMYT.



Productores recorren un terreno que fue acondicionado mediante roza, tumba y quema en la península de Yucatán.  
© María Boal/CIMMYT.

En los últimos años, la península de Yucatán, en México, ha sido fuertemente asolada por sequías y eventos meteorológicos extremos derivados del cambio climático que han exacerbado la pobreza y la inseguridad alimentaria de la población local. Las prácticas de roza, tumba y quema en la agricultura han causado la degradación del medio ambiente y contribuido al cambio climático. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) está ayudando a las familias mayas de la península de Yucatán a adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático, aumentando los rendimientos de maíz y, al mismo tiempo, minimizando el impacto negativo en el medio ambiente.

El maíz es la base de la dieta de los habitantes de la península de

Yucatán y ha proporcionado sustento a las familias mayas durante milenios. Se siembra como parte del sistema prehispánico de intercultivo denominado milpa, que se basa en la relación simbiótica entre el maíz, el frijol y la calabaza.

Tradicionalmente, el sistema milpa consiste en acondicionar nuevos terrenos para la agricultura utilizando el sistema de roza, tumba y quema. Sin embargo, después de dos o tres años con tierras limpiadas por otro uso de suelo, éstas comienzan a deteriorarse y se tienen que usar otros terrenos. Estas prácticas han contribuido a la deforestación, el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la pérdida de valiosa biodiversidad local.

En la península de Yucatán la variación climática tiene

repercusiones en el sistema milpa. La temporada de lluvias llega más tarde y es más breve, con lo cual se reducen los rendimientos de maíz. Debido a que cada vez es más difícil ganarse la vida con la agricultura, los jóvenes se han visto obligados a emigrar en busca de empleo. Asimismo, los productores han perdido la semilla de sus variedades tradicionales de maíz cuando no han podido cosechar después de una intensa sequía.

El proyecto Milpa Sustentable en la Península de Yucatán está ayudando a las familias campesinas a aumentar sus rendimientos de maíz mediante soluciones sustentables e inclusivas, identificar los mejores terrenos e incorporar prácticas de intensificación sustentable y **Agricultura de Conservación (AC)** con el fin de evitar la deforestación y mitigar los efectos del cambio climático.

El proyecto tiene un fuerte componente de inclusión social y se asegura de que las mujeres y los jóvenes participen en los eventos de capacitación y en los procesos de toma de decisiones. "Dado que la milpa es un sistema familiar, hay que incluir a las mujeres y los jóvenes para lograr impactos", opina Carolina Camacho, investigadora principal de Inclusión Social del CIMMYT. "Desafíos complejos como el cambio climático requieren un cambio social y la inclusión de grupos tradicionalmente marginados, como las mujeres y los jóvenes, para mitigarlos".

Las técnicas de la AC se desarrollan junto con las familias, por ejemplo, la labranza cero como parte del sistema milpa, que ayuda a evitar la erosión y el escurrimiento del agua. Esto mejora la estructura del suelo y el agua se utiliza de manera más eficiente, lo cual ayuda a que el maíz sobreviva mejor a la sequía y permite a los productores sembrar la misma

tierra durante muchos años sin tener que deforestar o quemar.

“Los agricultores solían cosechar 500 kilogramos de maíz por hectárea. Ahora, con las técnicas que han aprendido del CIMMYT, cosechan hasta dos toneladas por hectárea”, señala Vladimir May, líder técnico del proyecto Milpa Sustentable en la Península de Yucatán. El proyecto también ha ayudado a los productores a aumentar sus rendimientos identificando insumos naturales que pueden ser incorporados en una estrategia de manejo integrado de fertilizantes y plagas. Esto permite a las familias campesinas incrementar de manera sustentable sus rendimientos de maíz a pesar de sus pocos insumos y recursos.

El maíz criollo que siembran los productores de la Península de Yucatán se ha adaptado a las condiciones locales gracias a la selección realizada durante siglos por los agricultores, que ha permitido que se dé bien a pesar de la degradación del suelo y otros problemas. Sin embargo, el cambio climático ha puesto en riesgo la supervivencia de la diversidad genética de su maíz. Algunos productores perdieron toda la semilla de sus variedades tradicionales de maíz porque no pudieron cosechar nada después de las intensas sequías. Otros han descubierto que sus variedades tradicionales no se dan bien debido a los fenómenos ambientales adversos causados por el cambio climático.

El CIMMYT está ayudando a los productores a reemplazar la semilla del maíz tradicional que perdieron a causa de la sequía y los cambios del clima. El Banco de Germoplasma del CIMMYT resguarda más de 28,000 variedades de maíz en beneficio de la humanidad, incluida la semilla nativa proveniente de la Península de Yucatán. El proyecto Milpa



Diversidad de maíz criollo en la península de Yucatán. © María Boa/CIMMYT.

Sustentable en la Península de Yucatán ha colaborado con el Banco de Germoplasma para encontrar las variedades originales de los productores y restaurar un componente valioso de la seguridad alimentaria, la cultura de numerosas familias y la biodiversidad.

Ha ayudado también a que los productores aumenten sus rendimientos mediante la selección participativa de variedades. Al cruzar sus variedades criollas con otras variedades de maíz nativo que son más resistentes a la sequía o al clima cambiante, los productores pueden aumentar sus rendimientos de maíz de manera sustentable, sin perder las cualidades que prefieren de sus variedades tradicionales. Las mujeres han desempeñado un papel clave en esta selección de variedades, porque ellas procesan y preparan todos los alimentos y conocen muy bien las características que el maíz debe tener para que se dé bien y alimente a su familia.

La pobreza y la inseguridad alimentaria en la región ha sido la causa de que mucha gente emigre. Con nuevas tecnologías y apoyo del CIMMYT, las mujeres y los jóvenes están empezando a ver que hay futuro en la agricultura,

pese al problema del cambio climático. “Ahora que ven cuánto maíz y otros cultivos comerciales se pueden producir con tecnologías sustentables, los jóvenes están dispuestos a quedarse”, dice María Boa, consultora que participa en el proyecto. “Dado que los jóvenes son los que a veces aceptan más fácilmente las nuevas tecnologías, los agricultores jóvenes de Yucatán desempeñan un papel fundamental en la mitigación del cambio climático y la adaptación. La inclusión de las mujeres y los jóvenes es necesaria para hacer un cambio positivo en estas comunidades”.\*

\*La versión original de este artículo puede ser consultada en:



<https://www.cimmyt.org/helping-farming-families-thrive-while-fighting-climate-change-in-mexico/>

## Antecedentes

La revista *Enlace* es una publicación bimestral del CIMMYT. Surge en 2010 como un material de apoyo a la divulgación y a las prácticas de Agricultura Sustentable con base en los principios y beneficios de la Agricultura de Conservación.

En 2018, la revista *Enlace* inicia una nueva etapa, con la cual se busca alcanzar los siguientes objetivos:

1. Intensificar la divulgación y difusión del conocimiento científico y los resultados de su integración en los diferentes entornos vinculados con la Agricultura Sustentable.
2. Brindar herramientas y recursos que faciliten la transferencia de tecnología a los productores y actores de la cadena de valor.
3. Fortalecer la interacción entre los actores de la red de innovación y de la cadena de valor.
4. Vincular a tomadores de decisiones, donantes, investigadores, gobiernos, organismos, productores, técnicos, formadores e —incluso— consumidores mediante la difusión de experiencias y resultados obtenidos en los diversos proyectos implementados por el CIMMYT.
5. Sensibilizar a la sociedad en general acerca del valor de la producción agrícola y los esfuerzos institucionales que se realizan para promover la intensificación sustentable en el campo, tanto en México como en América Latina y el resto del mundo.
6. Reconocer el compromiso y el apoyo de gobiernos, empresas y organismos que hacen posible la realización de proyectos sustentables que generan sistemas agroalimentarios estables, confiables, resilientes y más productivos.

La revista *Enlace*, gracias a la experiencia que afianza su propósito, es un espacio que reconoce la labor de los distintos actores de la red, ofreciendo contenidos científicos y divulgativos de calidad y pertinentes, relacionados con la ciencia aplicada al maíz y el trigo para mejorar los medios de vida de las personas. Asimismo, es el eje de la difusión de información que convive con el resto de los canales del organismo internacional.

A partir de este ciclo, se trabajará con un formato más riguroso, en donde los artículos y contenidos a publicar serán avalados por un cuerpo colegiado de especialistas en las áreas de investigación aplicada y en la oferta tecnológica del CIMMYT. El comité editorial definirá el espacio pertinente para la publicación, con el fin de diversificar los canales de distribución de la información: revista *Enlace*, Gaceta *Enlace*, Boletín *Enlace* y redes sociales (Facebook, Twitter y YouTube). De esta manera, buscaremos dar continuidad y nueva fuerza a los contenidos de la revista *Enlace* y el resto de los canales, con el fin de que promuevan un cambio de mentalidad orientado a la innovación de los sistemas agroalimentarios, con un enfoque de gestión sistémica, perspectiva de género, inclusión social e integración cultural.

## Convocatoria

Se convoca a técnicos certificados en Agricultura Sustentable; colaboradores de los distintos hubs; investigadores del CIMMYT; responsables de plataformas, módulos y áreas de extensión; productores cooperantes; líderes de proyecto; gobiernos; empresas; y organismos, así como a otros actores de la red de innovación del CIMMYT, a presentar contenidos para publicar en las ediciones 44, 45 y 46 de la revista *Enlace*. Los interesados podrán participar con textos que cumplan con los criterios editoriales de la revista: artículos científicos o

de divulgación, tips técnicos, fotorreportajes, entrevistas, casos de éxito y notas de boletín. La publicación de los textos enviados está sujeta al dictamen favorable de los cuerpos revisores y los miembros del comité editorial.

## Bases

1. Se publicarán únicamente contenidos originales, elaborados por la persona que los somete a consideración. En caso de que durante la revisión del contenido sometido a consideración para su publicación, se detectara plagio o contenido violatorio de derechos de autor, éste será descartado. De detectarse la infracción de forma posterior a la publicación, el CIMMYT podrá iniciar las acciones legales correspondientes.
2. La persona que someta a consideración algún contenido para ser publicado deberá asegurarse de que éste no contenga información de terceros con carácter confidencial o con restricciones de divulgación a la cual haya tenido acceso, pero no tenga la facultad de divulgar.
3. Tipos de contenidos. Consultar los lineamientos, las recomendaciones y las plantillas de apoyo para la elaboración de los artículos y contenidos para los distintos componentes. La información de los contenidos deberá estar vinculada a alguno de los temas señalados en el calendario del punto 5 de esta convocatoria.
4. Proceso para la publicación de contenidos: 1) envío; 2) revisión del contenido y emisión de dictamen; 3) solicitud de correcciones (espacio de enlace y retroalimentación con especialistas); 4) recepción de correcciones; 5) edición; 6) solicitud de visto bueno por parte del autor.
5. Se recibirán contenidos para revisión a partir de la publicación de la presente convocatoria y hasta las fechas señaladas en el siguiente calendario:

### - Número 44 (junio-julio de 2018)

Tema: Agricultura y cambio climático, prácticas sustentables. Fecha límite para la recepción de contenidos: 30 de mayo a las 23:59 h

### - Número 45 (agosto-septiembre de 2018)

Tema: Inclusión social. Fecha límite para la recepción de contenidos: 30 de junio a las 23:59 h

### - Número 46 (octubre-noviembre de 2018)

Tema: Fertilidad y suelos. Fecha límite para la recepción de contenidos: 30 de julio a las 23:59 h

Es conveniente también que los interesados en enviar contenidos a revisión consulten las normas editoriales de la revista en <http://conservacion.cimmyt.org/es/component/content/article/1-about/2533-convocatoria-enlace>. En este sitio encontrarán los tutoriales, los lineamientos y las guías para referencia, así como las instrucciones para el envío de los documentos y datos del autor o los autores. A través de ella se podrá realizar el envío de sus propuestas, darles seguimiento durante el proceso editorial y recibir notificaciones sobre la publicación de nuevos números.

En caso de tener alguna duda sobre los criterios de aceptación o las características de formato para cada sección de la revista, o para aspectos no considerados en la presente convocatoria, favor de ponerse en contacto, a través de correo electrónico, a la siguiente dirección: [cimmyt-Editorial-Enlace@cgiar.org](mailto:cimmyt-Editorial-Enlace@cgiar.org)

# Convocatoria

# Enlace

La revista de la Agricultura de Conservación

# 2018

# SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLES

para productores de autoconsumo en  
los Valles Centrales de Oaxaca

## Plataforma de investigación San Francisco Lachigoló, Oaxaca

Por: Leodegario Osorio Alcalá y Samuel Randy Aracén, INIFAP.

En los Valles Centrales de Oaxaca se cultivaron durante 2016, en condiciones de temporal, 146,789 hectáreas de maíz que obtuvieron un rendimiento promedio de 1 t/ha. Los bajos rendimientos se deben, en parte, al periodo de sequía que en agosto coincide con la floración del maíz.

### Datos relevantes de la zona

- Predomina la siembra de maíces nativos de la raza Bolita.
- El sistema tradicional de producción consiste en la preparación del suelo mediante un paso de arado y uno o dos de rastra, y se extrae el rastrojo para alimentar el ganado.
- El sistema de producción en la región aledaña a la plataforma de investigación de San Francisco Lachigoló se basa en realizar la siembra con yuntas y, en menor superficie, con sembradoras.
- La práctica de aporque es generalizada, aproximadamente, a los 30 días de la emergencia.
- El control de malezas se realiza con herbicidas y mediante escardas.
- La mayor inversión en el cultivo se realiza en la preparación del suelo, la fertilización y la cosecha.

La plataforma de investigación tiene como objetivo desarrollar, validar y promover sistemas sustentables con base en Agricultura de Conservación para la producción de maíz y cultivos asociados en la región de San Francisco Lachigoló, con la finalidad de mejorar la productividad, sustentabilidad y rentabilidad, promoviendo la vinculación, innovación y capacitación de productores y otros actores claves. Se ubica en el terreno de la productora Eva Gutiérrez López, en El Retiro, San Francisco Lachigoló, Tlacolula, Oaxaca, a una altitud de 1,569 msnm.

El reto es encontrar sistemas de producción de maíz en temporal y cultivos de importancia económica para la región de los Valles Centrales de Oaxaca que sean una alternativa viable para mejorar el rendimiento, reducir los costos y mejorar el ingreso de los productores. Por eso se comparan tres sistemas de producción en el área principal de la plataforma: sistema convencional (tratamiento testigo), labranza mínima con 100% de cobertura y camas en labranza mínima con 100% de cobertura.



Sistema convencional (tratamiento testigo). Consiste en realizar barbecho y rastra y retirar residuos. Es el sistema que predomina en la región de los Valles Centrales.



Labranza mínima con 100% de cobertura. Se realizó la roturación del suelo con arado de cinceles a una profundidad de 40 cm para romper la capa dura o piso de arado. La cobertura fue con residuos de maíz del ciclo anterior, que fueron cortados en trozos de 40 cm, en promedio, y distribuidos de manera uniforme sobre el suelo.



Camas en labranza mínima con 100% de cobertura. El suelo fue roturado con arado de cinceles a 40 cm de profundidad y, posteriormente, se realizaron camas angostas sobre el rastrojo del ciclo anterior.

## A. CÓMO AFECTA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EL RENDIMIENTO DE MAÍZ Y FRIJOL

El uso constante de maquinaria para preparar el suelo ocasiona que se formen capas duras después de los 25 cm de profundidad, impidiendo el adecuado desarrollo de las raíces de los cultivos, las cuales usan para extraer agua y nutrientes, principalmente. Con base en el diagnóstico

de parcela que se realizó en la plataforma, se determinó que la "capa de arado" se ubicaba entre los 25 y 40 cm de profundidad, por lo que fue necesaria la roturación del suelo con un arado de cinceles a una profundidad de 40 cm. Con esta práctica se favorece una mejor infiltración y mayor aireación y, dejando la cobertura sobre el suelo, se promueve mayor conservación de humedad, en comparación con el sistema convencional (barbecho y rastra) sin residuos, sobre todo durante periodos de sequía.



Compactación del suelo y contenido de materia orgánica en distintas profundidades. San Francisco Lachigoló, Tlaxolula, Oaxaca.

## B. SISTEMA MILPA

En la plataforma de investigación también se trabaja con distintas opciones de fertilización en el sistema milpa (maíz nativo, frijol y calabaza): con 100% de fertilización química (100-40-40 NPK), 50% de fertilización química y bocashi (abono orgánico), sólo bocashi y sin fertilización (testigo). Se evalúan fuentes alternas de fertilización biológica para disminuir los costos de producción y la contaminación del suelo. Con el

sistema de producción milpa, el productor aprovecha mejor el espacio de suelo y el tiempo, diversifica sus ingresos y reduce el impacto de las condiciones ambientales adversas, además de obtener alimentos en distintas etapas: primero obtiene flor de calabaza, le siguen los elotes y finalmente los ejotes, que pueden ser consumidos como verduras. Al final del ciclo de los cultivos obtiene grano de maíz y de frijol, y el fruto o la semilla de calabaza, con alta demanda en el mercado.



Sistema milpa en condiciones de temporal.

## C. ROTACIÓN DE CULTIVOS

Con la finalidad de promover la recuperación de la fertilidad del suelo de manera natural, se valida el tratamiento de rotación maíz nativo-frijol comparado con el sistema de monocultivo maíz-maíz para evaluar el efecto de la rotación y de la cobertura del ciclo anterior en el desarrollo del cultivo. Con la rotación de cultivos se promueve la recuperación de los suelos, se diversifica la producción de granos en ambientes de temporal, se rompe el ciclo de enfermedades y plagas y se puede mejorar el ingreso de los productores. La rotación de cultivos se realiza bajo dos prácticas de manejo de suelo y residuos: uno con labranza cero y 100% de cobertura, con residuos del maíz del ciclo anterior, y el otro con labranza mínima (suelo roturado) y 100% de cobertura. La idea es evaluar el efecto de la rotación del suelo para romper las capas duras que limitan el desarrollo radicular y promover mayor infiltración de agua para lograr un mejor desarrollo y producción.



Rotación maíz-frijol en condiciones de temporal.



Efecto de la sequía en maíz. Maíz criollo en plataforma de investigación (arriba), y maíz criollo en parcela del productor vecino, con el sistema de siembra convencional (abajo).



Maíz nativo en condiciones de temporal (sequía cerca de floración) con labranza mínima y 100% de residuos.

## D. ROTURACIÓN DEL SUELO Y COBERTURA, ALTERNATIVAS PARA AFRONTAR PERIODOS DE SEQUÍA

El periodo de sequía que ocurrió entre la segunda quincena de julio y la segunda de agosto durante el ciclo PV 2017 en la región de los Valles Centrales afectó de manera importante el desarrollo del maíz y otros cultivos. Con los tratamientos de mínimo movimiento y cobertura del cultivo anterior, se logró reducir el impacto de la sequía en el maíz, lo que demuestra que se están generando alternativas viables a partir de las investigaciones que se realizan en la plataforma de investigación, las cuales pueden contribuir a reducir el efecto adverso del clima para mejorar la producción del maíz y frijol aún en condiciones limitadas de humedad, en beneficio de los productores de diversas comunidades cercanas a San Francisco Lachigolá.



Evento de capacitación en la plataforma de San Francisco Lachigoló, Oaxaca.

## E. DIFUSIÓN DE RESULTADOS ENTRE PRODUCTORES Y TÉCNICOS

La finalidad de la plataforma es generar resultados y promover su difusión entre productores y técnicos para que ellos adopten o adapten a sus condiciones de producción los componentes tecnológicos que les interesen. Por ello, se realizaron dos eventos de capacitación y difusión de resultados en el ciclo primavera-verano 2017, donde participaron un total de 95 personas, de los cuales 51 fueron productores locales. Mediante los eventos de capacitación y difusión con productores, técnicos y estudiantes, se ha logrado promover tecnologías sobre mínimo movimiento del suelo, cobertura y rotación de cultivos, que ayudan ya a reducir el impacto de la sequía que ocurre, por lo general, durante la floración del maíz en los Valles Centrales de Oaxaca.

Con estas tecnologías también se promueve la conservación del suelo y el mejoramiento de la fertilidad de manera natural, mediante el manejo de residuos, la rotación de cultivos y el uso de fertilizantes orgánicos. Además, se promueve la conservación del sistema milpa, en el que se utilizan variedades criollas de maíz, calabaza y frijol de enredo para mejorar el ingreso de los productores y diversificar los cultivos.

Los resultados de esta investigación en el mejoramiento del suelo se obtendrán a largo plazo (más de 5 años); sin embargo, a corto plazo, el beneficio para los productores podrá percibirse en la reducción de costos de producción, sin afectar el rendimiento.\*

# CAPACITAR PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS, otra manera de aumentar el rendimiento en cultivos

## Proyecto Buena Milpa Guatemala

Por: Ana Christina Chaclán, Proyecto Buena Milpa.

Los productores del departamento de Quiché cosechaban casi dos quintales de maíz por cuerda, pero al aplicar nuevas tecnologías de conservación de suelos, han logrado obtener hasta cinco quintales, lo que representa un incremento de 150%.

El Triángulo Ixil está conformado por tres municipios de Quiché (Santa María Nebaj, San Gaspar Chajul y San Juan Cotzal), donde la Fundación Agros —con el apoyo del Proyecto Buena Milpa— capacita a 1,000 familias con programas de manejo tecnificado del cultivo de maíz, diversificación de sistemas, conservación de suelos y manejo de aves criollas.

El técnico Benjamín Aguilar cuenta que el principal objetivo de la colaboración entre el Proyecto Buena Milpa y la Fundación Agros es aumentar el rendimiento de los cultivos, por lo que están capacitando a los productores. También han implementado barreras vivas y muertas en las parcelas y les han explicado las ventajas de dejar el rastrojo en el suelo en lugar de quemarlo, para que se descomponga y sirva de abono, y la importancia de sembrar en asocio.

En el caserío Tuchoc, de San Juan Cotzal, el productor Diego Córdova comenta que desconocía la conservación de suelos, pero en 2017 empezó a aplicarla



Los técnicos de la colaboración entre la Fundación Agros y el Proyecto Buena Milpa han dado seguimiento a productores para aplicar tecnologías de conservación de suelos que les han ayudado a incrementar sus cultivos. Foto: Ana Christina Chaclán.

en su parcela y ha notado los beneficios, porque con esa tecnología se retiene la materia orgánica en el terreno. Ha implementado el trazado de curvas a nivel, que son trazos imaginarios que tienen la misma altura en cualquier punto de la pendiente, lo que, de acuerdo con el documento *Obras de conservación de suelos y agua en laderas* del Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (SICTA), facilita que el agua corra a lo largo de la curva y se infiltre en el suelo.

Don Diego también maneja la diversificación de cultivos y, además de sembrar maíz, cultiva haba, miltomate, chilacayote y chile chamborón, y comparte que desea sembrar frutales en su parcela, como manzana, ciruela y melocotón, para tener ingresos todo el año.

La siembra intercalada de maíz con otros cultivos le da fertilidad al suelo, lo protege de la erosión y permite controlar la maleza, además de proveer de alimento





La siembra intercalada de maíz con otros cultivos le da fertilidad al suelo, lo protege de la erosión y permite controlar la maleza. Foto: Ana Christina Chaclán.

a las familias productoras, lo que no sólo les ayuda a diversificar sus dietas y mejorar su nutrición, sino que también les da beneficios económicos.

“Cuando se quema el rastrojo, la tierra se pone dura, por eso lo dejamos en el terreno y en mayo lo regamos para que se convierta en abono; con eso, el rendimiento de maíz aumentó”, comentó el productor Juan de la Cruz Córdova, de la aldea Chichel, quien comparte que antes tenían prácticas inadecuadas para el cultivo de maíz, ya que dejaban una vara cuadrada de distancia y sembraban cinco maíces, por lo que el rendimiento era muy bajo. “Sólo producíamos de 15 a 20 costales de maíz en seis cuerdas de terreno, en cambio, ahora logramos sacar hasta 48 costales”, afirma.

El productor explica que hace varios años llegó una institución a su aldea y les enseñó a aprovechar la tierra y a no quemar el rastrojo, para utilizarlo como abono. Los técnicos de la colaboración entre la Fundación Agros y el Proyecto Buena Milpa le han dado seguimiento a productores como don Juan para

aplicar otras tecnologías de conservación de suelos, las cuales les han ayudado a incrementar sus cultivos.

Los técnicos también han capacitado sobre el uso de barreras vivas, las que ya fueron implementadas por varios productores, quienes están sembrando bijao (*Calathea lutea*). Estas barreras permiten reducir la velocidad del agua y el viento y captar los sedimentos que van en el agua de escurrimiento, lo que ayuda a proteger el suelo de la erosión, señala el documento del SICTA.

La conservación de suelos es vital para asegurar buenas cosechas, por lo que es necesario capacitar a los productores constantemente, sobre todo porque los suelos tienen características diferentes en cada departamento y se deben realizar prácticas adecuadas al contexto local.

## LA FORMACIÓN DE CAPACITADORES EN GUATEMALA

En 2018 uno de los objetivos de la capacitación a técnicos en Guatemala es fortalecer los procesos de formación. Con ello se logrará integrar una base de formadores en sistemas de producción agroecológica sustentable para iniciar el curso modular “Agricultura Ecológica”, que tendrá una duración de seis meses, estará certificado por el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (Intecap) y será para técnicos y extensionistas. Además del Intecap, participan en el curso el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); la Cooperación Alemana; el Proyecto Buena Milpa; la Asociación de Desarrollo Agrícola y Microempresarial (ADAM); el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y su Departamento de Agricultura Orgánica (DAO).

Carlos Sum, coordinador de Capacitación del Proyecto Buena Milpa, comenta que por medio del curso Facilitación del Aprendizaje, también certificado por el Intecap, se busca capacitar a los formadores en temas que les ayuden a utilizar las herramientas adecuadas para la enseñanza, lo que les permitirá transmitir los mensajes clave y que éstos sean comprendidos por los participantes. En este curso participarán tanto encargados de procesos de capacitación de las instituciones aliadas como técnicos facilitadores de temas específicos en Agricultura Sustentable.\*



# Capacitación, tu herramienta para una producción sustentable

Con la contribución de Sylvanus Odjo, Nuria Ochoa Nieblas, Jessica González Regalado y Fabián Enyanche Velázquez, CIMMYT.



## COMO PRODUCTOR(A) ACTIVO(A) Y PRACTICANTE, PARTICIPA EN LAS CAPACITACIONES

- Intenta estar dispuesto a participar en todo momento.
- Anímate a trabajar en equipo, recuerda que las experiencias y los conocimientos de los demás siempre te enseñarán algo.
- Procura mantener una buena relación con el facilitador y los otros productores.
- Comparte tus experiencias.



## COMO TÉCNICO(A), CAPACITA A LOS(AS) PEQUEÑOS(AS) PRODUCTORES(AS)



### I. Pasos clave

1. Identifica las necesidades de capacitación (conoce el contexto y a los participantes). Recuerda que un productor solamente utiliza los aprendizajes que resuelven sus problemáticas o atienden sus necesidades específicas.
2. Establece los objetivos y los resultados de aprendizaje y diseña un plan de capacitación adaptado.
3. Planifica las actividades y prevé los recursos necesarios para la capacitación. Evita improvisar; investiga y estudia los temas que impartirás, recuerda que eres una parte importante en la transmisión de conocimientos. Puedes incluir apoyo logístico para el desarrollo de la capacitación; presenta a tu equipo e indica que pueden clarificar y comentar el tema.
4. Motiva a todos a participar en las actividades, teóricas y prácticas.
5. Mantén comunicación con los productores antes y después de las capacitaciones, esto te ayudará a saber si tus objetivos se cumplen.
6. Procura impartir la capacitación en un área lo más cercana posible a la realidad de los productores y con espacio suficiente para una buena distribución espacial del participante.
7. Procura que el grupo esté conformado por productores de distintas zonas de la comunidad, así podrán conocer experiencias distintas a las de su entorno. (Forma un grupo heterogéneo).
8. Evalúa la capacitación y reflexiona sobre las oportunidades para mejorar.



### II. Tips para ser un buen facilitador

- Respetar a los pequeños productores que participan y acéptalos como socios iguales en el aprendizaje y la resolución de problemas.
- Fortalece tus habilidades como facilitador e identifica lo que sabes sobre técnicas de poscosecha, basado en tu experiencia.
- Ayuda a los participantes a identificar las oportunidades de manejo y almacenamiento poscosecha adecuadas a su propia situación, y las formas en que pueden continuar aprendiendo después de la capacitación.
- Aprende a aprender de los productores y confía en su experiencia.
- Promueve la vinculación entre productores y fabricantes locales de silos metálicos herméticos.

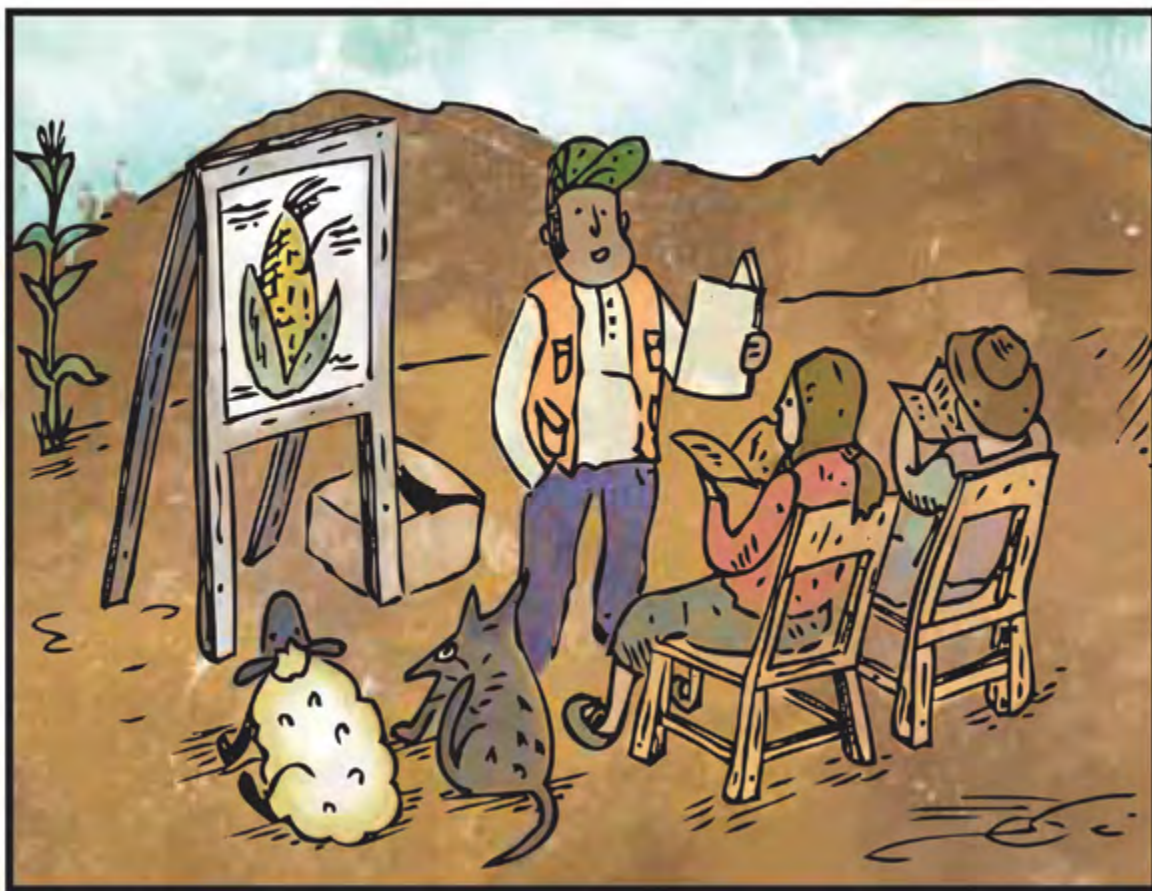
### Cómo impartir capacitación: preguntas útiles

- ¿A quién voy a capacitar?  
Cantidad y tipo de productores; selecciona de distintos grupos sociales: por género, edad y recursos económicos.)
- ¿En qué estoy entrenando?  
Tema y tipo de aprendizaje.
- ¿Qué saben los productores sobre el tema que impartiré?  
Conocimiento existente y conceptos erróneos.
- ¿Cómo los capacitaré sobre el tema?  
¿Qué enfoques de aprendizaje? ¿Cuánto tiempo está disponible?  
¿Cómo podemos acceder a las situaciones del campo?  
¿Cómo mantener su interés?
- ¿Cómo puedo crear flexibilidad para hacer frente a necesidades inesperadas?  
Priorizar actividades para que las partes clave del programa estén cubiertas.
- ¿Cómo puedo saber si los productores entienden?  
Evaluaciones formales e informales, cuestionamiento de técnicas y comentarios de los participantes.



### Recuerda...

- Tu conocimiento y experiencia no son necesariamente superiores a los que tienen los participantes.
- Evita ser: arrogante, intolerante, impaciente, impuntual, desorganizado o inhumano.
- No pretendas que conoces un tema si no es así.
- Dirígete a tu público con un lenguaje apropiado, dependiendo del tipo de audiencia.
- Agradece a los participantes por la atención y el tiempo que te obsequiaron.



### III. Recomendaciones para mantener discusiones de grupo con pequeños productores

- En reuniones de grupo, planifica con anticipación y selecciona una hora que sea conveniente para todos los participantes.
- Organiza grupos de discusión pequeños (entre cinco y 10 personas) para fomentar la participación.
- Al iniciar, explica el propósito de la reunión. Observa y pregunta las costumbres locales, con respecto a los procedimientos para las reuniones, y síguelas.
- Anima a la gente a hablar, escucha activamente y muestra interés en lo que dicen.
- Haz preguntas abiertas que les permitan a las personas hablar sobre sus problemas relacionados con el tema de la reunión. Por ejemplo: "Cuéntame sobre los problemas que tienes almacenando tu grano".
- Si las preguntas no son suficientes para motivar a los participantes a narrar sus experiencias, da ejemplos de casos concretos.
- Mantén una mente abierta y evita ideas preconcebidas, ya que pueden estar desactualizadas o ser inapropiadas para alguna localidad en particular.\*

AL CAPACITAR,  
PROCURA SIEMPRE:

- Identificar** los problemas que el productor enfrenta en su parcela.
- Priorizar** estos problemas.
- Descubrir** lo que el productor realmente quiere lograr.
- Ofrecer** soluciones apropiadas.

#### Bibliografía

- Golob, P. (2009). *On farm post-harvest management of food grains: a manual for extension workers with special reference to Africa*. Eds. Boxall, R. & Gallat, S. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Hodges, R. J., & Stathers, T. E. (2012). *Training manual for improving grain postharvest handling and storage*. Rome: World Food Programme. Disponible en: <http://www.wfp.org/content/p4p-training-manual-improving-grain-postharvest-handling-and-storage>

# PROAGRO Productivo Acompañamiento Técnico en imágenes

PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico ayuda a que productores de pequeña escala confíen en su sistema agrícola gracias a las prácticas sustentables que para ellos representan ahorros considerables durante el manejo del cultivo y el manejo poscosecha y que en un futuro cercano generarán mayores rendimientos, contribuyendo a lograr su seguridad alimentaria.

## 1. CAMPECHE, LOCALIDAD BACABCHÉN

El productor Fernando Caamal Ake y el técnico Héctor Manuel Pineda Chacón. Gracias a PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico, se innova con tecnologías de **Agricultura de Conservación** como control biológico del gusano cogollero y monitoreo con trampas con feromonas; asimismo, emplean el almacenamiento hermético del grano de autoconsumo. Estas tecnologías se implementan con el fin de reducir el uso de agroquímicos.



## 2. CHIAPAS, LOCALIDAD REVOLUCIÓN MEXICANA, VILLA CORZO

El productor José Amín Vázquez Estrada y el técnico Jesús Ovando Cruz. El productor conoció al técnico en una asamblea de ejidatarios y su personalidad y propuestas le llamaron la atención, por lo que decidió acudir a las pláticas y darle oportunidad a nuevas tecnologías, como las trampas con feromonas que son usadas para el control del gusano cogollero, principal plaga del maíz en la región.





3

### 3. ESTADO DE MÉXICO, MUNICIPIO SAN FELIPE DEL PROGRESO

Juana Hernández, productora. Ella decidió no retirar el rastrojo para venderlo como zacate, pues piensa que “lo pagan muy barato, y si le sirve y nutre al terreno, mejor que se quede ahí”. Ahora también guarda sus semillas en botellas de PET, con lo cual quedan libres de plagas y hongos.

### 4, 5. GUANAJUATO, MUNICIPIO PÉNJAMO

El técnico Juan Pablo Elías Valerio y el productor Caín Ramos Rodríguez. Gracias al acompañamiento técnico, Caín ya no tuvo que barbechar la tierra en esta siembra y aprovechó casi 100 por ciento del rastrojo de su anterior ciclo. Satisfecho, este productor asegura que ya son notorios los primeros beneficios de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico en su parcela, “simplemente en el menor gasto en diésel, el poco desgaste del tractor y que uno ya no trabaja tanto”.



6



4

7



## 6,7. GUERRERO, LOCALIDAD PALULA, MUNICIPIO DE TEPECOACUILCO DE TRUJANO

La técnica María del Rocío López y el productor Noé Montes Pérez. María del Rocío desarrolla su perfil profesional y rompe las brechas de género al brindar conocimiento a los productores, mujeres y hombres, beneficiarios del programa PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico en su región. El programa impulsa también la inclusión social de jóvenes mujeres que brindan asistencia técnica para promover el desarrollo de pequeños productores y, a su vez, consolidar su perfil profesional. Un claro ejemplo es la actividad que ella realiza para mejorar la producción de Noé Montes Pérez.

5



## 8,9. HIDALGO, LOCALIDAD SAN NICOLÁS TECOMATLÁN

La técnica Areli Ortega Licona y el productor Eliseo Zúñiga Bautista. Gracias a la intervención de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico, Eliseo ahora hace su composta y genera lombrices para su tierra; él prefiere ampliamente el enriquecimiento orgánico de su parcela. También almacena sus semillas en bolsas herméticas, de manera que no tengan humedad, y en el siguiente ciclo aplicará la rotación de cultivo sembrando girasol, con el fin de sacar el máximo provecho.

El interés por una explotación responsable del campo ha llevado a la ingeniera Ortega a formar parte del programa. Comenta que “es de valor tanto para los productores como para los técnicos que brindan el apoyo y el asesoramiento, ya que buscan incrementar la producción agrícola del pequeño productor”.



## 10, 11. JALISCO, MUNICIPIO SAN GABRIEL

El técnico Emanuel Alzaga Velasco y el productor Candelario Lomelí García. El productor comenta que hace falta más coordinación y divulgación para empezar a tiempo. “Hemos visto cambios, sobre todo en acabar con el gusano cogollero. Sin embargo, hace falta más divulgación de los programas para que se apliquen a tiempo. Nos interesa mucho aprender técnicas de combate de plagas, por ejemplo, contra el pulgón del sorgo. Varios productores estamos interesados en aplicar las propuestas de tratamiento de semillas de maíz para plagas de suelo y promotores de desarrollo radicular que nos enseñaron en las capacitaciones”.





12



## 12. MICHOACÁN, LOCALIDAD SALTERILLO

El productor Carlos Vega Merino y el técnico José Alfredo Rodríguez Zavala con don Raúl y don Arturo, este último, comisariado ejidal. “Por el momento sólo aplicamos el almacenamiento poscosecha y la elaboración de insumos orgánicos. Todavía no podemos ver resultados en lo demás hasta que lo apliquemos en la siguiente siembra”.

15



13



## 13, 14. OAXACA, MUNICIPIOS MAGDALENA APASCO Y SAN JUAN TEPOSCOLULA

El productor Pedro Chávez Hernández y sus hijas, Soledad y María. “Nos juntamos todos los productores de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico, y el técnico nos enseñó a hacer abono orgánico, lo cual fue muy bueno”. Además de la rotación de cultivo y el uso de abono orgánico y foliares, dejaron de mover el suelo, y ahora dejan residuos de la cosecha. Soledad imparte pláticas a los productores y menciona la importancia de la rotación de cultivo y de dejar los residuos de cosecha en la parcela para mejorar la fertilidad del suelo, está invitando a más productores a realizar innovaciones en el ciclo productivo 2018.

14



El técnico Carlos Barragán García, ganador del Premio Cargill 2017 a la Seguridad Alimentaria, con la familia de don Pedro Chávez. Ellos aplican tecnologías herméticas para conservar la calidad nutricional de los granos obtenidos durante la cosecha.

## 15. OAXACA, MUNICIPIO SAN JUAN TEPOSCOLULA

El productor Melesio Eulalio Cruz; su hijo, José Luis Cruz; y el técnico Héctor Valle Miguel. Los productores se integraron para recibir la asesoría de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico, con capacitaciones en temas específicos sobre Agricultura de Conservación y se dieron cuenta de que iban por buen camino, ya que estaban aplicando el principio de mínimo movimiento del suelo. Sin embargo, reconocieron que no han hecho un buen manejo de rastrojos, que es importante hacer la rotación de cultivos y que primero necesitan realizar un acondicionamiento de parcela que les permita establecer los principios de AC.

“A mucha gente le pareció interesante el almacenaje en silos metálicos, y ahora están muy interesados en desarrollarlo; ellos ya vieron en vivo lo que se puede aplicar”, comentó el ingeniero.



## 16,17. PUEBLA, MUNICIPIO SANTA INÉS AHUATEMPAN

El productor Antonio Aburto Raymundo de Jesús y el técnico Senén Dolores Bernabé. Don Toño es una persona abierta a aprender y a atender las sugerencias del ingeniero Senén Dolores, como cambiar su modalidad de siembra, que antes era de dos o tres semillas por golpe a una distancia de 50 a 70 centímetros y ahora es de sólo un grano por

cada golpe a una distancia aproximada de 30 centímetros, es decir, a cada paso que da en el surco, clava su pala con destreza y avienta el grano con precisión. Lo anterior da como resultado una mayor densidad de siembra, más plantas por hectárea y mayor producción, al obtener hasta 6 u 8 toneladas por hectárea de maíz criollo.



## 18. VERACRUZ, LOCALIDAD LA ESPERANZA, ACTOPAN

La productora Patricia Salazar Salvador y su familia. “El técnico Lamberto Sosa Trinidad nos ha recomendado cosas muy útiles; por ejemplo, que ya no quememos el rastrojo para que no salga mucho zacate ni bejuco en la milpa, y sí funciona. O que hagamos de manera natural los líquidos para combatir las plagas; apenas estamos comenzando, pero ya veo buenos resultados”.

## 19, 20. YUCATÁN, MUNICIPIO TIZIMÍN

El productor Álvaro Ku Ku, de sombrero; sus cinco hijos; y el ingeniero Francisco Martínez Ruíz. Gracias al acompañamiento técnico de PROAGRO Productivo-Acompañamiento Técnico, don Álvaro y sus hijos construyeron trampas de melaza con piña que, además de económicas, fueron muy eficaces para acabar con el gusano cogollero. Al productor le gusta trabajar con el ingeniero y quiere que toda la comunidad se integre, y ahora dice

que va a dejar el rastrojo para nutrir la tierra, como le fue aconsejado. Sus hijos forman un buen equipo y están abiertos a la innovación tecnológica.

Otra de las tecnologías poscosecha que aplicaron fue el almacenamiento de maíz en bolsas herméticas. Dos de los hijos de don Álvaro también trabajan como herreros, así que ahora están interesados en hacer silos metálicos que podrían comercializar en toda la comunidad.\*



SIP  
Programa de  
Intensificación  
Sustentable

**DIRECTORIO**  
**01 800 462 7247**  
TELÉFONO



[www.facebook.com/accimmyt](http://www.facebook.com/accimmyt)



@ACCIMMYT



[www.youtube.com/user/CIMMYTCAP](http://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](mailto:cimmyt-contactoac@cgiar.org)



*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 SDAJR; 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); Grupo Bimbo; Syngenta; Heineken; Pioneer; el Gobierno del estado de Chihuahua; el Gobierno del estado de Querétaro, a través de la Sede; y los programas de investigación del CGIAR: Maíz (CRP Maize), Trigo (CRP Wheat), Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS). El CIMMYT es un organismo internacional, sin fines de lucro, sin afiliación política ni religiosa que se dedica a la investigación científica y a la capacitación sobre los sistemas de producción de cultivos básicos alimentarios.*