



# EnlAce®

La revista de la Agricultura de Conservación

No.  
23

diciembre 2014-  
enero 2015

► **El impacto  
de la AC**  
en la agricultura  
**familiar:** una experiencia  
en la sierra norte de Puebla

► **Mejoramiento  
de trigo:**  
indispensable para garantizar  
la seguridad alimentaria

► **Resultados  
MasAgro Trigo**

Este material es de distribución gratuita.  
Prohibida su venta.

 **MasAgro**  
Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional



Más cerca

01800 Lada sin costo  
4627247



<http://conservacion.cimmyt.org>



Twitter

@ACCIMMYT



Facebook

<https://www.facebook.com/accimmyt>



Youtube

<https://www.youtube.com/user/CIMMYTCAP>

Año VI. Número 23  
Diciembre 2014 - enero 2015

Coordinación General  
Bram Govaerts

Gerente de Divulgación  
Georgina Mena

Dirección Editorial  
Gabriela Ramírez

Comité Editorial  
Carolina Camacho  
Javier Contreras  
Rachael Cox  
Xóchitl Fonseca  
Bram Govaerts  
Judith Hernández  
Víctor López  
Georgina Mena  
Gabriela Ramírez  
Horacio Rodríguez  
Matthew Thornton

Imagen de portada

CIMMYT.  
Campo Experimental Norman E.  
Borlaug. Ciudad Obregón, Sonora,  
México.

Corrección de Estilo  
Iliana C. Juárez

Diseño Gráfico  
Margarita Lozano

Traducción  
Gabriela Ramírez

Multimedia  
C. Alfonso Cortés

## Fe de Erratas:

Por un error involuntario en el número anterior, de octubre- noviembre (Núm. 22) incluimos imágenes que no corresponden al artículo Realizan Simposio de Innovación Ganadera SIGAN 2014. Nos disculpamos sentidamente con nuestros lectores y en especial con los organizadores de este simposio. La corrección ya está atendida en la versión electrónica de la revista que puede ser consultada en <http://conservacion.cimmyt.org/index.php/es/revista-enlace>



3



10



16



29



41



60

## 1 ÍNDICE

## 2 EDITORIAL

### AL GRANO

- 3 Investigador del CIMMYT recibe premio internacional
- 5 Bram Govaerts recibe el Premio Norman Borlaug 2014 a la Investigación de Campo y su Aplicación
- 7 Producir insumos en áreas urbanas, periurbanas y traspatios, el futuro de la alimentación: Sagarpa
- 9 Actores del Hub Valles Altos llevan a cabo reunión estratégica
- 10 Pabellón MasAgro Guanajuato, la novedad en la Expo Agroalimentaria 2014

### MONOGRÁFICO

- 12 Mejoramiento de trigo: indispensable para garantizar la seguridad alimentaria
- 16 Calidad del trigo
- 20 Resultados MasAgro Trigo
- 24 Preparan nuevas generaciones de investigadores en trigo

### CENTRAL

- 27 Miembros de la red reafirman su compromiso para trabajar por la Agricultura Familiar

## LA CHARLA

- 29 En materia de alimentación, la niñez debe ser prioridad

## DIVULGATIVO

- 31 El cultivo de triticale. Investigación, multiplicación y promoción en áreas de extensión
- 33 Siembra de cebada en surcos. Un sistema precursor de la Agricultura de Conservación
- 36 El impacto de la AC en la agricultura familiar: una experiencia en la sierra norte de Puebla
- 38 Desarrollo de tecnología para producir seis toneladas por hectárea de trigo con dos riegos (siembra y un auxilio) en el Bajío
- 41 Optimización de la cosecha de semilla de trigo
- 44 Plataforma experimental de Agricultura de Conservación en el Valle del Mayo, Sonora
- 47 Hub meetings: definiendo y afinando el hub
- 51 Tracción animal. Una oportunidad para innovar

## TIPS

- 57 Uso de sensores ópticos para la fertilización de trigo: avance a paso rápido y seguro en Mexicali

## FOTORREPORTAJE

- 60 ¿Cómo se evalúa la calidad del trigo?

"Enlace La Revista de la Agricultura de Conservación, año VI, número 23, diciembre 2014- enero 2015, es una publicación bimestral editada, publicada y distribuida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con domicilio en km.45 Carretera México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56237, México. Teléfono: + 52 (595) 9521 900. [www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org), <http://conservacion.cimmyt.org/> editorial.cimmyt@gmail.com Editor responsable: Dr. Ir. Bram Govaerts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2014-110718425800-203, número de ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Certificado de Licitud de Título y Contenido en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por 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 8 de diciembre de 2014, con un tiraje de 18, 000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 12 de diciembre de 2014.

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. Éste es un material de apoyo a la divulgación de la agricultura sustentable con base en la Agricultura de Conservación en México. D.R. © CIMMYT 2014. Se prohíbe la reproducción, parcial o total, de este material, salvo que medie la autorización previa y por escrito del titular.

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

# EDITORIAL

**E**l año sin duda ha sido significativo y muy alentador. Hablamos de un periodo de trabajo intenso que nos ha llevado a alcanzar las metas de una visión de excelencia para México, y la región, a familiarizarnos y crecer con muchos productores, y a fortalecer una noble labor que es la seguridad alimentaria.

En 2014 tuvimos el placer de ser convocados a importantes eventos como la celebración del Día Mundial de la Alimentación en Tepatlán Jalisco donde hubo oportunidad de conversar sobre casos de éxito e intercambiar experiencias en pro de la alimentación en la región latinoamericana.

Por otra parte, el estado de Guanajuato fue nuevamente sede de la Expo Agroalimentaria, organizada por el Patronato para el Desarrollo Agropecuario que llegó a su edición número 19 donde contó con asistentes nacionales e internacionales, asimismo participaron 930 expositores de 13 países. En este evento MasAgro Guanajuato promovió el extensionismo integral con el desarrollo de capacidades e impartió diversas clínicas sobre tecnologías agrícolas como parte del pabellón de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAYR), este esquema fomenta más productividad y competitividad del sector agroalimentario en la entidad mejorando su inserción en cadenas de valor.

Finalmente, el seminario Extensionismo y Agricultura Familiar cierra con broche de oro las actividades del Año Internacional de la Agricultura Familiar, acciones que nos han permitido sobre todo dar cuenta de la importancia de este grupo de población y de su relevancia en la generación de alimentos. Nuestro compromiso sin embargo no concluye ya que permanentemente apoyaremos y participaremos en los trabajos alrededor de este tema con la finalidad de impulsar políticas públicas que permitan facilitar el acceso a los apoyos financieros y sociales que mejoren sus condiciones de vida.

Ahora, toca ser parte de un nuevo reto, el 2015 se ha designado como del Año Internacional de los Suelos. Seguramente podremos compartirles muy pronto varias actividades que llevaremos a cabo.

La revista esta ocasión dedica su tema central al trigo, al mejoramiento y la calidad de este grano. Además, los resultados de MasAgro Trigo, relevantes e interesantes. También presentamos información sobre las reuniones anuales en nuestras redes de innovación en el país (hubs) y una investigación muy interesante sobre el mejoramiento de maquinaria de tracción animal.

No dudo que este material será de su agrado pero sobre todo de gran utilidad.

Agradezco al equipo y a la red de colaboradores MasAgro por su trabajo constante durante el 2014 y a nuestros lectores por su confianza y apoyo. Envío a cada uno un fraternal abrazo, mis mejores deseos de Navidad y prosperidad para el Año Nuevo. Que haya más producción y beneficios a nuestro campo mexicano y a las familias que día a día le entregan su vida y su dedicación.

**Bram Govaerts**  
Director Adjunto del Programa Global de Agricultura  
de Conservación del CIMMYT

# INVESTIGADOR DEL CIMMYT RECIBE PREMIO INTERNACIONAL

Redacción

Fotografías: Archivo CIMMYT

**E**n la ceremonia de entrega del Premio Mundial de Alimentación 2014, Sanjaya Rajaram, investigador del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), recibió este galardón por el gran trabajo de investigación y aplicación que ha realizado en materia agrícola.

Sanjaya Rajaram —nacionalizado mexicano— recibió el premio por haber logrado la liberación de más de 480 variedades de trigo de alto rendimiento en 51 países, con dos cosechas anuales, en beneficio de agricultores de pequeña y mediana escala.

Al respecto, el titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Enrique Martínez y Martínez, señaló que este acontecimiento es un momento de reflexión para considerar el mayor reto que enfrentamos, ya que tenemos que incrementar la producción de alimentos entre un 50 y un 70 por ciento en el 2050, en un entorno con menor disponibilidad de recursos y mayor variabilidad climática.

Aseguró que México y el mundo están realizando una transformación de su agricultura, con las aportaciones de investigadores tan destacados como el doctor



Sanjaya Rajaram recibió el premio Mundial de la Alimentación 2014.



**SANJAYA RAJARAM** con Enrique Martínez y Martínez, titular de la Sagarpa.

Norman Borlaug y, ahora, el doctor Sanjaya Rajaram, en la producción de más alimentos, a través de la liberación de variedades de trigo resistentes a las plagas y de alto rendimiento.

Acompañado por el secretario del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Thomas Vilsack, y por el presidente de la fundación del Premio Mundial de la Alimentación, Kenneth Quinn, el funcionario federal aseguró que con acciones conjuntas, entre gobiernos y productores del sector agroalimentario, además de la vinculación de los centros de investigación se habrá de conseguir el desafío de producir alimentos para la población mundial.

En el evento participaron el director general del CIMMYT, Thomas Lumpkin; el subsecretario de Agricultura de la Sagarpa, Jesús Aguilar Padilla; el director general del IICA, Víctor Villalobos Arámbula; el director en jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), Enrique Sánchez Cruz; el coordinador general de Asuntos Internacionales, Raúl Urteaga Trani, y el consejero Agropecuario de México en Estados Unidos, Carlos Vázquez Ochoa, entre otros. **AC**



**SESIÓN** del Borlaug Dialogue 2014.



# BRAM GOVAERTS RECIBE EL PREMIO NORMAN BORLAUG 2014

## *a la Investigación de Campo y su Aplicación*

Redacción

Fotografías: Archivo CIMMYT

El Premio Norman Borlaug 2014 a la Investigación de Campo y su Aplicación, auspiciado por la Fundación Rockefeller, fue entregado a Bram Govaerts durante la ceremonia de premiación del simposio internacional “Diálogo Borlaug” del Premio Mundial de Alimentación (WFP, por sus siglas en inglés).

Govaerts, quien es originario de Bélgica y trabaja en México, fue honrado con el premio por su trabajo en el desarrollo de “programas sostenibles de vanguardia que están transformando la agricultura de subsistencia y los sistemas agrícolas poco sustentables en sistemas productivos y sostenibles en México y otras partes del mundo”, de acuerdo con el WFP.

A sus 35 años, Bram Govaerts es director asociado del Programa Global de Agricultura de Conservación y líder del programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).



**A BRAM GOVAERTS LO DEFINE SU PASIÓN POR TRABAJAR CON PRODUCTORES** para ofrecerles el rango completo de herramientas que erradiquen los limitantes de la agricultura de subsistencia.



**LA VISIÓN DE GOVAERTS** para incrementar la producción de alimentos entre los productores más desfavorecidos se inspiró en el credo de Norman Borlaug, fundador del Premio Mundial de Alimentación: “Llévenlo al Productor”.

El papel de Govaerts fue fundamental en la planeación y la ejecución de MasAgro, una iniciativa conjunta del Gobierno de México y el CIMMYT, que comenzó a finales de 2010. Tras liderar desde entonces un componente clave de MasAgro, Govaerts asumió el liderazgo de todo el programa en junio de 2014. Antes, trabajó extensamente en Etiopía, como parte de su investigación de doctorado, donde extendió tecnologías de Agricultura de Conservación a los pequeños productores de las tierras altas del país.

En la actualidad busca aplicar las lecciones aprendidas de MasAgro en proyectos similares en América Latina, de manera particular en Guatemala. El trabajo colaborativo de Govaerts con los productores ha permitido a pequeños agricultores de México y de otros países en desarrollo escapar del hambre, de la pobreza y mejorar sus medios de vida.

“Evocando las cualidades clave de Borlaug, la visión de Govaerts de ciencia aplicada, su conocimiento del campo mexicano, dominio del

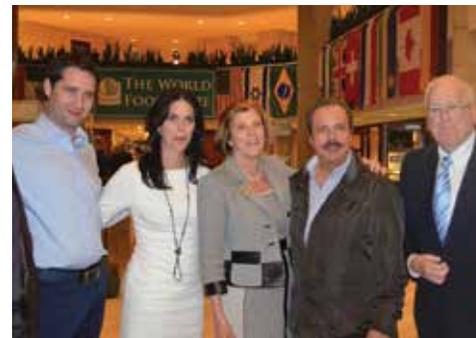


**BRAM GOVAERTS, DE 35 AÑOS DE EDAD**, originario de Bélgica, trabaja actualmente en México en el desarrollo de programas sostenibles de vanguardia que están transformando la agricultura de subsistencia.

español, habilidades de comunicación y carisma han jugado un papel fundamental en el éxito de MasAgro, y ha ayudado a colocar al CIMMYT en la función central de traducir la investigación en impacto a gran escala y en cambios sustantivos de política agrícola”, señaló el director general del CIMMYT, Thomas Lumpkin.

Productores en más de 94 mil hectáreas han adoptado sistemas sustentables usando tecnologías MasAgro, mientras que productores en otras 600 mil hectáreas reciben entrenamiento e información para mejorar sus prácticas y técnicas agrícolas.

“Este no es mi premio, sino un reconocimiento para todos los que creen en «Take It to the Farmer» y en llevar ciencia e innovación al campo”, declaró Govaerts. “Es un reconocimiento para toda la gente increíble que trabaja incansablemente en el campo, oficinas y laboratorios para hacer de la investigación en Agricultura de Conservación del CIMMYT todo un éxito al mantener ensayos de largo plazo y convertir la ciencia en acción. Esto incluye al personal de MasAgro y sus colaboradores; a productores, técnicos, científicos y pequeños empresarios en México, Guatemala, Etiopía y muchos otros lugares, que decidieron hacer la diferencia”. **AC**



**EL COMPONENTE DE MASAGRO QUE GOVAERTS DESARROLLÓ** se enfoca en integrar innovaciones tecnológicas en sistemas de producción de maíz y trigo de pequeña escala, mientras minimiza los impactos negativos en el medio ambiente.



## Producir insumos en áreas urbanas, periurbanas y traspacios, el futuro de la alimentación: Sagarpa

Sagarpa

Fotografías: Sagarpa

**P**roducir alimentos en áreas urbanas, periurbanas, techos y traspacios es parte del futuro de la alimentación, declaró el oficial mayor de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Marcos Bucio Mújica.

Al celebrar el Día Mundial de la Alimentación en las oficinas de la secretaría, el funcionario federal dijo que este año la Organización de



las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) honra temáticamente la agricultura familiar, por la relevancia que implica el hecho de que las familias produzcan sus propios alimentos.

Destacó que el titular de la Sagarpa, Enrique Martínez y Martínez, impulsó un programa específico bajo el nombre de Agricultura Familiar, Periurbana y de Traspacio, mediante el cual la secretaría ha invertido 322 millones de pesos durante 2014.

“Lo que quisiera destacar es que en la Ciudad de México, de manera muy entusiasta hemos desarrollado agricultura familiar en las zonas de pobreza aledañas con un gran éxito”, expresó.

---

**EL OFICIAL MAYOR INAUGURÓ una exposición denominada “Logros son verdades”.**

---



**LA META EN ESTA ADMINISTRACIÓN es producir el 75 por ciento de los alimentos que se consumen en el país.**

Al revelar que por primera vez en México se celebrará el Día Nacional de Frutas y Verduras, una iniciativa a la que se suman 23 países, Bucio Mújica reiteró que México, por sus condiciones agroecológicas, presenta dos potencialidades en el sector primario: la hortofruticultura y el desarrollo pecuario.

“La primera, hortofruticultura, nos lleva a decidir un rumbo en zonas que se han identificado en cada una de las entidades como polígonos de alta potencialidad productiva. Debemos focalizar recursos en esas regiones para producir verduras y frutas, por la condición del país”. Respecto al sector pecuario, indicó que el país podrá fortalecer su producción de carne de cerdo, res y aves. Por ello, dijo que la secretaría ha impulsado el Progan, para fortalecer la ganadería en México, además de que, indicó, es factible fortalecer los cultivos de granos y

oleaginosas, con base en apoyos que están dirigidos a incentivar la productividad.

**LOGRAR EL 75 POR CIENTO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS QUE SE CONSUMEN EN MÉXICO, LA META**

El funcionario federal reveló que la meta en esta administración es producir el 75 por ciento de los alimentos que se consumen en el país, conforme a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y en el Plan Sectorial.

Dijo que además de estar en línea con lo que recomienda la FAO, se tiene la expectativa de aumentar las exportaciones agroalimentarias, con productos líderes como el aguacate, cítricos, jitomate y carne de cerdo, entre otros.

Informó que la Península de Yucatán envió este año carne de cerdo por la cantidad de 400 millones de dólares a Japón, y que en total las exportaciones de este tipo de bienes superaron en 2013 los 24 mil millones de dólares, a destinos exigentes, por sus requisitos sanitarios, como Estados Unidos, Japón y la Unión Europea. Todo esto, abundó, se traduce en empleos y desarrollo del medio rural mexicano.

Como parte de la conmemoración, el oficial mayor inauguró una exposición alusiva a la alimentación en el mundo y al trabajo que realiza la Sagarpa bajo el esquema denominado “Logros son verdades”, que puede apreciarse en el patio de las oficinas centrales de la dependencia federal. **AC**

# DATOS RELEVANTES

El Día Mundial de la Alimentación se celebró por primera vez el 16 de octubre de 1981.

La Asamblea General de las Naciones Unidas ha proclamado al 2014 el “Año Internacional de la Agricultura Familiar”. Esta es una clara señal de que la comunidad internacional reconoce la importante contribución de los agricultores de pequeña escala a la seguridad alimentaria mundial.

El festejo coincide con el día en el que se fundó la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 1945.

Esta celebración se realiza en más de 150 países.

La finalidad de este día es concientizar a las poblaciones sobre el problema alimentario mundial y fortalecer la solidaridad en la lucha contra el hambre, la desnutrición y la pobreza.

# ACTORES DEL HUB VALLES ALTOS LLEVAN A CABO REUNIÓN ESTRATÉGICA

Redacción

Fotografías: Archivo CIMMYT

Los hubs o nodos de innovación tecnológica de MasAgro son espacios para el encuentro y el intercambio de conocimientos, tecnología e información que promueven la interacción entre diferentes actores de la cadena agroalimentaria (agricultores, técnicos, científicos, iniciativa privada, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas, proveedores de maquinaria e insumos, instituciones públicas y financieras, y autoridades de los diferentes niveles de gobierno) para fomentar el trabajo en equipo y producir impactos significativos.

La reunión del hub es una herramienta que MasAgro ha empleado para lograr varios propósitos: evaluación, solicitud de insumos, divulgación, validación de la visión conjunta del hub, planeación de actividades para el año entrante, definición de retos y oportunidades e intercambio de experiencias y aprendizaje.



**MATHEW THORNTON** da la bienvenida a los asistentes.

En esta ocasión, el Hub Valles Altos, que comprende al Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala organizó esta reunión para analizar las experiencias de los actores estratégicos del hub con el objetivo de fortalecer la vinculación entre éstos y trazar un plan para 2015 que responda a las necesidades y planteamientos que se han identificado de forma conjunta.

En el evento participó Víctor López Saavedra, líder de Relaciones Público Privadas del Programa Global de Agricultura de Conservación del CIMMYT, con la exposición: “Estrategia de intensificación sustentable en América Latina y el proyecto MasAgro en México”.



**EXPOSICIÓN A CARGO DE GLORIA MELÉNDEZ**, directora de Desarrollo Rural de la Secretaría de Fomento Agropecuario de Tlaxcala (SEFOA).

Tanya Casaya, gerente del Hub Valles Altos, habló sobre la estructura, situación y perspectiva del nodo. Jaime Ortega Bernal fue el encargado de exponer sobre la experiencia y los resultados de la plataforma de Cinta Larga en Hidalgo.

Además hubo testimonios y casos de éxito de productores provenientes del Estado de México y Tlaxcala, así como de Fira, y se abordaron temas relacionados con el triticale y el sistema de semillas de maíz.

Por la tarde fue inaugurada una exposición fotográfica denominada “Hub Valles Altos después de 4 años” y tuvieron lugar cuatro mesas de trabajo: 1. Productores; 2. Técnicos; 3. Instituciones / organizaciones y 4. Gobiernos.

Finalmente, los participantes compartieron sus resultados para que, derivado de ellos, se pueda trazar el plan estratégico para el 2015. **AC**



**MARCO CABELLO**, SUBDIRECTOR DE DISEÑO DE PROGRAMAS DE FIRA participó en la reunión exponiendo el caso de éxito del Programa de Garantías Tecnológicas llevado a cabo en Tlaxcala en donde Fira, SEFOA y CIMMYT alinearon estrategias.

# PABELLÓN MasAgro GUANAJUATO, LA NOVEDAD EN LA EXPO AGROALIMENTARIA 2014

*Talleres y recorridos por la parcela MasAgro fue la oferta para los visitantes*

Texto y fotografías: Ramón Nonato Barrera. CIMMYT

El pabellón de MasAgro Guanajuato fue la novedad en la edición número 19 de la Expoagroalimentaria 2014, en la que participaron 930 expositores de 13 países del mundo. Esta expo contó con 2.5 hectáreas de parcelas demostrativas y 2.3 de hectáreas de invernaderos y maquinaria.

El acto oficial de inicio de este importante evento estuvo encabezado por el subsecretario de la Sagarpa, Jesús Aguilar Padilla; el gobernador del estado, Miguel Márquez Márquez; el presidente del Patronato para el Desarrollo

Agropecuario, Miguel Ángel Usabiaga González; el secretario de Desarrollo Agroalimentario y Rural; y la delegada de la Sagarpa en el estado, María de Lourdes Acosta Amaya.

En este año, MasAgro Guanajuato participó con una isla dentro del pabellón de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAYR), como un modelo de extensionismo que fomenta una mayor productividad y competitividad del sector agroalimentario en el estado y mejorando su inserción en cadenas de valor.



LA OBRA PA' UN CAMPO CON CORAZÓN: AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, resultó todo un éxito en la Expo Agroalimentaria 2014.

El objetivo de MasAgro Guanajuato es 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.

Durante la inauguración de la Expo Agroalimentaria 2014, Miguel Márquez Márquez destacó al programa MasAgro Guanajuato como una estrategia que contempla acciones y apoyos para los productores guanajuatenses.

En los cuatro días de actividades de la Expo Agroalimentaria, tanto en la isla como en la parcela demostrativa de MasAgro Guanajuato se realizó una serie de talleres para los productores, con temas como tecnologías herméticas para el almacenamiento de granos, importancia de la nutrición ganadera, principales insectos de almacenamiento de granos y estrategias de control, uso del GreenSeeker™ en trigo, manejo de plagas y enfermedades de trigo, manejo de rastrojos en Agricultura de Conservación, entre otros.

Hubo visitas y recorridos a la parcela de MasAgro Guanajuato, donde los asistentes conocieron las diversas tecnologías que promueve esta estrategia y compartieron experiencias de productores que trabajan con la Agricultura de Conservación.

Como un ingrediente adicional que promueve MasAgro Guanajuato, durante tres días, en diversos horarios, se presentó la obra de teatro: *Pa' un campo con corazón: Agricultura de Conservación*, que tiene como fin concientizar al productor para mejorar sus prácticas agrícolas, a través de una forma sencilla y divertida, con actores profesionales.

Esta obra teatral resultó ser todo un éxito dentro de la Expo Agroalimentaria. Se presentó durante tres días, con lleno total y comentarios positivos en el sentido de que es una buena opción para cambiar la forma de pensar de los productores acerca de implementar mejores prácticas agrícolas en el país. **AC**



**FAUSTINO BARRÓN** impartió el taller "Integración de los productores para el desarrollo organizacional".



**LA ISLA DE MASAGRO GUANAJUATO** registró buena asistencia durante los cuatro días de actividades.



**SINUÉ PÉREZ, DEL DESPACHO DE ASOSID**, impartió el taller "Diagnóstico de parcela: conoce qué le duele a tu suelo y cómo lo resuelves".

# MEJORAMIENTO DE TRIGO:

## *indispensable para garantizar la seguridad alimentaria*

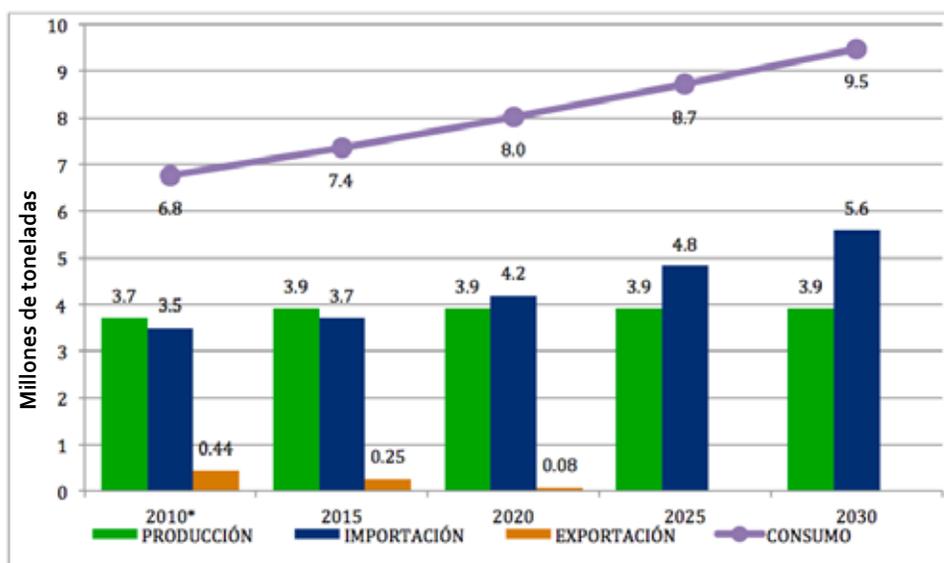
Gemma Molero y Matthew Reynolds. CIMMYT

El trigo supone el 40 por ciento del total del gasto de los hogares mexicanos en cereales y proporciona el 10 por ciento del total de calorías de la dieta, según datos de la Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo (Canimolt).

En 2012, el consumo nacional de trigo se situó en 6.1 millones de toneladas (MT), siendo la producción nacional de 3.2 MT y las importaciones de 4.6 MT (incremento del 65 por ciento en los últimos 11 años, 2000-2011), el 59 por ciento del consumo total, según el Sistema de

Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Este hecho sitúa a México entre los 10 mayores importadores de trigo del mundo, lo que supone un costo de 20 mil millones de pesos por año.

La previsión de las necesidades de trigo en México para el periodo 2015-2030 proyectan un aumento en el consumo total de trigo del 21 por ciento para el año 2015, un 31 por ciento para 2020 y un aumento del 55 por ciento para 2030 (Canimolt).<sup>1</sup>



\*La previsión de las necesidades de trigo para el periodo 2015-2030 se determinó mediante el actual consumo per cápita del cereal y la proyección de la población hacia el año 2030.

Nota: El consumo interno incluye el trigo nacional destinado a los sectores pecuario y de alimentos balanceados.  
Fuente: Canimolt, con datos de SIAP/Sagarpa, Aduanas.



#### **USO DE RADIÓMETRO ESPECTRAL para medir la reflectancia del dosel de trigo.**

Aunado a esto, existe el problema de la pobreza en México que se debe, en gran medida, a la deficiente alimentación y malnutrición, lo cual limita el desarrollo físico e intelectual necesario para ejercer actividades productivas. Para reducir los niveles de pobreza de México es fundamental garantizar el acceso a alimentos de bajo costo, lo cual se podría lograr a través del incremento en la producción de cereales. Además, estos alimentos deberían proporcionar a la población los niveles de calorías y nutrientes necesarios.

Aunque el maíz es la principal fuente de nutrimentos del país, el trigo es de gran importancia, ya que constituye la segunda fuente (en ocasiones es la principal) de nutrimentos en los sectores de menores ingresos económicos. En este sentido, México presenta varios desafíos que debe afrontar en un futuro próximo con carácter de urgencia para reducir el riesgo inminente de dependencia alimentaria, el menor acceso a alimentos básicos a base de trigo, así como el aumento en la población con niveles de pobreza y desnutrición:

- México tiene un enorme déficit en la producción de trigo harinero panificable. Importa aproximadamente 4 millones de toneladas de trigo panificable por año. De no modificar los actuales patrones de producción de trigo, México podría depender hasta en un 75 por ciento del exterior para satisfacer sus necesidades, lo que pondría en riesgo la soberanía alimentaria (Canimolt).
- Las predicciones de los efectos del cambio climático sobre la agricultura apuntan a que la producción en

México se vería reducida casi en un 26 por ciento, siendo el segundo país de todo el mundo (después de la India) que se vería mayormente afectado por el cambio climático (Scientific American, 2010)<sup>1</sup>.

Esta situación hace necesario aumentar el rendimiento del trigo, ya que no es posible destinar más tierras para su cultivo y las condiciones actuales de siembra se están viendo afectadas por el cambio climático.

En el CIMMYT, a través del componente MasAgo-Trigo (Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento del Trigo), científicos llevan a cabo trabajos de investigación para aumentar el rendimiento de este cereal mediante el desarrollo de líneas mejoradas con mayor potencial de rendimiento y mejor resiliencia frente al cambio climático para garantizar la seguridad alimentaria en México.

#### **¿CÓMO SE REALIZA EL MEJORAMIENTO FISIOLÓGICO PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DEL TRIGO?**

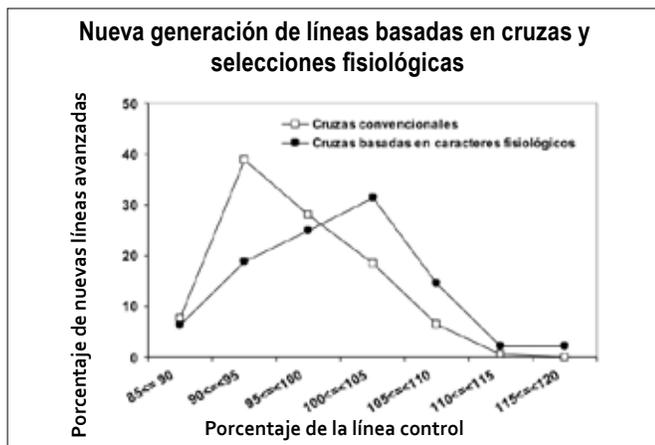
En Ciudad Obregón, Sonora, se encuentra la plataforma de fenotipado de México, Mexplat, situada en la estación experimental Norman Borlaug, que es la más grande de todo el mundo en investigaciones de trigo.

La estación experimental se ubica en esta entidad porque es una zona representativa de la producción de trigo en México. Además, en esta localidad es posible recrear diferentes condiciones climáticas en un mismo ciclo: riego, sequía y estrés por calor cuando se hace una siembra tardía. Esto permite evaluar el desempeño de las líneas de trigo en los diferentes ambientes representativos de las zonas de producción presentes y futuras de México.

## TIPOS DE MEJORAMIENTO

En el trabajo con trigo existen diferentes tipos de mejoramiento, entre ellos el más conocido es el mejoramiento tradicional, en el que la selección se basa principalmente en la observación, combinada con los datos de rendimiento, calidad de grano y resistencia a enfermedades. Existe también el mejoramiento fisiológico que se complementa con la introducción de nuevas herramientas (como los sensores que permiten determinar la temperatura o el contenido de clorofila) que permiten evaluar características específicas de las plantas.

Vale la pena señalar que la combinación del mejoramiento tradicional con el fisiológico ha dado como resultado que el 50 por ciento de las líneas superen al control respecto a un 25 por ciento cuando solo se utiliza el mejoramiento tradicional (Reynolds et al., 2009)<sup>2</sup>. En este sentido, el conocimiento más en detalle del cultivo y el uso de herramientas alternativas para la evaluación del mismo en combinación con el mejoramiento tradicional permite generar un mayor número de líneas que superan al control.

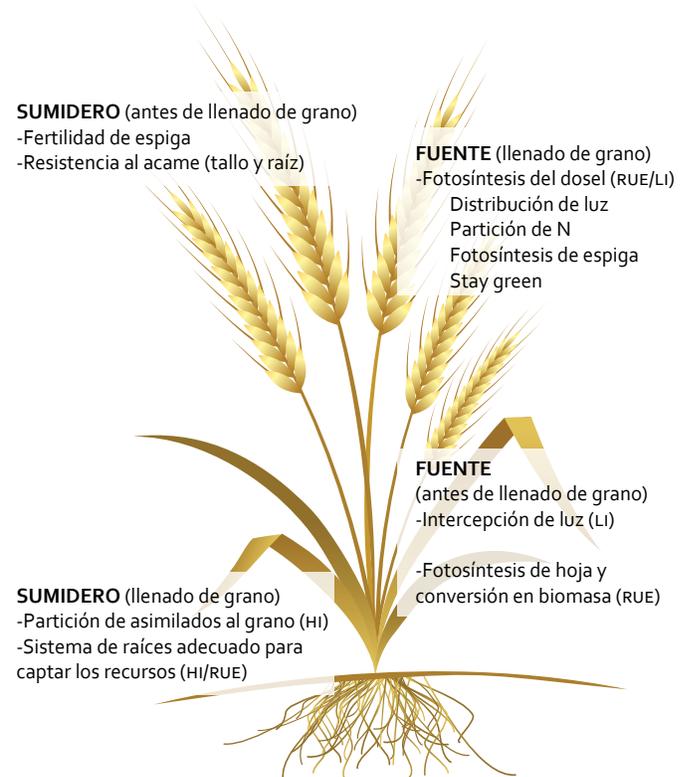


Fuente: Reynolds et al., 2009.

El 50 por ciento de las líneas obtenidas mediante mejoramiento fisiológico superaron el rendimiento de los controles frente a solo un 25 por ciento de las líneas obtenidas por mejora convencional.

## PROCESO DE MEJORAMIENTO FISIOLÓGICO

1. *Diseño del cultivo.* Se trabaja con modelos conceptuales para cada ambiente (sequía, riego o calor). Éstos señalan las características que pueden contribuir a incrementar el rendimiento potencial y/o la resiliencia frente a cambios climáticos. A partir de ello se evalúan esas características en campo y se determina si existe variabilidad genética (diferencia entre los diferentes genotipos evaluados).



Fuente: Adaptado de Reynolds et al., 2011.

2. *Recursos genéticos.* Se trabaja con diferentes líneas de trigo que pueden ser criollas, élite (estas últimas ya han pasado por un proceso de mejora tradicional por enfermedades o calidad de grano y provienen, en su mayoría, de los mejoradores del Programa Global de Trigo del CIMMYT) o sintéticas.
3. *Fenotipeado.* Sobre estas líneas se lleva a cabo el trabajo de fenotipeado, que consiste en analizar las características de interés. Pero hay diferentes tipos de fenotipeado que están en función de las características que se pretenden evaluar. En este sentido, cuando se lleva a cabo un fenotipeado de alta precisión (por ejemplo, tasa de fotosíntesis de las hojas) se obtienen datos muy detallados, pero en general, el número de líneas evaluadas es mucho menor. Por otro lado, para evaluar un número mayor de líneas (entre cientos y miles) se pueden utilizar plataformas de fenotipeado aéreo dotadas con sensores remotos (fotografía térmica que informa de la temperatura del dosel).

Para lograr una investigación más estandarizada, el equipo de MasAgro Trigo, junto con otros miembros del grupo de Fisiología de Trigo del CIMMYT y colaboradores, desarrolló protocolos que sirven para realizar mediciones en campo. El investigador



**USO DE TERMÓMETRO DE INFRARROJOS para medir la temperatura de la cubierta del dosel.**

puede recurrir a ellos pues funcionan como una guía que le explica cómo medir y qué equipos usar, basados en protocolos afinados durante más de 20 años de investigaciones en el grupo de Fisiología de Trigo. De esta forma, los diferentes colaboradores pueden obtener resultados comparables basados en un proceso más riguroso.

4. *Premejoramiento.* Una vez realizadas las investigaciones de trigo, se planean las cruza estratégicas con el objetivo de combinar características complementarias en una misma planta. Después de estas cruza, durante diferentes generaciones se seleccionan las plantas de interés. Aproximadamente deben pasar de 5 a 7 generaciones para conseguir que una línea sea estable. Sobre la cuarta o quinta generación se selecciona la mejor progenie, utilizando herramientas fisiológicas y marcadores moleculares. El CIMMYT acelera el proceso para obtener líneas estables, combinando los ciclos de Obregón y El Batán, para reducir el proceso a 3 o 4 años. En MasAgro Trigo se realizaron las primeras cruza en 2012 y se obtendrán las líneas estables a partir del 2015.
5. *Mejoramiento.* Las líneas estables que se obtienen pasan a programas de mejoramiento, entre ellos del INIFAP.

Gracias a este trabajo colaborativo, los programas de mejoramiento pueden seleccionar las líneas más promisorias, cruzarlas con líneas adaptadas a los ambientes específicos y finalmente liberar nuevas variedades.

**ALGUNOS RESULTADOS**

De las investigaciones de MasAgro Trigo podemos destacar los siguientes aspectos:

- Las líneas de investigación realizadas se basaron en determinar variabilidad genética para:
  - capacidad y eficiencia fotosintética de hoja y espiga
  - partición de asimilados y fertilidad de espiga
  - resistencia al acame
- Se estableció una plataforma de fenotipado aéreo que permite evaluar diferentes características, como temperatura del dosel e índices espectrales relacionados con el contenido de agua, pigmentos, biomasa, entre otros. Esta plataforma apoyará las investigaciones de los mejoradores del CIMMYT.
- Se evaluaron casi 700 recursos genéticos en condiciones de rendimiento potencial y un subjuego de líneas fue evaluado mediante fenotipado de alta precisión, obteniendo variabilidad genética para características de interés.
- Se evaluaron 70,000 recursos genéticos bajo condiciones de calor y/o sequía en colaboración con MasAgro-Biodiversidad y se crearon paneles con las 2,000 líneas más promisorias evaluadas mediante el uso de plataformas de fenotipado aéreas.
- Se realizaron más de 200 cruza estratégicas basadas en datos obtenidos en riego, calor y sequía.
- Se han evaluado más de 150 líneas a nivel nacional y 90 a nivel internacional con alto potencial de rendimiento. En los últimos datos obtenidos se han identificado líneas con un 20 por ciento más de biomasa que el testigo local y un 16 por ciento más de rendimiento.
- Se han realizado cuatro talleres técnicos de la Estrategia Internacional de Trigo en Ciudad Obregón, México, asistiendo más de 200 investigadores de más de 35 países diferentes.
- Se cuenta con seis publicaciones científicas en revistas de alto impacto internacional, apoyadas por MasAgro Trigo.
- Hay siete estudiantes mexicanos realizando sus estudios de doctorado en universidades de alto prestigio internacional en colaboración con México. **AC**

1. Scientific American, August 2010. <http://www.scientificamerican.com/>  
 2. Reynolds M.P., 2010. Climate change and crop production. Wallingford, UK: CABI Publishers.

# CALIDAD DEL TRIGO

Carlos Guzmán. CIMMYT y Gabriela Ramírez.

Fotografías: Archivo CIMMYT

Uno de los aspectos más importantes en el cultivo de cereales es la calidad del grano producido. De ello dependerá, en gran medida, el precio, la facilidad que tenga el agricultor para comercializarlo y la obtención de un producto final que satisfaga las necesidades de los consumidores.

En el caso del trigo, la calidad es un factor determinante que sirve de enlace entre los participantes de la cadena alimentaria de este cultivo. Es decir, si el agricultor no obtiene un grano de buena calidad, el molinero no tendrá una harina con las características deseadas y el productor no podrá elaborar pan, galletas o pastas que satisfagan al consumidor.



Si el trigo no tiene la calidad suficiente, no satisface al molinero, al productor, y finalmente al consumidor.

En muchos países como Canadá, Australia y Estados Unidos, el precio del grano está en función de la calidad, que permite la clasificación del grano producido en diferentes grados o clases con diferente precio en el mercado.

En México no ocurre esto. Según información proporcionada por Enrique Romo, de Productos Agrícolas AOASS, actualmente se está tratando de establecer esta práctica, pero ha resultado difícil, un poco por actitud de los protagonistas y otro tanto por la infraestructura de almacenaje que hace muy difícil la segregación de clases.

Romo señala que al recibir el grano de campo, se penaliza si el agricultor se excede en los parámetros establecidos con descuentos; sin embargo, en la exportación los castigos son monetarios, en el mejor de los casos; si un parámetro clave se excede, se rechaza la carga completa de un barco, que puede llegar a ser de hasta 60,000 toneladas.

La calidad del trigo es muy importante en países en vías de desarrollo por el aumento de la población urbana que consume más productos procesados. Con el trigo se pueden realizar diversos alimentos y es importante que tenga la calidad suficiente para cubrir esta demanda.

## ¿QUÉ ES LA CALIDAD DE TRIGO?

La calidad de trigo puede definirse a partir de las siguientes características:

1. La calidad industrial: es la que se requiere para elaborar un producto específico (pan, galletas o pastas). Esta se subdivide en:
  - a. Calidad de molienda, que se refiere a la cantidad de harina o sémola que produce un trigo cuando se muele. Esta característica es muy importante para el molinero.

- b. Calidad de procesamiento: se relaciona con la capacidad de una variedad de trigo para dar lugar a una harina que pueda ser procesada con el mínimo coste y dar lugar a un producto uniforme.
  - c. Calidad de producto final: se relaciona con la capacidad de una variedad de trigo para dar lugar a un producto específico de acuerdo con las preferencias del consumidor.
2. Calidad nutricional: es la capacidad de un trigo para proporcionar los nutrientes necesarios que permitan a los consumidores tener un desarrollo físico y mental óptimo y una salud adecuada.

En el CIMMYT, el Programa Global de Trigo participa en un proyecto denominado HarvestPlus, que tiene como objetivo desarrollar variedades de trigo biofortificadas; es decir, que contienen de forma natural mayores concentraciones de hierro y zinc que son deficitarios en la dieta de muchas personas en el mundo.

3. Calidad relacionada con aspectos de la salud: además de que el trigo debe ser un alimento nutritivo, también es necesario que aporte beneficios extra para la salud, como fibra, antioxidantes, etcétera. Esto también se puede lograr mediante el mejoramiento genético para que el trigo sea un producto más saludable.

### LA CALIDAD DE TRIGO ES UN CONCEPTO MUY VARIABLE Y ESTÁ EN FUNCIÓN DE LO SIGUIENTE:

- Depende del producto final. Son muy diferentes los parámetros de calidad que se requieren para elaborar galletas, pastas o pan.
- El proceso utilizado para elaborar los productos. Por ejemplo, los requerimientos de calidad que se necesitan para elaborar un pan a nivel tradicional son muy distintos de los que se requieren para hacerlo a nivel industrial.
- Las preferencias del consumidor. Estas son distintas, dependiendo de los países o regiones.

### ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DEFINEN LA CALIDAD?

Lo primero son las características morfológicas del grano, es decir, la forma, el peso, el tamaño, etcétera. Esto es muy importante, ya que de ello dependerá la calidad molinera, además del rendimiento en campo. De acuerdo con el tipo de grano, éste producirá más o menos harina en la molienda.



GRANO DE TRIGO en buenas condiciones.



GRANO DE TRIGO dañado.

En segundo lugar está la dureza del grano, que es el parámetro más importante para definir la calidad del producto final. Esto se explica según lo siguiente:

En un trigo harinero duro, la matriz proteica y los gránulos de almidón están fuertemente unidos. Cuando el grano entra a la molienda, la resistencia que el grano opone a su fractura es alta, lo que ocasiona que los gránulos del almidón se rompan y se dañen. El almidón dañado absorbe cuatro veces más agua que el normal. Esta

característica es ideal en el proceso de elaboración de un pan, para un buen desarrollo de las masas en fermentación.

Por otro lado, en un trigo suave o blando, la unión entre la matriz proteica y los gránulos de almidón es débil. Esto provoca menor daño en el almidón durante la molienda, lo que produce una harina que absorbe poca agua y eso es ideal en la elaboración de galletas, para su expansión y correcta cocción.



Harina de buena calidad VS. harina de baja calidad.



DIFERENTES TIPOS de harina.

Para la elaboración de pastas se requieren trigos cristalinos con los que se pueda elaborar semolina, con un tamaño de partícula muy grande y con poca absorción de agua.

Otro factor que se toma en cuenta para determinar la calidad del trigo es la cantidad y calidad de proteína que contiene el grano.

Cuando la harina de trigo se mezcla con agua se forma el gluten, red proteica responsable de las propiedades visco-elásticas de la masa. Cuando la proteína es de buena calidad y se encuentra en la cantidad suficiente, se produce una red proteica continua que permite obtener una masa elástica y extensible que permitirá elaborar un buen producto. Si la proteína es de poca calidad y se encuentra en baja cantidad, la red proteica formada será discontinua y se obtendrá una masa de baja calidad.

La cantidad de proteína depende mayormente de condiciones ambientales y del manejo del cultivo, particularmente de la cantidad de nitrógeno añadido como fertilizante por el agricultor. Es por ello que en el

Programa Global de Trigo se prima la calidad o el tipo de proteína, que puede ser mejorada mediante el proceso de mejoramiento genético.

Otro de los factores importantes es el color de la harina o semolina. Esta característica puede afectar la calidad del producto final. En el caso de los panes, se busca el color blanco; la harina, cuanto más blanca, mejor. En el caso de las pastas se prefiere el color amarillo intenso. El color tiene un importante control genético y por ello es un carácter susceptible de ser mejorado genéticamente.

---

LA CALIDAD DEL TRIGO ES MUY IMPORTANTE EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO POR EL AUMENTO DE LA POBLACIÓN URBANA QUE CONSUME MÁS PRODUCTOS PROCESADOS.

---



EN EL PAN, el color blanco es muy valorado.

## ¿QUÉ FACTORES AFECTAN LA CALIDAD?

1. Los factores genéticos. Es decir, la variedad que se siembre. La dureza, el color, el almidón, los tipos de proteína del gluten, entre otros, tienen un componente genético muy importante. La variedad de trigo que siembre el productor determinará estas características en buena medida.
2. El medio ambiente tiene un efecto importante. Las sequías, el calor, la humedad y el frío provocan estrés en el cultivo y afectan también a la calidad del grano. Las características morfológicas del grano suelen ser severamente afectadas por este tipo de estreses. También lo afectan la aparición de enfermedades.
3. El manejo agronómico del cultivo. Factores como la siembra temprana o tardía, la densidad de semillas o la calidad del suelo afectan diversos parámetros, como el tamaño del grano y el contenido de proteína. Dentro de estos manejos, lo más importante es la fertilización con nitrógeno, ya que si hay bajas cantidades disponibles de este elemento, el grano tendrá probablemente poca proteína. Por ello es indispensable que el productor ponga el suficiente nitrógeno en el tiempo correcto. Por lo general, 50 por ciento del nitrógeno que se utiliza se pierde, lo que representa un costo muy alto, por lo cual hay que saberlo utilizar para evitar afectar el bolsillo del agricultor y los daños al ambiente. Igualmente, las prácticas de Agricultura de Conservación tienen un efecto.

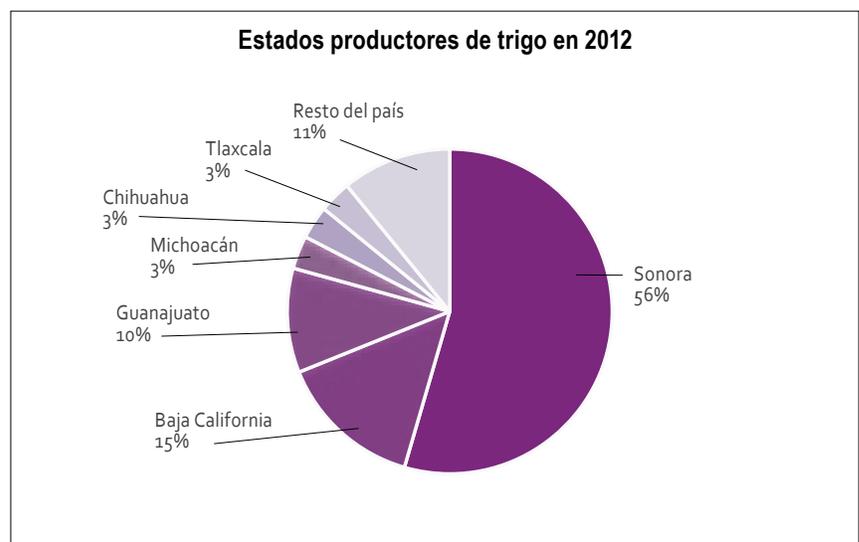
4. Cosecha, transporte y almacenamiento. Esto es muy importante, ya que, por ejemplo, una cosecha tardía en ambientes húmedos puede generar la germinación en espiga del grano, y un almacenamiento en el que el grano no esté seco afectará la calidad por el crecimiento de hongos u otras plagas.

## ¿Y QUÉ PASA EN MÉXICO?

Principalmente, en nuestro país se cultivan los siguientes tipos:

- Trigo cristalino 60%
- Trigo harinero suave 25%
- Trigo harinero duro 14%

El trigo se cultiva en 23 estados de la República Mexicana, especialmente en la zona norte y noroeste del país. Seis entidades registran el 89 por ciento del volumen nacional:



Fuente: SIAP-Sagarpa.

En Sonora, el 95 por ciento es trigo duro cristalino, que se utiliza para la elaboración de pastas, y Guanajuato es un área de producción de trigo blando o suave asociado a la producción de galletas.

El mercado de importación de México presenta un déficit de trigo harinero y es necesario importar el doble de lo que se produce.

Estos son los factores que deben tomarse en cuenta a la hora de hablar de calidad de trigo. Si bien algunas de las características del grano pueden ser mejoradas genéticamente para obtener granos de mayor calidad para elaborar productos finales que cumplan con las expectativas de los consumidores, el agricultor debe tener un buen manejo agronómico, que le permita tener una cosecha competitiva que ofrecer en el mercado. **AC**



# RESULTADOS

## MasAgro TRIGO

Gemma Molero y Matthew Reynolds. CIMMYT

Fotografías: Archivo CIMMYT

La necesidad de realizar investigación para maximizar el potencial genético de rendimiento del trigo se basa en tres factores principales:

- i) Los modelos económicos muestran que la demanda de trigo superará a la producción en las décadas por venir (Rosegrant & Agcaoili, 2010)<sup>1</sup>, y se ha demostrado que aumentar el potencial genético es una intervención altamente eficiente para incrementar el rendimiento a nivel de campo (Evenson & Gollin, 2003)<sup>2</sup>.
- ii) El cambio climático reducirá el efecto del mejoramiento convencional de plantas, por lo que es necesario desarrollar enfoques más sofisticados para asegurar que las ganancias genéticas sean más importantes y sólidas para hacer frente a los retos ambientales del futuro (Reynolds, et al., 2010)<sup>3</sup>.
- iii) Nuestros recursos naturales están bajo amenaza a nivel global y se espera que el acceso a riego, fertilizantes y tierra sea más costoso, por lo que es necesario que los sistemas de cultivos, especialmente los de alto rendimiento, sean tan productivos como sea posible. La teoría científica indica que el potencial genético de rendimiento del trigo puede mejorarse 50%, aproximadamente, y ya se

Tabla 1. Principales investigadores colaboradores del wyc.

Investigador	Instituto / país	Estudiante de doctorado	Área de investigación
Dr. Matthew Reynolds	CIMMYT México		Mejoramiento para producir nuevas líneas con mayor potencial de rendimiento
Dr. Gemma Molero	CIMMYT México		Incrementar capacidad y eficiencia fotosintética
Dr. Maria Tattaris	CIMMYT México		Plataforma aérea de sensores remotos
Dr. Cándido López-Castañeda	Colegio de Posgraduados México		Distribución de luz en el perfil del dosel y eficiencia en el uso de la radiación
Dr. Ernesto Solís	INIFAP Celaya México		Evaluación de material a nivel nacional
Dr. Pedro Figueroa	INIFAP Obregón México		Evaluación de material a nivel nacional
M.C. Javier Ireta	INIFAP Jalisco México		Evaluación de material a nivel nacional
M.C. Carlos P. Saucedo Acosta	INIFAP Los Mochis México		Evaluación de material a nivel nacional
M.C. Benjamín Hernández Vázquez	INIFAP Mexicali México		Evaluación de material a nivel nacional
Dr. Víctor Manuel Hernández Muela	INIFAP Chihuahua México		Evaluación de material a nivel nacional
Dr. John Evans	Australian National University Australia	V. Silva Pérez	
Dr. Robert Furbank	CSIRO Australia		Incrementar capacidad y eficiencia fotosintética
Dr. Anthony Condon	CSIRO Australia		
Dr. Howard Griffiths	Cambridge University UK	L. Robledo Arratia	Incrementar capacidad y eficiencia fotosintética
Dr. Martin Parry	Rothamsted Research UK		

**Tabla 1. Principales investigadores colaboradores del wyc (continuación).**

Investigador	Instituto / país	Estudiante de doctorado	Área de investigación
Dr. Jose L. Araus	Universitat de Barcelona España	R. Sánchez Bragado	Incrementar fotosíntesis de las espigas
Dr. Daniel Calderini	Universidad Austral de Chile Chile	A. Quintero Anaya	Incremento del tamaño y peso potencial del grano
Dr. John Foulkes	Nottingham University UK	E. Trujillo Negrellos	Optimizar la partición de asimilados al grano
Dr. R. Sylvester Bradley	Nottingham University UK	A. C. Rivera Amado	
Dr. Simon Griffiths	John Innes Centre UK	O. E. González Navarro	Incrementar la fertilidad de la espiga
Dr. Gustavo Slafer	Universitat de Lleida España		
Dr. Pete Berry	ADAS UK UK	F. J. Piñera Chávez	Resistencia al acame

ha desarrollado un plan para alcanzar esta meta a través de consultas patrocinadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) (Reynolds, et al., 2012).

Por ello, el componente de MasAgro denominado Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento del Trigo (MasAgro Trigo) lleva a cabo un arduo trabajo con el fin de incrementar el potencial genético de rendimiento del trigo en el entorno agrícola real de los productores.

Gran parte del trabajo se ha realizado en el marco del Consorcio de Rendimiento de Trigo (wyc), que es la base de una iniciativa científica única iniciada por el CIMMYT.

El Consorcio reúne el conocimiento de científicos de clase mundial en distintas disciplinas (tabla 1). La sede principal de las investigaciones es el Valle del Yaqui, en Sonora, México.

Es necesario señalar que la mayor parte de las investigaciones se realiza en la Plataforma Mexicana de Fenotipado (Mexplat), estación de investigación física donde expertos en mejoramiento vegetal, fisiología de cultivos, biología molecular y disciplinas afines caracterizan los límites actuales de trigos élite modernos en instalaciones de fenotipado de última generación que se construyeron con el apoyo de la Sagarpa. Dado que el CIMMYT coordina la Red Internacional de Mejoramiento de Trigo (iwin, en inglés) que colabora con todos los programas de trigo a nivel mundial, la Mexplat se beneficia de acceso a fuentes de genes de trigo de todo el mundo, así como de los datos generados por el componente

MasAgro Biodiversidad, que lleva a cabo la caracterización de rasgos de adaptación a condiciones de estrés de más de 100,000 recursos genéticos de la Colección Mundial de Trigo del CIMMYT. La Mexplat también es base para el entrenamiento de científicos mexicanos hasta nivel doctorado, de colaboraciones con expertos del INIFAP y del Colegio de Posgraduados, y ha sido sede de cuatro talleres internacionales. Es el laboratorio ideal para incrementar el potencial de rendimiento del trigo al permitir a los especialistas de todas las áreas relevantes trabajar mano a mano, con las mejores herramientas y semillas, bajo condiciones experimentales que son de suma importancia para las áreas productoras de trigo a nivel mundial.

A continuación se presentan los resultados obtenidos desde 2011, desde el 2011, año de inicio de las actividades de MasAgro Trigo

## 1. ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DE CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CIENTÍFICOS MEXICANOS

- Actualmente, siete científicos mexicanos cursan programas de doctorado en prestigias universidades como: Cambridge, Nottingham, Australian National University, University of East Anglia/John Innes Centre y Universidad Austral de Chile.



**MATTHEW REYNOLDS**, líder del componente MasAgro Trigo.

- En 2013 se ofreció un curso para entrenar a tres técnicos de diferentes estaciones del INIFAP en métodos de fenotipado para sus programas de investigación y mejoramiento.
- Desde la apertura de la Mexplat en 2011, 17 mexicanos de nivel licenciatura han recibido entrenamiento teórico-práctico en una amplia gama de métodos de investigación de campo y de laboratorio; actualmente, 15 trabajan en la Mexplat.
- En 2012 y 2013 se publicaron en inglés y español dos manuales de teoría y práctica sobre mejoramiento fisiológico con apoyo de la Sagarpa.

**Tabla 2. Actividades de capacitación y difusión en la plataforma Mexplat desde enero de 2011.**

Actividad	Fecha	Número de personas	País
Primer Taller Técnico del Consorcio de Rendimiento del Trigo (wyc)	marzo 2011	60	12 países diferentes
Segundo Taller Técnico del Consorcio de Rendimiento del Trigo (wyc)	marzo 2012	69	11 países diferentes
Tercer Taller Técnico del Consorcio de Rendimiento del Trigo (wyc)	marzo 2013	63	14 países diferentes
Cuarto Taller Técnico del Consorcio de Rendimiento del Trigo (wyc)	marzo 2014	<100	26 países diferentes
Capacitación a estudiantes mexicanos de doctorado	enero 2011-act.	7	México
Capacitación a científicos internacionales	enero 2011-act.	8	7 países diferentes
Capacitación a ingenieros y técnicos mexicanos	enero 2011-act.	17	México
Curso de evaluación fenotípica a técnicos del INIFAP	febrero-marzo 2013	3	México
Physiological Breeding theoretical and practical Guide (Vol. I y II)	versión en inglés, 2012	Más de 1500	75 países diferentes
Manual teórico-práctico de mejoramiento fisiológico (Vol. I y II)	versión en español, 2013		



**CONTINUAMENTE SE OFRECEN CAPACITACIONES** en la Plataforma Mexplat en Obregón para científicos mexicanos y visitantes del resto del mundo.

## 2. INVESTIGACIÓN Y MEJORAMIENTO

### Incremento de la capacidad fotosintética

- Cuantificación de la diversidad genética de cultivares élite del CIMMYT de acuerdo con la fotosíntesis de la espiga y fenotipado de una población de mapeo para identificar marcadores moleculares asociados a la fotosíntesis.
- Identificación de la diversidad genética en la capacidad fotosintética de la hoja de cultivares élite del CIMMYT desarrollados en México.
- Desarrollo de técnicas para determinar la óptima arquitectura del dosel para optimizar la eficiencia en el uso de la radiación.
- Evaluación de técnicas espectrales y de fluorescencia como método alternativo para estimar la fotosíntesis en campo de forma más rápida.

### Lograr un índice de cosecha alto y estable y resistencia al acame:

La mayoría de los resultados enumerados enseguida se refieren a investigaciones realizadas en un panel de trigos élite de primavera —el conjunto de Germoplasma Principal del CIMMYT Mexico (CIMCOG)— que incluye líneas de mayor rendimiento cedidas por los programas de mejoramiento del CIMMYT.

- Desarrollo de un modelo conceptual preliminar para mejorar el proceso de partición de asimilados para el crecimiento del grano.
- Análisis de ventajas y desventajas al mejorar la partición de asimilados al grano y en sumideros alternativos.
- Identificación de líneas con óptima removilización de asimilados para índices de cosecha altos y estables.
- Genotipado de marcadores moleculares de última generación que influyen en la adaptación del panel CIMCOG. Estos incluyen los “genes de la Revolución Verde”, Ppd1 (respuesta a la duración del día), RHt1 (semienano) y segmentos de cromosomas de especies relacionadas.
- Caracterización de los patrones de desarrollo reproductivo del CIMCOG y

determinación de su relación con la fertilidad de la espiga.

- Evaluación del potencial genético de resistencia al acame del CIMCOG e identificación de rasgos que requieren mejoramiento genético para mejorar la resistencia al acame (esparcimiento de raíces y fuerza estructural del tallo).
- Desarrollo de un protocolo de fenotipado de rasgos de acame para duplicar el número de muestras evaluadas.
- Recolección de datos para optimizar las diferencias entre rendimiento y resistencia al acame.

#### Plataforma de mejoramiento de última generación y evaluación de germoplasma:

- Inspeccionar 1,000 genotipos de trigo sintético primario para medir la expresión de biomasa.
- Evaluación visual de características de biomasa alta de 25,000 criollos y multiplicación del mejor subconjunto.
- Realizar más de 200 cruces seleccionando los padres bajo condiciones de rendimiento potencial para (i) combinar rasgos complementarios de interés, e (ii) incorporar niveles altos de biomasa de recursos genéticos.
- Distribuir paneles de líneas élite de trigo de primavera (CIMCOG y WCYT) a programas nacionales e internacionales de mejoramiento de trigo.

#### Pruebas de rendimiento multiespaciales en México y a nivel internacional.

Aunque la Mexplat es una localidad representativa probada para conseguir impactos en el mejoramiento de trigo a nivel mundial (Braun, *et. al.*, 2010), es necesario que continúe la investigación de nuevos rasgos, así como cuantificar la expresión de rasgos de potencial de rendimiento en diversas localidades nacionales e internacionales para confirmar su valor. Por tal motivo, el wyc ha establecido alianzas con

**Tabla 3. Red Internacional de Fenotipado vinculada a la Plataforma Mexplat para evaluación y selección de materiales con alto potencial de rendimiento, incluyendo CIMCOG y WCYT.**

País	Localidad	Instituto
Argentina	Buenos Aires	Universidad de Buenos Aires
Australia	Canberra	CSIRO Plant Industry
Bangladesh	Dhaka	Wheat Research Center
	Rajshahi	University of Rajshahi
	Joydebpur	BARI
Chile	Valdivia	Universidad Austral de Chile
China	Beijing	CIMMYT-China
	Chengdu	CIMMYT-China
Egipto	Giza	ARC
India	Ludhiana	Punjab Agricultural University
	New Delhi	IARI
	Karnataka	University of Agricultural Sciences
	Indore	IARI
	Varanasi	Banaras Hindu University
Irán	Ludhiana	DWR
	Karaj	CIMMYT-Iran
	Darab	CIMMYT-Iran
México	Tepatlán	INIFAP-Altos de Jalisco
	Delicias	INIFAP-CE Delicias
	Mexicali	INIFAP-Valle de Mexicali
	Celaya	INIFAP-Bajo
	Los Mochis	INIFAP-C.E. Valle del Fuerte
	Ciudad Obregón	INIFA-C.E. Norman Borlaug
Nepal	El Batán	CIMMYT
	Toluca	UAEM
	Bhairahawa	NARC
Pakistán	Islamabad	NARC-Islamabad
	Islamabad	CIMMYT-Pakistan
Reino Unido	Norfolk	John Innes Centre
	Nottingham	University of Nottingham
Sudáfrica	Bethlehem	Small Grain Institute
Sudán	Wad Medani	ARC

el INIFAP y aprovechando la red del IWIN, con programas de investigación de trigo de otros 10 países para que la investigación de Mexplat se amplíe y el material se evalúe tanto nacional como internacionalmente (tabla 3). Durante 2011-2013 se llevaron a cabo las evaluaciones internacionales y nacionales, y durante 2014 solo nacionales en colaboración con INIFAP.

El impacto de MasAgro Trigo es a mediano y largo plazo. Si bien hay resultados de gran relevancia hasta el día de hoy, se sigue trabajando en investigación y el objetivo es continuar en esas líneas de investigación para obtener material mejorado de trigo que consiga aumentar el rendimiento, no solo en el norte de México, sino también para ambientes marginales y anticipar las consecuencias del cambio climático. **AC**

1. Rosegrant M.W. & Agcaoili M. (2010) Global Food Demand, Supply, and Price Prospects to 2010. International Food Policy Research Institute, Washington, DC, USA.

2. Evenson R.E., Collin D. 2003. Assessing the impact of the Green Revolution, 1960–2000, Science 300: 758–762

3. Reynolds M.P., 2010. Climate change and crop production. Wallingford, UK: CABI Publishers



# PREPARAN NUEVAS GENERACIONES

## *de investigadores en trigo*

Gabriela Ramírez

Fotografías: Xóchil Fonseca

**E**l Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) busca fortalecer la seguridad alimentaria a través de la investigación, la generación de capacidades y la transferencia de tecnologías al campo.

Uno de los componentes de MasAgro es la Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento de Trigo (MasAgro Trigo) cuyo objetivo es elevar en 50 por ciento, en 20 años, el potencial de rendimiento del grano mediante el mejoramiento de líneas de trigo de alta productividad. Para lograr este objetivo, la investigación es fundamental.

Como parte de sus actividades y con la finalidad de fomentar la investigación y formar nuevas generaciones de investigadores mexicanos en esta materia, MasAgro Trigo ha otorgado becas a siete estudiantes mexicanos para realizar estudios de doctorado en universidades de alto prestigio en Reino Unido, Australia y Chile, en colaboración con México.

“El objetivo es brindar la oportunidad a estudiantes mexicanos de estudiar un doctorado en instituciones de reconocimiento mundial, aprovechando la red internacional y los contactos que tiene el CIMMYT. La meta final es que estos estudiantes regresen a México, una vez terminados sus estudios, para aplicar los conocimientos adquiridos. En este sentido, MasAgro Trigo ha dado apoyo a los estudiantes para conseguir una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (Conacyt), además de apoyo adicional para realizar sus estudios”, explicó Gemma Molero, Responsable de Investigación de MasAgro Trigo y fisióloga vegetal en el Programa Global de Trigo del CIMMYT.

Fue así que MasAgro Trigo becó a cinco estudiantes en 2011 y a dos más en 2012, quienes se encuentran



**INVESTIGADORES MEXICANOS** realizan estudios en el extranjero.

dedicados al cien por ciento a estudios de alto impacto, dirigidos por investigadores mundialmente reconocidos en los diferentes ámbitos de investigación que forman parte de la Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento de Trigo.

Estos estudiantes, originarios de Puebla, Sonora, Chihuahua, Estado de México e Hidalgo no han perdido el contacto con México. Una de las condiciones de la beca es que realicen estancias en nuestro país para efectuar investigaciones en la plataforma de fenotipado Mexplat, que se encuentra en la estación experimental Norman E. Borlaug, en Ciudad Obregón.

“La idea es capacitarlos y luego ayudarlos para obtener una beca de posdoctorado para que regresen a México y trabajen en colaboración con el CIMMYT, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad de Chapingo o con el Colegio de Posgraduados (Colpos), entre otros”, explica Molero.

Es así como el Programa MasAgro fomenta el desarrollo de nuevas generaciones de investigadores que puedan aportar a México y al resto del mundo sus conocimientos en beneficio de la humanidad. **AC**

**T**rabajo en fisiología de trigo. Mi investigación consiste en determinar las bases fisiológicas de la variabilidad genética en número de granos, biomasa e índice de cosecha observada en cultivos élite de trigo primaveral. Se sabe que el peso de la espiga en floración está relacionado con un mayor número final de granos, por lo que de forma más detallada, mi investigación contempla la búsqueda de características fisiológicas relacionadas con la partición de asimilados a la espiga; por ejemplo, investigar la competencia que existe entre los componentes de la planta (espiga, tallo, vaina y hojas) para lograr una combinación óptima de ellos; esto sin afectar procesos importantes como la fotosíntesis, en el caso de reducir el peso/área de hojas y vainas, o la resistencia al acame y/o acumulación de carbohidratos, en el caso de reducir el peso del tallo.

Esta experiencia ha cambiado mi vida en muchos sentidos, me ha permitido trabajar al lado de personas con bastante experiencia en esta área, aprender nuevos métodos de investigación, así como de enseñanza, he viajado y conocido varios lugares fuera de México, me gusta interactuar con personas de diferentes nacionalidades casi todos los días y, obviamente, el hecho de estar becada me permite dedicar todo el tiempo a mis estudios para poder sacar lo mejor de ellos.

Con esto, creo que puedo contribuir en México en el área académica con la aportación de nuevos conocimientos y técnicas de investigación y enseñanza, en la colaboración con centros de investigación gubernamentales o no, así como de forma técnica, con la aplicación de los conocimientos adquiridos directamente en el campo o en investigaciones dirigidas a conseguir impactos locales.

**ALMA RIVERA AMADO. NOTTINGHAM, INGLATERRA**

**E**stoy en Inglaterra, en la Universidad de Nottingham como estudiante de doctorado, cursando el cuarto año en la escuela de Biociencias en el Campus Sutton Bonington.

Mi trabajo de investigación consiste en evaluar rasgos fisiológicos en trigo de primavera para incrementar la partición de asimilados a la espiga, granos por metro cuadrado e índice de cosecha en trigo, además de cuantificar el balance en posfloración de la fuente y la demanda de los granos a través de tratamientos de fuente-demanda. También, cuantificar la variación genética posfloración del uso eficiente de radiación, así como rasgos relacionados con tasas de senescencia de los doseles de trigo, índice de cosecha y rendimiento de grano. Todo con el fin de incrementar el rendimiento del trigo. Esta experiencia ha significado un compromiso como estudiante, ya que el gobierno de México me ha dado dinero de todos los mexicanos para cubrir mis gastos. Por eso estoy en deuda no solo con mi país, sino con cada mexicano. Ha significado una gran oportunidad para colaborar a nivel internacional en el ámbito agronómico, además de haber cambiado mi perspectiva para la investigación agrícola. Esta experiencia ha tenido muchos retos que no terminarán aquí, por eso quiero recompensar de alguna forma esta oportunidad que se nos ha brindado.

Pienso que puedo contribuir al desarrollo de México de distintas maneras. En el ámbito agronómico creo que puedo ayudar con la investigación con herramientas fisiológicas y de biología molecular para el mejoramiento y selección de las mejores líneas con potencial de rendimiento. Puedo contribuir en el área de preparación de recursos humanos para estudiantes de maestría o doctorado. Creo que puedo contribuir en hacer nuevas propuestas para colaborar en nuevas investigaciones nacionales o internacionales con contactos que he hecho durante este tiempo a nivel nacional e internacional.

**ELISEO TRUJILLO NEGRELLOS. NOTTINGHAM, INGLATERRA**

**M**i trabajo de investigación consiste en estudiar el proceso por el cual las plantas convierten la luz, el agua y los nutrientes en carbohidratos, es decir, la fotosíntesis. Cuando una planta puede utilizar su follaje en la fotosíntesis, produce azúcares y carbohidratos que en cultivos como el trigo se traducen en grano y biomasa. Con el fin de identificar genotipos de trigo con la mejor capacidad y eficiencia fotosintética, mido diferentes variables, como asimilación de CO<sub>2</sub>, transpiración, contenido de nitrógeno y de Rubisco. Por el momento he analizado alrededor de 80 genotipos del CIMMYT en México y Australia para encontrar variabilidad genética entre ellos. Al mismo tiempo, trabajo con reflectancia, que es una herramienta que podrá ayudar a medir principales parámetros fotosintéticos de manera más rápida. En conclusión, analizo el comportamiento de fotosíntesis en genotipos de trigo con alto rendimiento para ayudar a identificar genotipos con alto potencial de rendimiento.

Esta ha sido la mejor oportunidad de mi vida. Descubres que hay un más allá de México y que eres totalmente capaz de proponer ideas tanto en tu país como en el extranjero.

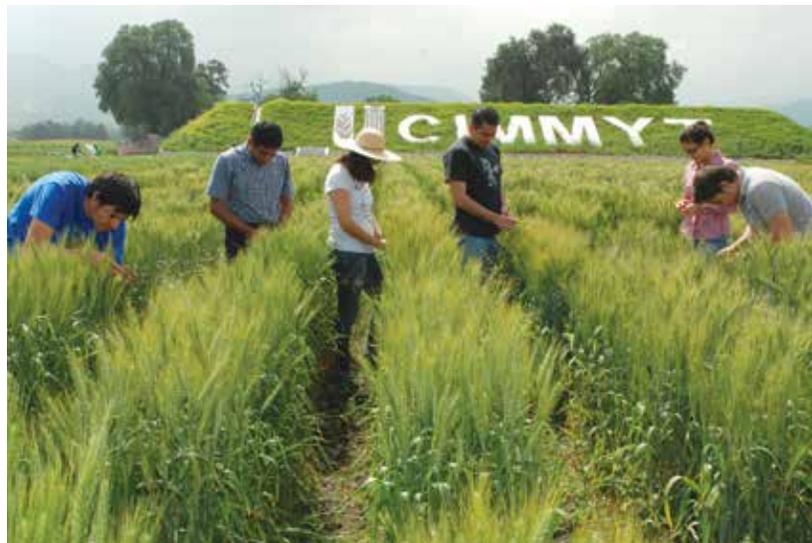
Creo que el luchar con un grupo tan fuerte como es el CIMMYT, y en colaboración con investigadores de todo el mundo para incrementar el rendimiento de trigo, se traduce en harina para producir galletas, pasteles, pan, pasta, etcétera, y evitar incremento de precios en estos insumos. Ése es mi granito de arena para ayudar a México.

Agradezco mucho a Matthew Reynolds por fortalecer mi entusiasmo a la fisiología vegetal en trigo.

**VIRIDIANA SILVA PÉREZ, CANBERRA, AUSTRALIA**



**VIRIDIANA SYLVIA PÉREZ** recibió una mención en la prensa australiana por la calidad e importancia de su trabajo de investigación.



**EL CIMMYT FOMENTA LA INVESTIGACIÓN y forma nuevas generaciones de investigadores mexicanos.**

**E**stoy estudiando el doctorado en Ciencias Agrarias en la Universidad Austral de Chile (UACH), en Valdivia, Chile.

Mi investigación lleva por título “Bases fisiológicas y genéticas del peso de los granos de trigo”. Estudio las bases fisiológicas y genéticas que determinan el peso y la tasa de crecimiento de los granos de trigo en genotipos élite del CIMMYT, para el empleo de los caracteres y mecanismos identificados en la mejora genética, lo que permite incrementar el potencial de rendimiento del cultivo.

Es una experiencia increíble y maravillosa por la cual me siento honrado y agradecido, ya que se ha confiado en mí para poder desarrollar la investigación y por dicha razón trato de dar mi mayor esfuerzo día a día, tanto en las obligaciones escolares, como en la investigación que se lleva a cabo. También me está permitiendo adquirir mayor conocimiento, herramientas y técnicas para el desarrollo de futuras investigaciones. Igualmente, la generación de lazos de amistad con jóvenes de distintas nacionalidades me permitirá a futuro poder crear lazos de trabajo e intercambio de información científica que ayuden al desarrollo de nuevas investigaciones.

**ALEJANDRO QUINTERO ANAYA. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH), CHILE**

# MIEMBROS DE LA RED REAFIRMAN SU COMPROMISO para trabajar por la Agricultura Familiar

Redacción

Fotografías: Archivo CIMMYT

Como parte de las actividades de cierre del Año Internacional de la Agricultura Familiar (AIAF), la Red Mexicana por la Agricultura Familiar y Campesina y el Grupo Interinstitucional de Extensionismo (GIE) de MasAgro realizaron el seminario-taller “Extensionismo y agricultura familiar: Recomendaciones para una estrategia integral” el pasado 25 de noviembre en las instalaciones del CIMMYT en Texcoco, Estado de México.

La inauguración del evento estuvo a cargo de Jesús A. Uribe, subdirector de Recursos Genéticos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa); Liliam Flores, coordinadora de asesores de la Subsecretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional Prospectiva de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol); Pablo Ramírez, responsable de Derecho a la Alimentación y Gobernanza de la Seguridad Alimentaria de FAO México; Erick Navarro, director de Apoyo Técnico e Investigación del Instituto de Desarrollo Social (Indesol); Ligia Osorno, directora general de Inca Rural; Lorena Vázquez, directora ejecutiva de *The Hunger Project México* (THP); Álvaro Urreta, presidente de la Unión de Productores e Introdutores de Hortalizas de la Central de Abastos y Bram Govaerts, director asociado adjunto del Programa Global de Agricultura de Conservación del CIMMYT.

En el evento, los asistentes y miembros de la Red y el GIE reafirmaron su compromiso al asegurar que el cierre del AIAF representa una oportunidad para seguir impulsando

acciones que visibilicen los retos y oportunidades de los agricultores familiares en México y para diseñar e implementar herramientas, instrumentos de política y estrategias de extensionismo que les permitan elevar su producción y mejorar su calidad de vida.

Al respecto, Bram Govaerts señaló que en pocos años será necesario alimentar a 9 mil millones de personas y por ello es indispensable producir alimentos de manera sustentable. Explicó que América Latina es el continente que tiene el potencial, las condiciones, la vocación, el conocimiento, los recursos humanos y las características agroecológicas para contribuir a la producción de alimentos que requerirá el planeta. Recordó que México tiene todo para ser punta de lanza en investigación, desarrollo e innovación en materia de aprovechar el talento de investigadores, extensionistas y productores.

Por otra parte, Pablo Ramírez señaló que los miembros de la Red seguirán trabajando por la agricultura familiar en el 2015, en el marco del Año Internacional de los Suelos. Señaló que es indispensable impulsar políticas públicas específicas para el desarrollo de los agricultores familiares.

En este sentido, Gloria Abraham, representante del IICA en México, explicó en la conferencia magistral “Retos de implementación del extensionismo con agricultores familiares en América Latina” que el extensionismo hoy



**INAUGURACIÓN DEL SEMINARIO-TALLER** para concluir la celebración del Año Internacional de la Agricultura Familiar.



**BRAM GOVAERTS** en su mensaje de bienvenida.



**MESA “Comunicación para el desarrollo de la agricultura familiar”.**

en día debe plantearse desde una perspectiva mucho más amplia, con aplicación en diversas vertientes y que éste debe ser asumido no sólo por el Estado, sino también por otros agentes del desarrollo, como las universidades, los centros de investigación, el sector privado y las organizaciones de productores, entre otros, por lo que hoy debe considerarse como un “Sistema de conocimientos e información agrícola para el desarrollo rural”, cuyos componentes principales son la investigación y la educación agrícola.

En el evento, participó también Jorge Galo Medina, director general de Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural de Sagarpa, con la conferencia magistral “El extensionismo en México: Oportunidades y retos para impulsar a la agricultura familiar”. Galo Medina resaltó que el extensionismo es un instrumento clave para promover el desarrollo del campo y, como tal, debe ser concebido como un proceso educativo continuo y como un mecanismo de intercambio de saberes y conocimientos entre agricultores, extensionistas e investigadores.

Posteriormente tuvieron lugar diversas mesas de trabajo, en donde se compartieron experiencias de extensionismo y agricultura familiar en México, Guatemala, Ecuador, Brasil y Colombia. En la mesa “Financiamiento y cobertura del extensionismo” se analizaron los principales desafíos de las fuentes de financiamiento, programas e instrumentos de política existentes en materia de extensionismo y agricultura familiar. Además, se generaron recomendaciones para facilitar el acceso de los productores al acompañamiento técnico.

En la mesa “Metodologías del extensionismo” se compartieron experiencias de casos exitosos de acompañamiento técnico a los agricultores familiares y se hicieron recomendaciones metodológicas para mejorar las intervenciones de extensionismo con agricultores familiares.



**MESA “Financiamiento y cobertura de extensionismo”.**

Respecto a la mesa “Comunicación para la extensión y el desarrollo de la agricultura familiar”, los asistentes expusieron casos exitosos y propusieron mecanismos e instrumentos novedosos para implementar una estrategia de comunicación que abarque un mayor número de agricultores.

En la mesa “Extensionismo orientado al mercado y vinculado a cadenas de valor” se identificaron los principales retos en materia de comercialización de los agricultores familiares y se generaron propuestas para lograr una mayor incorporación de los agricultores familiares a los mercados formales, así como una participación más equitativa en las cadenas de valor.

Finalmente, hubo una sesión plenaria en la que se presentaron los principales resultados de las mesas de trabajo. La presentación de conclusiones estuvo a cargo de Horacio Rodríguez, coordinador de Extensionismo para América Latina del CIMMYT, quien resaltó que la agricultura familiar requiere una metodología de intervención específica en materia de acompañamiento técnico para lograr la apropiación de innovaciones agrícolas por parte de los productores. De igual manera, se subrayó la importancia de las mujeres y los jóvenes en el sistema de innovación agrícola y, en particular, en materia de agricultura familiar. Asimismo, se habló de la necesidad urgente de revalorar el papel de los extensionistas y de integrarlos a esquemas de formación integral que aseguren un servicio de extensionismo profesional y de calidad, el cual debe ir acompañado de políticas públicas complementarias orientadas a dar continuidad y pago oportuno de los servicios profesionales en tiempo y forma.

Con la información recopilada se realizará un plan de trabajo para el 2015 que será presentado a la Sagarpa, una vez que ha reafirmado su compromiso de unirse a la Red con la finalidad de continuar las acciones relativas al tema de agricultura familiar. **AC**

# EN MATERIA DE ALIMENTACIÓN, *la niñez debe ser prioridad*

Gabriela Ramírez

Fotografías: Gabriela Ramírez



**CARMEN SACASA** durante la conmemoración del Día Mundial de la Alimentación en Jalisco, México.

**R**ecientemente se conmemoraron el Día Mundial de las Mujeres Rurales, el Día Mundial de la Alimentación y el Día Internacional para la Erradicación de la Pobreza.

En este contexto, tuvimos la oportunidad de platicar brevemente con María del Carmen Sacasa, representante residente adjunta del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) durante la conmemoración del Día Mundial de la Alimentación en Jalisco, México.

A continuación les presentamos lo que nos comentó sobre estos temas de gran relevancia y sobre la situación de México en materia de desarrollo.

#### **ENLACE (AC): ¿CUÁL ES LA PERCEPCIÓN DEL PNUD RESPECTO A MÉXICO EN MATERIA DE DESARROLLO?**

**MARÍA DEL CARMEN SACASA (MCS):** México es un país heterogéneo y complejo; por lo tanto, el desarrollo es distinto en las regiones. Sin embargo, en general creemos que México está cumpliendo con las Metas del Milenio, que es un compromiso asumido por los países en el año 2000 y cuyos resultados deberán reportarse en el 2015. Si se habla de manera más específica y se desagrega por regiones y por municipios, las cosas son distintas.

Consideramos que el sur-sureste es una zona que requiere de una focalización especial de programas y políticas distintas del resto del país.

**AC: ¿CUÁLES SON LOS RETOS PRINCIPALES A LOS QUE SE ENFRENTA MÉXICO PARA LOGRAR UN AVANCE EN MATERIA DE DESARROLLO?**

**MCS:** El presidente ha identificado muy bien el tema de reducción de la pobreza y se ha visto con mayor claridad que es una necesidad urgente de este país, que tiene que ser atendida frontalmente con políticas públicas e iniciativas que han sido reconocidas internacionalmente como “Oportunidades”, y que ahora se traducen en acciones. Tenemos que analizar si esas acciones corresponden a las necesidades reales del país. Creemos que México se ha posicionado internacionalmente bastante bien en términos de desarrollo; es un país referente para América Latina; hay muchos países que están recibiendo cooperación sur-sur de México, particularmente en lo que respecta a datos estadísticos de cómo cuantificar los índices para dar respuesta a los requerimientos internacionales.

Y a futuro, el desafío está relacionado con los objetivos de desarrollo sustentable, un tema que se discute actualmente. México ha sido pionero en los temas de inclusión social y vamos a trabajar con la presidencia para hacer un pilotaje en tres diferentes estados o localidades y saber si los indicadores que se están planteando a nivel global corresponden o no a los países en desarrollo.

CREEMOS QUE MÉXICO ESTÁ CUMPLIENDO CON LAS METAS DEL MILENIO, QUE ES UN OBJETIVO FUNDAMENTAL PARA TODOS LOS PAÍSES QUE TIENEN QUE RENDIR CUENTAS EN 2015.

**AC: ¿CUÁL ES SU OPINIÓN RESPECTO A PROGRAMAS COMO LA CRUZADA NACIONAL CONTRA EL HAMBRE (CNCH)?**

**MCS:** Nosotros hemos trabajado de manera indirecta con este programa en algunas regiones y hemos identificado la posibilidad de hacer una evaluación o sistematización para escoger buenas prácticas de la CNCH. Creemos que es una iniciativa que aún está en proceso de dar frutos para todo el país. Todavía es muy prematuro evaluar o valorar el programa.

**AC: RECIENTEMENTE SE CONMEMORÓ EL DÍA INTERNACIONAL DE LAS MUJERES RURALES. ¿CUÁL ES LA PERCEPCIÓN DEL PNUD RESPECTO A LA SITUACIÓN DE LAS MUJERES, ESPECÍFICAMENTE, DE LAS MUJERES RURALES EN NUESTRO PAÍS?**

**MCS:** Es un tema sumamente importante, debe ser prioridad en las políticas públicas. El papel de las mujeres es fundamental para lograr el desarrollo de cualquier sociedad y las políticas con enfoque de género son necesarias. Hay mucho trabajo por hacer.

Las mujeres en este país son cabezas de hogar y en términos de empoderamiento tenemos que lograr que ocupen un papel distinto. Hay un buen camino por recorrer, es un tema aún pendiente; sin embargo, recientemente se firmó un

acuerdo entre el gobierno federal y los estatales para hacer realidad la transversalización de perspectiva de género que nos parece un paso sumamente positivo. Hay que identificar los problemas donde están y atenderlos con claridad.

En cuanto a las mujeres rurales hay que decir que el tema de tenencia de la tierra y el acceso a créditos es fundamental para realmente garantizar que puedan desarrollar sus capacidades y que nutrir a sus núcleos familiares de la mejor manera posible.

**AC: FINALMENTE, ¿CUÁL ES EL RETO PRINCIPAL QUE DEBE ATENDERSE EN MATERIA DE ALIMENTACIÓN?**

**MCS:** Creo que es importante decir que la alimentación es un derecho de todos y las personas deben tener acceso a una buena alimentación. Los principales retos son priorizar el tema de género en el campo, en el ámbito rural, y definir un enfoque con respecto a la niñez para impulsar políticas que garanticen que se le alimente de la mejor manera posible. La alimentación escolar es un tema fundamental que debe ser abordado en todos los estados, porque la primera infancia debe ser la prioridad para el presente y el futuro de este país. **AC**



**PARA MÁS INFORMACIÓN** sobre el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México: [www.mx.undp.org](http://www.mx.undp.org)

# EL CULTIVO DE TRITICALE

## Investigación, multiplicación y promoción en áreas de extensión

Jaime Ortega Bernal, Yasmin Azucena Mayorga Pérez. Plataforma Cinta Larga.

**Fotografías:** Macario Serrano Monroy. Jóvenes Innovadores.

EL TRITICALE ES UNA ALTERNATIVA VIABLE PARA LAS ZONAS DE BAJA PRECIPITACIÓN, SUELOS DELGADOS Y EN DONDE EL RASTROJO DE MAÍZ ES LA ÚNICA FUENTE DE ALIMENTO PARA EL GANADO DE TRASPATIO.

Las zonas de los valles altos y de transición son de escasa precipitación, con suelos degradados por la erosión y por su bajo contenido de materia orgánica. Esto hace que no cualquier cultivo se adapte a esas condiciones; sin embargo, las necesidades no son pocas: un gran número de personas dedica parte de sus actividades al ganado de traspatio con la crianza de borregos, gallinas, vacas o cerdos, y el rastrojo de las cosechas se convierte en la única alternativa de alimento, que en ocasiones se mezcla con un poco de grano de maíz. Por otro lado, en las zonas de riego se encuentran las altas producciones de maíz y forraje, como la alfalfa, que representan un alto costo de producción.

Con la finalidad de encontrar alternativas rentables para este tipo de zonas, la plataforma experimental Cinta Larga, como parte de su rotación y desarrollo de estrategias rentables, se ha propuesto, desde hace 4 años, investigar e incursionar en la multiplicación de la semilla de triticales, con el apoyo del CIMMYT, quien ha aportado líneas para su investigación, seguimiento y reproducción, que a la fecha han dado muy buenos resultados y dividendos.

Lo anterior ha permitido desarrollar trabajos de investigación basados en las necesidades de los productores y de los consumidores, ya que como es un cultivo relativamente nuevo en la zona, se tienen ciertos paradigmas sobre su uso y sus cualidades.

En este contexto cobra gran importancia el surgimiento de esta alternativa como un proyecto integral, el cual ha permitido impulsar la modernización en los procesos productivos,

así como la reconversión de cultivos y el aumento en la productividad, lo que asegura la competitividad con inteligencia, aplicando el ingenio y la creatividad con los recursos disponibles bajo un marco de agricultura sostenible.

Actualmente se reproducen esta y otras semillas en colaboración con productores jóvenes e innovadores, como una estrategia para arraigar a las nuevas generaciones de agricultores sustentables, quienes ven el futuro de la agricultura como una oportunidad de crecimiento y como un reto sin precedentes, ya que cada día las zonas de producción se reducen de manera drástica por la mancha urbana, la escasez de agua, los altos costos de producción, el abandono de las tierras y los efectos del cambio climático, entre otros. Esto suena catastrófico, pero es al mismo tiempo una posibilidad de hacer de la agricultura un gran negocio, ya que en las grandes ciudades se concentra cada día más gente que demanda una mayor cantidad de alimentos y servicios.



**EL CIMMYT, ha aportado líneas para ser investigadas y han dado muy buenos resultados.**



SE HAN DESARROLLADO TRABAJOS de investigación basados en las necesidades de los productores y de los consumidores.



EL TRITICALE ES MUY ÚTIL para personas que dedican parte de sus actividades al ganado de traspatio con la crianza de borregos, gallinas, vacas o cerdos.

### INVESTIGACIÓN, MULTIPLICACIÓN Y PROMOCIÓN EN ÁREAS DE EXTENSIÓN

Como parte del proyecto Desarrollo Sustentable con el Productor, en el marco de la iniciativa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) se está aprovechando todo el componente del hub para difundir el cultivo de triticale; se cuenta con el apoyo del CIMMYT, que dota de todas las líneas de triticale para su investigación, manejo agronómico y desarrollo del cultivo dentro de la plataforma. Ahí se genera toda la información sobre este cultivo y se comparte con productores, técnicos, estudiantes y público en general.

De aquí parten todos los materiales previos a su estudio; los mejores pasan a los módulos con productores y técnicos que se encargan de validar o ratificar las características investigadas en la plataforma, para después multiplicar la semilla con los Jóvenes Innovadores (élites sustentables), con menos de 35 años de edad, en promedio, pero con un gran compromiso por arraigarse en sus lugares de origen y hacer de la agricultura un negocio.

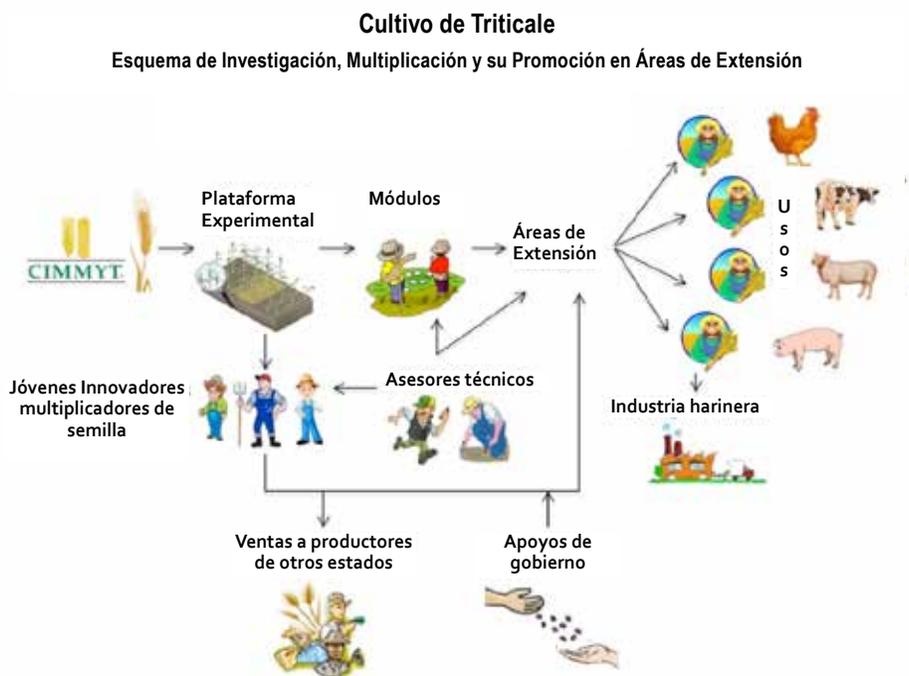
Estos jóvenes se acompañan de los técnicos certificados que los asesoran en el proceso: desde la preparación

de sus terrenos y el desarrollo del cultivo mediante la implementación de nuevas prácticas agronómicas sustentables, hasta el manejo poscosecha en la selección de semillas, tratamientos y pruebas de germinación. Con ello es posible garantizar al consumidor final la calidad, además de la certeza de que adquiere una buena semilla adaptada a las condiciones de su región.

Con respecto a la comercialización del triticale, éste se distribuye a las áreas de extensión por medio de adquisiciones directas de los productores de la región o a través de los programas de apoyos en semilla que generan el gobierno federal, los estatales y los municipales.

Los excedentes son comercializados con productores de otros estados como Puebla, Tlaxcala, Guanajuato, Michoacán, Querétaro y San Luis Potosí.

El siguiente esquema ilustra el procedimiento de desarrollo del cultivo de triticale, desde su investigación hasta el aprovechamiento directo en el ganado y las industrias harineras. **AC**



# SIEMBRA DE CEBADA EN SURCOS

## *Un sistema precursor de la Agricultura de Conservación*

Marcos Alcántara Sánchez, Fernando Pérez Aguirre y Alejandro Asiain Morales. Centro Impulsor Hidalgo

**Fotografías:** Centro Impulsor Hidalgo

**E**n las zonas del altiplano hidalguense, la rotación de cultivos es mínima y se enfoca principalmente en el cultivo de cebada; el método de siembra es el mismo desde hace varias décadas y es muy común el laboreo excesivo de los suelos.

Como resultado de las acciones antes mencionadas se tienen suelos empobrecidos, compactados e infestados de plagas y enfermedades, que generan altos costos de producción y bajos rendimientos que no permiten una agricultura rentable, sin considerar los efectos climatológicos adversos en los últimos años, como sequías, granizadas, heladas e inundaciones.

En la actualidad, los terrenos donde se siembra cebada con agricultura tradicional han bajado su productividad y a la vez su rentabilidad, incluso algunos productores han dejado de sembrar sus tierras por los altos costos de producción y los bajos rendimientos, que oscilan entre los 800 kg, para las zonas consideradas de baja productividad, y los 1,900 kg, para las zonas de mediana y alta productividad.

La cebada maltera tradicionalmente se ha sembrado en cobertura total o al voleo, empleando entre 120 y 150 kg de semilla. Sin embargo, existen sistemas de producción que, si bien no son nuevos, sí son innovadores, de fácil adopción y adaptación a las zonas de producción, con los que se generan mayores beneficios para los agricultores.

En el altiplano hidalguense, desde hace algunos años se promueven los sistemas de producción de cebada a doble y triple hilera (DH y TH) y la Agricultura de Conservación (AC), como alternativas para disminuir los altos costos

de producción y obtener grano de calidad para la industria maltera, lo que contribuye a generar una agricultura sustentable.

De acuerdo con las investigaciones realizadas, se ha demostrado que la cebada produce más y con mayor calidad cuando se siembra en surcos. Por eso otros productores de otras regiones han adoptado y adaptado a sus condiciones este sistema de siembra.

El objetivo principal de sembrar cebada en surco y escardarla es mejorar algunas condiciones, como favorecer la oxigenación de las raíces, lograr que el agua penetre en el suelo y que no se escurra a las orillas de la parcela, y controlar más del 75% de las malezas (al escardar).



**ESTUDIOS HAN DEMOSTRADO** que la cebada produce más y con mayor calidad cuando se siembra en surcos.

## LAS VENTAJAS PRINCIPALES QUE SE GENERAN AL SEMBRAR EN SURCOS SON LAS SIGUIENTES:

- Se utiliza menor cantidad de semilla (ahorro del 40% al 60%).
- Se requiere menor cantidad de agroquímicos (ahorro del 30% de plaguicidas, ya que se hacen aplicaciones dirigidas sobre el lomo del surco).
- Existe mayor aireación (mayor circulación del aire a través del fondo del surco) y se evita la proliferación de hongos.
- La germinación de la semilla y la madurez del grano son uniformes.
- Las labores de producción se facilitan (se puede aplicar herbicida, insecticida y fungicida sin dañar las plantas).
- Se presenta un menor porcentaje de acame (se favorece el anclaje de la raíz).
- El rendimiento del grano es mayor (varía de 10% a 30%).
- Se obtiene mayor calidad de grano (existe mayor bonificación por parte de la industria).

La idea de promover los sistemas de producción de cebada es que, con el paso de los años, la mayoría de los agricultores practiquen la AC. Esto no es una tarea fácil, ya que primero se debe cambiar la forma de pensar del productor, pues este factor es una de las principales limitantes en la transferencia de la tecnología.



**EXISTEN SISTEMAS** de producción de cebada innovadores, de fácil adopción y adaptación a las zonas de producción.

La siembra a  $DH$  y  $TH$  es bien aceptada por los agricultores, ya que se muestran beneficios cuantitativos y las ventajas que este sistema ofrece son similares a las de la  $AC$ , pues hay muchas coincidencias en las actividades que se realizan para el establecimiento del cultivo.

En 2011 se inició con la siembra en  $DH$  y  $TH$ , y para 2014 se ha incrementado considerablemente la superficie establecida en este sistema. Sin embargo, ahora se han introducido algunas variantes con enfoque hacia la  $AC$ , pues para sembrar en surcos se le recomienda al agricultor que prepare el terreno de la mejor manera (como si fuera Año Cero) y posteriormente se trazan surcos de 75 u 80 centímetros, según lo permita la trocha de tractor; posteriormente se realiza la escarda manteniendo los surcos equidistantes; luego, al hacer las aplicaciones de agroquímicos, se evita pisar el cultivo, para lo cual se mantienen las llantas del tractor en el fondo del surco; finalmente, al realizar la cosecha, se recomienda dejar el 100% de paja distribuida sobre el suelo, esto se logra manteniendo el corte o cabezal a una altura de 30 centímetros del suelo y colocando el esparcidor para lograr una distribución uniforme del rastrojo.

Con estas actividades, si el productor y las condiciones del terreno lo permiten, se puede iniciar con año 1 en  $AC$  y después de la cosecha sólo realizar una reformatión



**EN EL ALTIPLANO** hidalguense se promueven los sistemas de producción de cebada a doble y triple hilera para disminuir los costos de producción y obtener grano de calidad para la industria maltera.



**INVESTIGACIONES SEÑALAN** que la cebada produce más y con mayor calidad cuando se siembra en surcos.

de surcos. Esta técnica permite avanzar y hacer el cambio de agricultura tradicional a AC, pues por una parte el agricultor practica la DH, pero al darse cuenta, en ese mismo ciclo agrícola, de que sí le es rentable, será mucho más fácil convencerlo para que adopte la AC. Esto permitirá que la adopción de este sistema sea más práctica y eficiente, tomando en cuenta que el precursor de la AC es la siembra en surcos cuando se practica de la forma correcta.

Cabe mencionar que para el ciclo PV 2013 en el estado de Hidalgo, bajo la asistencia técnica de Zoofitec y Centro Impulsor Hidalgo, en colaboración con diversas instituciones, se sembró en surcos 208 hectáreas. En lo que respecta al ciclo PV 2014 se establecieron 2,198 hectáreas. Se estima que para 2015 exista un incremento significativo en estos sistemas de producción.

Zoofitec (Servicios técnicos agropecuarios de los Llanos de Apan SPR de RL) es un equipo de técnicos colaboradores que brinda servicios de asistencia técnica especializada en el cultivo de cebada y vincula acciones con instituciones de investigación como el CIMMYT, el INIFAP, FIRA e Impulsora Agrícola, SA de CV. Con ellos se integró el primer centro impulsor del país donde se realiza transferencia de tecnología con sistemas de producción adaptables a la zona cebadera del estado de Hidalgo, como la Agricultura de Conservación (AC) y la siembra en surcos a doble o triple hilera. Actualmente se trabaja con 13 técnicos en 600 hectáreas asesoradas para el ciclo PV 2014.



**CUANDO SE SIEMBRA LA CEBADA** en surcos existe mayor circulación del aire a través del fondo del surco y se evita la proliferación de hongos.

FINALMENTE, EL CAMBIO DE AGRICULTURA TRADICIONAL A AC SERÁ POR MEDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS, UN FACTOR DETERMINANTE PARA LOGRAR EL ÉXITO O EL ESTANCAMIENTO Y/O EL FRACASO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL ALTIPLANO. **AC**



# EL IMPACTO DE LA AC EN LA AGRICULTURA FAMILIAR:

## *una experiencia en la sierra norte de Puebla*

Espidio Balbuena

Fotografías: Archivo CIMMYT

### ANTECEDENTES

La productora María Guadalupe Galindo Cruz se puede contar actualmente como una promotora activa de la Agricultura de Conservación (AC) en el estado de Puebla; su módulo, “Cuapanco”, se encuentra enclavado en la comunidad de Hueytentan, municipio de Cuautempan, en la sierra norte de Puebla.

Su experiencia, compartida en la ciudad de Tepatitlán, Jalisco, como parte del programa de actividades relativas al Día Mundial de la Alimentación, organizado por la FAO, inició hace dos años, cuando un técnico la invitó a prestar su parcela para formar parte del entrenamiento de campo del curso de certificación en AC impartido por el CIMMYT, apoyado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). A partir de entonces se inició la prueba de innovaciones tecnológicas que han sido adoptadas poco a poco por productores en la zona.

Doña Lupita, como la conocen, inició su discurso mencionando las problemáticas a las que se enfrentan los pequeños productores en su región: sequía, acame de milpa por fuertes vientos, problemas de plagas en campo y en almacén, fuertes pendientes y suelos empobrecidos que dan como resultado una baja producción de grano (800 a 1,800 kg/ha) -que alcanza solo para cuatro o cinco meses de sustento familiar, pues en promedio una familia necesita de 2,000 kg de grano al año-.

### LO QUE HEMOS HECHO

“Al principio nos decían que nos habíamos vuelto flojos o que estábamos locos porque empezamos a sembrar sin barbechar.” Esas son las frases que, menciona doña Lupita, destacan las diferencias de haber adoptado la AC, pues ahora ya no se realiza ningún movimiento de suelo y se deja el 100 por ciento del rastrojo; se hace la siembra en mata cerca (80 cm entre surcos, 40 cm entre matas y tres semillas por golpe), cuando antes se efectuaba por metro cuadrado con siete a nueve semillas por mata; y la semilla se inocula con micorrizas “para que arraigue mejor”, pero se continúa con la siembra manual, como les enseñaron a los productores sus abuelos.

“Ahora fertilizamos dos o tres veces en lugar de una, y cuando aplicamos para el control del gusano cogollero, le complementamos con foliares, que no salen caros y que ayudan a que se mejore el rendimiento”, explica. Es importante ayudarle a la milpa foliar, pero se debe dar la mayor parte de nutrientes a través de la raíz.

En la mayor parte de las unidades de producción ligadas a la agricultura familiar para autoconsumo de esta región es muy común que se pierda entre un cinco y un 30 por ciento del



**DOÑA LUPITA** ha adoptado el sistema de AC en sus tres parcelas.



**DOÑA LUPITA INICIÓ SU DISCURSO** mencionando las problemáticas a las que se enfrentan los pequeños productores en la sierra de Puebla.

grano por pudrición o germinación de la semilla en campo, como consecuencia de las lluvias torrenciales del mes de septiembre. Para disminuir este daño se está rescatando una actividad a la que se le conoce como “dobla”. Así mismo, se utilizan las botellas de refresco vacías para almacenar el grano, sin emplear químicos, pues este método lo conserva por varios años sin daño por plagas.

#### **LOGROS DE MASAGRO CON EL MÓDULO EN AC**

“Yo ya no compro maíz. Ahorita tengo en bodega como dos toneladas de grano y, gracias a Dios, ya estamos cosechando el de este año. Esperamos obtener un rendimiento de 4.5 toneladas en la hectárea, más cuatro que actualmente siembro”, comenta la productora.

Se ha logrado duplicar el mejor rendimiento de la región al conservar actividades como la siembra manual, y modificar, en general, el sistema de cultivo con una propuesta que no implica severos cambios en cuanto al sistema tradicional.

Doña Lupita ha adoptado el sistema de AC en sus tres parcelas, que en total suman 1.5 hectáreas, y realiza la rotación con cultivos de invierno, como el de haba.

El módulo ha sido visitado por al menos 80 productores y técnicos que trabajan en zonas productoras con condiciones similares de producción de maíz en ladera y al menos de 30 de ellos se sabe que han adoptado y realizan alguna de las innovaciones tecnológicas en su proceso de producción de maíz.

Ahora que se ha dejado el 100 por ciento de rastrojo se conserva mucho más la humedad, la pérdida de suelo por erosión hídrica se ha reducido prácticamente a nada, la cantidad de materia orgánica ha incrementado y los visitantes han expresado que “al caminar por la parcela se siente acolchonado el suelo”, lo que habla de una mejora en sus características físicas.

Se han reducido los costos de producción en un 25 por ciento y ya los vecinos comienzan a preguntar qué se está haciendo, pues notan que, aunque no se barbecha, se cosecha mazorca de muy buen tamaño.

Doña Lupita mencionó que es muy importante lograr la suma de esfuerzos para la mejora de la producción y la productividad, en este caso del productor, el técnico, las dependencias y otros actores de la cadena. Si se tiene un objetivo claro y una metodología, afirmó, es posible “mejorar las condiciones de la agricultura familiar”.

Finalmente, la productora agradeció a Dios por permitirle seguir aprendiendo nuevas técnicas y tecnologías, así como a la Sagarpa y al CIMMYT por dejarla formar parte de este cambio en la producción; a la FAO por invitarla a compartir su experiencia, a los productores que la escucharon y que junto con ella innovan, y a todos los que de una forma u otra han participado en el desarrollo de las innovaciones que ahora ella y muchos otros productores aprovechan para mejorar su producción y productividad en busca de que “todos los días sean: el Día Mundial de la Alimentación”. **AC**



**DOÑA LUPITA CON NURIA URQUÍA, representante de FAO en México.**

# DESARROLLO DE TECNOLOGÍA

## para producir seis toneladas por hectárea de trigo con dos riegos (siembra y un auxilio) en el Bajío

Ernesto Solís Moya. INIFAP

Fotografías: Ramón Nonato Barrera

En los últimos 12 años, el principal factor que afecta la producción de trigo en el Bajío es la disponibilidad de agua en las presas. En este periodo, en el estado de Guanajuato, principal productor de trigo del Bajío, la superficie sembrada ha fluctuado entre 41,863 hectáreas en 2001 y 128,802 hectáreas en 2008 (SIAP, 2013).

Se ha reportado que en el Bajío existe una sobreexplotación de los acuíferos que ocasiona un abatimiento entre 3 y 6 metros por año (Ledesma *et al.*, 2012). El acuífero del Valle de Celaya (el más grande del estado) tiene una recarga de 380 millones de metros cúbicos por año, contra una extracción de 595 millones, que genera un déficit de 215 millones al año, y en algunas áreas del estado se extrae agua a 500 metros de profundidad (A.M., 2013).

Se estima que el 84 por ciento del agua extraída se utiliza en actividades agrícolas, cerca de 11 por ciento en uso urbano y 5 por ciento en la industria y otros usos. En cuanto a las aguas superficiales, la Comisión Nacional del Agua (CNA) ha estimado una generación de escurrimiento superficial de 1,364 millones de metros cúbicos anuales en Guanajuato, contra una extracción de 1,557, lo que genera un déficit anual de 193 millones (Flores-López y Scott, 2000).

Flores-López y Scott (2000) midieron en Guanajuato los volúmenes de agua tanto de pozos como en gravedad para el ciclo agrícola otoño-invierno 1998-1999. Las láminas estimadas fueron de 1.35, 1.48, 0.53 y 0.86 metros para trigo/cebada, alfalfa, brócoli y otros cultivos, respectivamente. El volumen total de agua utilizada en las superficies estimadas de cultivo fue de 3,670 millones de metros cúbicos.

En un estudio similar, Bolaños *et al.* (2001) midieron las láminas de agua aplicadas a los cultivos sembrados en el ciclo otoño-invierno en el suroeste del estado de Guanajuato. Las láminas de riego promedio observadas fueron de 0.97, 0.64, 1.10 y 0.40 metros para trigo/cebada, hortalizas, alfalfa, y brócoli, respectivamente, el volumen de agua utilizado fue de  $3.113 \times 10^9$  metros cúbicos.

Las estrategias para contrarrestar la sobreexplotación del acuífero se basan principalmente en el manejo agronómico de los cultivos, donde el uso de riego por goteo y la Agricultura de Conservación (Ac), dejando los residuos en la superficie, son los factores más importantes a corto plazo. Estas estrategias deben ser complementadas con el uso de variedades eficientes en el uso del agua, que con menores láminas de riego sean capaces de alcanzar el rendimiento promedio de la región.

Diversos estudios sobre uso y manejo del agua en trigo en el noroeste del país indican que para obtener un rendimiento de 6.0 a 7.5 t/ha<sup>-1</sup> es necesario aplicar un volumen de agua de 6,400 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup> divididos en cuatro riegos, 2,400 metros cúbicos en la siembra, 1,400, 1,300 y 1,300 en el primer, segundo y tercer riego de auxilio, respectivamente (Agronet, 2011).

En Guanajuato, Arreola (1990) evaluó el efecto de la aplicación de diferentes calendarios de riego sobre el rendimiento de trigo; obtuvo rendimientos de 4,641, 5,925, y 6,193 kg/ha<sup>-1</sup> con tres, cuatro y cinco riegos respectivamente, aplicando volúmenes de 5,012, 6,577 y 7,600 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>.

## **EFFECTO DEL NÚMERO DE RIEGOS EN LAS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y RENDIMIENTO DE GRANO DEL TRIGO**

Algunos resultados obtenidos en INIFAP-Cebaj indican que el ciclo biológico de las variedades de trigo (días a madurez fisiológica) registra una diferencia de hasta 11 días al reducir el número de riegos de cuatro a dos. Esta diferencia también afecta la altura de la planta, que se reduce hasta 11 centímetros. Sin embargo, con tres riegos solo se reducen 3 centímetros, debido a que el manejo agronómico del cultivo hasta la antesis es el mismo al aplicar tres y cuatro riegos (Solís *et al.*, 2009).

La duración de la etapa de alargamiento del tallo (del encañe a la antesis) se relaciona positivamente con el número de granos por unidad de superficie; a mayor duración, mayor rendimiento (Slafer *et al.*, 1996). El número de riegos tiene un efecto mínimo en la duración de esta etapa. En cambio, se han obtenido diferencias hasta de siete días en la duración del periodo de llenado de grano entre los calendarios de dos y cinco riegos.

Con tres y cinco riegos, las variedades de trigo presentan la mayor área foliar alrededor de la antesis y en magnitud similar. Con dos riegos, en cambio, se produce menor índice de área foliar (IAF); el valor mayor se obtuvo una semana antes de los tratamientos de tres y cinco riegos.

En el caso de granos por metro cuadrado, con dos riegos se produce 23 por ciento menos granos que con cinco riegos, mientras que con tres, la pérdida fue de 14 por ciento. Para

el componente peso de grano, dos riegos lo redujeron 30 por ciento, mientras que con tres riegos se redujo 17 por ciento. Con dos riegos el rendimiento se redujo en 47 por ciento y con tres riegos, 30 por ciento. Todos los casos con relación a cinco riegos (Solís *et al.*, 2009).

## **EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA POR TIPO DE SIEMBRA**

La siembra del trigo de manera convencional en plano tiene algunas desventajas. El uso de riego por inundación puede resultar en una baja eficiencia en el uso potencial del agua de riego y el uso ineficiente de nitrógeno. También puede causar formación de costras en la superficie de riego del suelo, lo que disminuye la nacencia de las plantas germinadas. Además, puede resultar en niveles más altos de acame de los cultivos. El sistema de siembra en camas con un número de hileras definido (generalmente de dos a cuatro), sembradas en la parte superior de la cama, con riego en surcos, se ha encontrado que supera estas desventajas.

Entre las ventajas de la siembra de las camas elevadas, en comparación con la siembra convencional en plano con riego por inundación, se encuentran: en primer lugar, un ahorro de un 30 por ciento del agua de riego aplicada; en segundo lugar, se elimina el problema de la costras en la superficie del suelo y se mejora el estado físico del suelo; en tercer lugar, la eficiencia en el uso de nitrógeno podría mejorar en un 10 por ciento o más debido a la colocación del nitrógeno; en cuarto lugar, la orientación de las plantas de trigo en hileras en las camas cambia el microclima, lo que reduce el acame y la incidencia de algunas enfermedades del



**EN EL INIFAP Campo Experimental Bajío se desarrolla tecnología para producir trigo mediante el uso eficiente del agua.**



**VISITA A LOS CAMPOS DEL INIFAP, donde se desarrolla tecnología para alcanzar un mayor rendimiento en la producción de trigo.**



**KARIM AMMAR, INVESTIGADOR DEL CIMMYT Y EDUARDO SOLÍS MOYA, INVESTIGADOR DEL INIFAP, explican el desarrollo de la tecnología para hacer más eficiente el riego para la siembra de trigo.**

trigo. Estas ventajas pueden mejorar la calidad del grano y aumentar el rendimiento en más del 10 por ciento (Fahong et al., 2004).

### **EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA**

Solís y Díaz de León (2001), al evaluar cuatro genotipos de trigo cristalino en el Bajío en dos fechas de siembra, observaron que existe interacción entre fechas de siembra y número de riegos. Obtuvieron rendimientos más altos con cuatro riegos que con tres en las siembras del 1 de diciembre, pero no así en la siembra del 15 de enero.

### **ES POSIBLE OBTENER 6 t/ha<sup>-1</sup> CON DOS RIEGOS (SIEMBRA Y UN AUXILIO)**

En el ciclo otoño-inverno 2013-2014 se evaluó un ensayo de rendimiento que incluyó 36 genotipos, entre ellos las variedades comerciales sembradas en la región Bajío. El manejo agronómico consistió en sembrar el 1 de



**INVESTIGADORES TRABAJAN** en el Programa de Producción y Tecnología de Semillas del INIFAP Campo Experimental Bajío.

diciembre y aplicar un calendario de dos riegos a los 0 y 45 días después de la siembra. Se sembró en parcelas de dos surcos a 75 centímetros de separación y 3 metros de largo. La siembra se hizo a doble hilo con distancia entre hileras de 23 centímetros, con labranza convencional que incluyó un barbecho, dos rastras, nivelación y surcado a 75 centímetros. Los resultados obtenidos mostraron que la variedad Nana F2007, con 5.1 t/ha<sup>-1</sup>, obtuvo el mayor rendimiento, seguida por Trigal F2014, con 5.0 t/ha<sup>-1</sup>. Las peores variedades bajo esta condición de humedad fueron Salamanca S75, con 3.6 t/ha<sup>-1</sup>, y Eneida F94, con 4.2 t/ha<sup>-1</sup>.

El mejor genotipo (tecnología en desarrollo) alcanzó un rendimiento de 5.7 t/ha<sup>-1</sup>, superior en 600 kg/ha<sup>-1</sup> a Nana F2007 y hasta con 2,100 kg/ha<sup>-1</sup> a Salamanca S75. Esto demuestra que es posible alcanzar o superar las 6 t/ha<sup>-1</sup> con solo dos riegos, pero para ello es necesario utilizar la AC para evitar las pérdidas de agua por evaporación y así optimizar el uso del agua. **AC**

#### Literatura citada

Agronet. (2011). Cultivo trigo, tema riego. Consultado en internet el 6 de septiembre del 2011. <http://goo.gl/75j6Kt>.

A.M. (2013). "Expresión mantos acuíferos". Publicado el 1 de julio de 2011. Consultado en línea en <http://goo.gl/Ypzw17> el 2 de febrero de 2013.

Arreola T. J. M. (1990). Recomendaciones prácticas para aumentar la eficiencia en el uso del agua. En: Vuelvas C. M.A., F. Galván C., R. Chacón M. y J. M. Arreola T. (1990). Análisis de la problemática del agua y perspectivas para la modernización de su uso en la agricultura de Guanajuato: 171-189.

Bolaños G. M., E. Palacios V., C. Scott y A. Exebio G. (2001). Estimación del volumen de agua usado en una zona de riego mediante una imagen de satélite e información complementaria. *Agrociencia*. 35 (6): 589-597.

Flores-López F. J. y C. A. Scott (2001). Superficie agrícola estimada mediante análisis de imágenes de satélite en Guanajuato, México. *IWMI, Serie Latinoamericana*. No. 15.

Fahong, W., W. Xuqing y K. Sayre. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. <http://goo.gl/TudYNj>. 87 (1): 35-42.

Ledesma R., L., Solís M. E., Suaste F. M. P., Rodríguez C. J. F., De la Cruz G. M. L. (2012). Análisis GGE biplot del rendimiento de trigo (*Triticum spp.*) con riego normal y restringido en el Bajío, México. *Agrociencia*. Vol. 46 Núm. 2.

SIAP. (2013). Sagarpa. México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> (11 de septiembre del 2013).

Slafer, G. A., D. F. Calderini, D. J. Miralles (1996). Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential. En: *Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers*. M. P. Reynolds, S. Rajaram, A. McNab (eds.). México, CIMMYT:101-133.

Solís M. E. y J. G. Díaz de León T. (2001). Efecto de los factores controlables de la producción sobre el rendimiento y la panza blanca del grano en trigo duro. *Terra*. Vol.19 (4): 375-383.

Solís, M. E., H. E. Villaseñor M., A. Ramírez R., M. F. Rodríguez G., E. Espinosa T., R. Hortelano S. (2009). Respuesta de variedades de trigo al riego restringido en El Bajío. *Desplegable Técnica* Núm. 2. INIFAP, Cebaj.

# OPTIMIZACIÓN DE LA COSECHA DE SEMILLA DE TRIGO

Juan José García Rodríguez. Investigador del Programa de Producción y Tecnología de Semillas del INIFAP-Campo Experimental Bajío

Fotografías: Archivo CIMMYT



UN PRODUCTOR REvisa su COSECHA viendo la calidad de su grano.

**D**e acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2011) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), en promedio, la superficie donde se siembra trigo en los últimos tres años en la región del Bajío (Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Querétaro) es de 141 mil hectáreas con mermas promedio de 350 kg/ha<sup>-1</sup>.

Estas mermas representan una pérdida de 49,350 toneladas, cuyo valor económico se calcula en 172.725 millones de pesos anuales.

En el Bajío, en los últimos tres años, la superficie donde se siembra trigo es de 141 mil hectáreas.

Las causas principales de las pérdidas de precosecha son de índole climático, plagas y de manejo, y el único error que se puede adjudicar a la cosechadora en esta etapa es el retraso en el comienzo de la trilla y la falta de calibración.

Esto se traduce en un lastre para el productor en el próximo ciclo por la presencia de plántulas voluntarias y/o mostrencas. En donde se rota con maíz o sorgo en el ciclo PV provoca problemas de emergencia y gastos innecesarios por la aplicación de herbicidas para su control; esto a su vez afecta también la calidad física y fisiológica de la semilla por efecto del deterioro ambiental.

Recientemente, en la zona se llevó a cabo un estudio con el objetivo de estimar las pérdidas de rendimiento de granos y semillas por efecto de diversos agentes causales en las etapas de precosecha y cosecha.

El estudio se realizó en el ciclo OI 2013-14 en seis parcelas comerciales ubicadas en los municipios de Cortázar, Irapuato, Pénjamo y Villagrán, Guanajuato, sembradas con las variedades Urbina S2007, Bárcenas S2002, Cortázar S94 y Nana F2002.

En todos los casos la cosecha se realizó con combinada convencional. La estimación de pérdidas se determinó a través de número de granos por metro cuadrado, peso de mil semillas, peso volumétrico y contenido de humedad derivado de ocho muestras por hectárea, para lo cual se utilizaron cuatro aros ciegos con un diámetro de 56 centímetros cada uno.

Las pérdidas oscilaron entre 73 y 744 kg/ha<sup>-1</sup>, el contenido de humedad (CH) de la semilla al momento de la cosecha fue de 11.8 por ciento en promedio, lo que significó una pérdida adicional de 19 kg t<sup>-1</sup> cosechada, ajustando el CH a 13.5 por ciento.



**ES MUY IMPORTANTE** cosechar a tiempo para evitar pérdidas.

El peso volumétrico de la semilla osciló entre 75.2 y 80.3 kg/hl<sup>-1</sup>, lo que indica pérdidas de semilla de buena calidad física a través de la cola de la máquina, resultado de una mala calibración del ventilador de limpieza.

La parcela ubicada en Irapuato con la variedad Bárcenas S2002 fue la que registró la menor pérdida, ésta se cosechó con 11.5 por ciento de  $c_H$  y la pérdida registrada, no obstante que fue por la cola y el cabezal de la trilladora, está dentro de las tolerancias, que es de 80 kg/ha<sup>-1</sup>.

Los resultados de este estudio enfatizan la importancia de cosechar a tiempo y calibrar los siete puntos más importantes en una máquina trilladora (embocador o alimentador, plataforma de corte o cabezal, cilindro cóncavo y barra, ventilador de limpieza, sacapajas, cribas y zarandas y cola). **AC**

**Cuadro 1. Granos por metro cuadrado, peso de mil semillas, humedad y pérdidas de grano de trigo**

Localidad y municipio	Nombre	Cultivo	Variiedad	Núm. de granos por m <sup>2</sup>	Peso de 1000 semillas (g)	Contenido de humedad (%)	Pérdidas (kg/ha <sup>-1</sup> )
Col. Las Fuentes, Cortázar	Silvia González Cuevas	Trigo	Urbina S2007	452	47.6	9.5	192.3
Santa A. Pacueco, Pénjamo	Teresa Barba Vega	Trigo	Urbina S2007	325	30.5	11.9	138.8
Xonotli, Villagrán	Alfonso Candelas Pulido	Trigo	Nana	1,402	36.6	11.5	419.7
Rancho El Nido, Irapuato	Valentín Navarro	Trigo	Bárcenas S2002	171	38.4	10.5	73
Rancho El Nido, Irapuato	Oscar León	Trigo	Urbina S2007	880	47	8.2	376
Ejido El Infiernillo, Pénjamo	Antonio Ramírez	Trigo	Cortázar S94	1,741	37.5	10.4	744

**Cuadro 2. Pérdidas de grano de trigo en precosecha y cosecha por el cabezal y la cola de la trilladora**

Variiedad	Pérdidas (kg/ha <sup>-1</sup> )	Precosecha (kg/ha <sup>-1</sup> )	Cabezal (kg/ha <sup>-1</sup> )	Cola (kg/ha <sup>-1</sup> )
Urbina S2007	192.3	77	65	50
Urbina S2007	138.8	23	40.8	75
Nana F2007	419.7	172	37.7	210
Bárcenas S2002	73	0.0	59	14
Urbina S2007	376	193	83	100
Cortázar S94	744	405	110	229

Las causas principales de las pérdidas de precosecha son de índole climático, plagas y de manejo, y el único error que se puede adjudicar a la cosechadora en esta etapa es el retraso para iniciar la trilla y la falta de calibración.



# PLATAFORMA EXPERIMENTAL DE AGRICULTURA *de Conservación* en el Valle del Mayo, Sonora

Texto y fotografías: Jesús Rafael Valenzuela Borbón. INIFAP

La agricultura contemporánea en los diversos sistemas de producción adolece de una gran problemática que se resume en un deterioro del ambiente ecológico y edáfico. Una de las principales causas de la degradación del suelo y del ambiente es la aplicación de prácticas inadecuadas en el manejo agronómico, como: la quema de paja de trigo, nula incorporación de residuos de cosecha, abonos orgánicos y verdes, así como excesivos pasos de maquinaria que a través del tiempo han dado como resultado impactos negativos, tales como: bajos contenidos de materia orgánica, mayor compactación, erosión y salinización del suelo. Así mismo, liberación de altas cantidades de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ) que contribuyen fuerte y negativamente al cambio climático (cc).

En el Valle del Mayo, el cultivo del trigo es el de mayor importancia económica y social, la superficie de siembra está en función de la disponibilidad de agua para riego en la presa de almacenamiento. En la región, el esquema de producción que se practica, con trigo y sus principales rotaciones con el método tradicional, involucra la aplicación de grandes cantidades de insumos y maquinaria. Es un modelo con altos costos de producción, baja eficiencia en el uso del agua y el suelo.

En la actualidad, la producción de cultivos requiere un enfoque sostenible que considere la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción, así como la conservación de los recursos naturales. Una alternativa real a la problemática antes expuesta y objetivo del presente trabajo, la constituye la producción de cultivos bajo el sistema de Agricultura de Conservación (AC), ya que es una tecnología sustentable que incrementa la productividad, se optimizan los recursos, reduce el costo de producción y trabaja en armonía con el medio ambiente. Se considera como una necesidad



LA PLATAFORMA se encuentra en el municipio de Navojoa, Sonora.



**LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS** bajo el sistema de Agricultura de Conservación (AC) incrementa la productividad, se optimizan los recursos y reduce el costo de producción.

tecnológica y una meta obligada para mantenerse y competir en esta actividad, así como para mitigar los efectos del cc y la conservación del suelo y el agua.

#### **PLATAFORMA MASAGRO-INIFAP**

Con la finalidad de apoyar y promover una tendencia de agricultura sustentable en la región, durante el ciclo otoño-invierno (OI) 2010-2011 se estableció la plataforma (módulo permanente de AC) en el municipio de Navojoa, Sonora, en terrenos del Sitio Experimental Valle del Mayo, ubicado en: 27°00' N y 109°30' O, con una altura de 39 msnm, suelo pesado con más de 50 por ciento arcilla (cuarto año). El objetivo de esta plataforma es desarrollar, modificar y validar sistemas de manejo sustentables con base en AC, adaptándolos a las necesidades de los productores, con la finalidad de incrementar la superficie de siembra y la rentabilidad.

Esta plataforma MasAgro forma parte de la red del Hub Pacífico Norte, interacciona y se retroalimenta con información de los módulos y áreas de extensión en campos de los productores que trabajan con prácticas basadas en AC. Así mismo, es el centro de entrenamiento y capacitación para técnicos y

también se utiliza como apoyo en la extensión y difusión de la tecnología entre los productores y demás actores de la cadena.

En la plataforma experimental Valle del Mayo (Semay), se realizó un evento masivo de campo el 3 de abril de 2014, denominado “Día del Agricultor 2014”, al que asistieron un total de 295 personas: 116 agricultores (39%), 84 técnicos (28.5%) y 64 estudiantes (21.7%), entre otros. Ahí se dieron a conocer los avances de los resultados obtenidos en el sistema de Agricultura de Conservación en esta plataforma.

De igual forma, el 7 de mayo se atendió a un grupo de 20 personas de diferentes países (Becarios CIMMYT) con el fin de conocer los trabajos que se realizan en la plataforma, así como la maquinaria disponible para trabajar en AC.



**DÍA DEL AGRICULTOR 2014.**

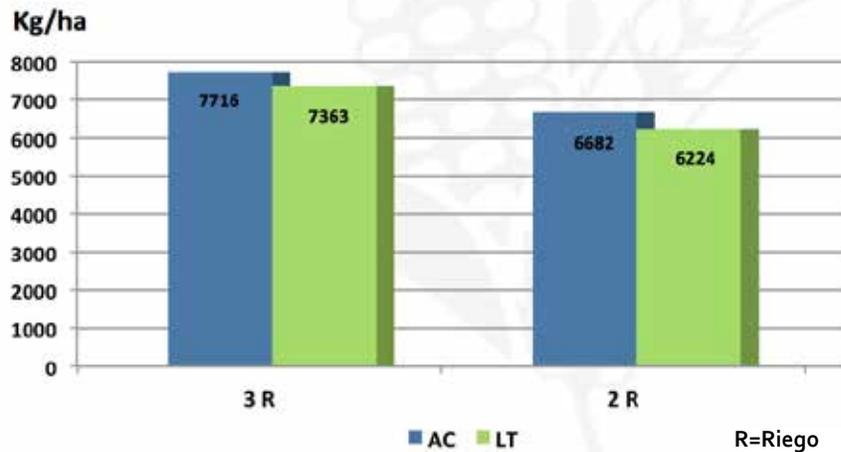


**RECORRIDO por módulos de productores.**

## RESULTADOS

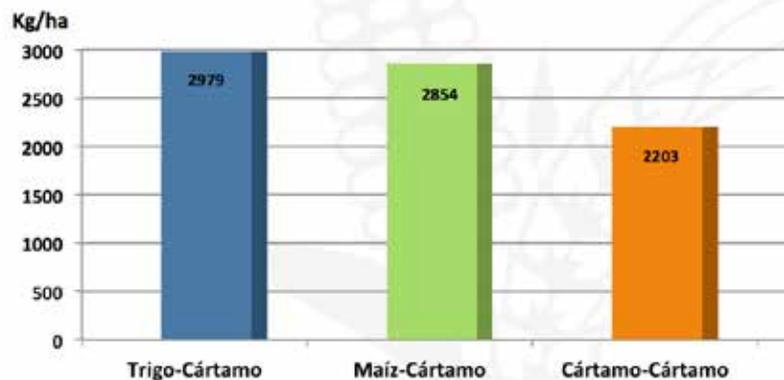
Bajo el sistema de AC se obtuvo el mayor rendimiento de grano de trigo con 7,716 kg/ha<sup>1</sup>, superando en 4.8 por ciento al método de labranza tradicional; igualmente, quedaron de manifiesto las bondades y ventajas del sistema, cuando en años críticos por sequía se reducen de tres a dos riegos de auxilio, en donde el rendimiento de trigo fue mayor en AC (figura 1).

Figura 1. Rendimiento de trigo por sistema con 2 y 3 riegos de auxilio.  
OI 2012-2013



En la figura 2 se presentan los rendimientos de cártamo con las diferentes rotaciones. Se aprecia que la rotación trigo-cártamo registró la mayor producción con 2,979 kg/ha<sup>1</sup>, superando a la secuencia maíz-cártamo y cártamo-cártamo en 4.4 y 35.2 por ciento, respectivamente. Aquí se cumplen los principios de AC, en el sentido de las ventajas de la rotación diversificada comparada con el monocultivo y también la importancia de dejar los residuos del cultivo sobre la superficie, sobre todo cuando se reducen los riegos de auxilio.

Figura 2. Rendimiento de cártamo en AC por rotación  
OI 2012-2013



PLANES A FUTURO:

EN ESTA PLATAFORMA SE PRETENDE TRABAJAR EN EL FUTURO CON RIEGOS PRESURIZADOS Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA. AC

# HUB MEETINGS: *definiendo y afinando el hub*

Horacio Rodríguez y Matthew Thornton

Fotografías: Archivo CIMMYT

**E**l término hub se utiliza en diferentes contextos. En la informática, por ejemplo, un hub es un punto de conexión central que permite enlazar varios equipos, lo que aumenta la velocidad de trabajo y la efectividad en la transmisión de la información. Así, varias computadoras en distintos lugares pueden compartir la misma información y aumentar su velocidad de procesamiento si están interconectadas a través de un hub.

En el transporte aéreo, un hub es un aeropuerto con una ubicación estratégica donde se ubican las principales oficinas, servicios y operaciones logísticas de una aerolínea, lo que lo convierte en el principal centro de conexión del que salen y al que llega la mayoría de los vuelos.

En inglés, la palabra hub significa “el punto donde se apoya y gira el eje de una máquina, un automóvil o una bicicleta”; en español, este concepto se traduce como “bujes”. Puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro de metal o un conjunto muy elaborado de componentes que forman un punto de unión. Un hub también es el punto central de apoyo de una rueda, lo que hace posible que ésta gire.

## ¿QUÉ ES UN HUB MasAgro?

En línea con las definiciones anteriores, los hubs o nodos de innovación tecnológica de MasAgro son espacios para el encuentro y el intercambio de conocimientos, tecnología e información que promueven la interacción entre diferentes actores de la cadena agroalimentaria (agricultores, técnicos, científicos, iniciativa privada, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas públicas, financieras, proveedores de maquinaria e insumos y autoridades de los diferentes niveles de gobierno) para fomentar el trabajo en equipo y producir impactos significativos.

Los hubs conciben a las diferentes zonas agroecológicas del país desde una perspectiva amplia, más allá del espacio físico y de las actividades agrícolas. Son resultado de la interacción y la puesta en común de conocimientos, información, tecnologías, prácticas agrícolas e instrumentos de política por parte de los diferentes actores involucrados en la cadena agroalimentaria, tanto en zonas rurales como urbanas.

De este punto central se derivan todas las acciones y se crea el potencial de expansión de la tecnología hacia otras zonas donde se practica un sistema agronómico similar.



**BRAM GOVAERTS** en el *hub meeting* en Chiapas 2013.

En síntesis, los hubs son un sistema de redes colaborativas para la investigación, experimentación, validación, divulgación y adopción de innovaciones tecnológicas para facilitar la difusión de mejoras en las prácticas agrícolas, en que el agricultor es el principal promotor, a través del trabajo con técnicos, científicos, universidades, iniciativa privada, prensa y funcionarios gubernamentales. Los hubs MasAgro dan especial relevancia al contexto y a los actores locales, promoviendo un enfoque territorial delimitado con base en las zonas agroecológicas y los sistemas productivos locales.<sup>1</sup>

### **EL HUB, MÁS ALLÁ DE LA ESTRUCTURA FÍSICA**

Cada hub toma forma y función propia de acuerdo con la realidad creada por la combinación de su comunidad de colaboradores. Esa realidad se basa en las políticas de las instituciones públicas activas en el hub y en la participación de productores con sus experiencias y realidades individuales, así como en el enfoque de investigadores y los intereses/requerimientos del sector privado. En ese sentido, cada hub es un reflejo de la suma de sus partes, de la conciencia de cada colaborador de su función dentro de una visión compartida del propósito del hub.

Para un hub en formación, el papel de cada colaborador es más sencillo. La gerencia se dedica a reconocer elementos de los sistemas de producción con sus

limitaciones y oportunidades. Hay una inversión significativa en divulgación de las metas del programa y un constante esfuerzo para conocer las actividades, capacidades e intereses de los actores en la cadena de producción. El trabajo consiste en establecer protocolos de investigación, identificar productores líderes con quienes establecer módulos, diagnósticos de sistemas de producción, registros, monitoreo y reporte de actividades. La fase de formación de un hub consiste en una serie de actividades que requieren largas horas en autopistas, parcelas de producción, salas de espera, ferias, simposios y reuniones.

### **LA DEFINICIÓN DEL HUB NUNCA TERMINA**

A pesar del gran esfuerzo para arrancar operaciones en un hub, la labor apenas comienza allí. El proceso de definición y afinación de la misión, el propósito y operación de cada hub es un proceso que nunca termina. Cada cambio, sea de política pública, por la aparición de nuevas enfermedades o plagas significativas, en los mercados internacionales o por la llegada de nuevas variedades o herramientas, requiere una respuesta. Cada problema, cada aprendizaje y cada innovación tienen su efecto secundario. Se puede decir que la innovación da vida no solo a nuevas oportunidades, sino también a nuevos retos. En cada simposio de gerencia e innovación, el ponente, casi por obligación, presenta el caso de los caracteres chinos que representan el concepto “crisis”.

<sup>1</sup> Una zona agroecológica es aquella región que se caracteriza por la similitud de su clima y suelo. Los sistemas de producción son el conjunto de objetos unidos entre sí con un fin común, en el caso de MasAgro, las actividades e insumos para producir maíz, trigo y cultivos asociados.

Se compone de dos símbolos: “wei” y “ji”. “Wei” se traduce como “peligro” y “ji” significa “oportunidad” o punto de partida. El mensaje de los gurús de gerencia es claro. Tenemos la oportunidad de elegir: nos quedamos estancados con nuestros problemas y limitaciones o los tomamos como oportunidades e innovamos. El hub es el modelo de innovación que MasAgro propone para facilitar el proceso de reconocer limitaciones e innovar. Es un intento de engranar los recursos de un sistema de producción en un esfuerzo conjunto para definir nuestras limitaciones y oportunidades para el bien de todos.

### **EL PAPEL DEL HUB MEETING PARA AFINAR EL HUB**

El *hub meeting* (reunión del nodo de innovación) es una herramienta que MasAgro ha empleado para lograr varios propósitos: evaluación, solicitud de insumos, divulgación, validación de la visión conjunta del hub, planeación de actividades para el año entrante, definición de retos y oportunidades e intercambio de experiencias y aprendizaje. Como la operación de cada hub, es un reflejo de un ambiente creado por la combinación de colaboradores, ambiente político y el entorno socioeconómico, entre otros factores, la reunión del nodo de innovación tiende a tomar una forma particular al hub donde se realiza.



**REUNIÓN** del Hub Oaxaca.

principal, el Hub Chiapas tiene un fuerte concepto común de la misión compartida por los colaboradores del hub y una identidad compartida de Hub Chiapas.

Una serie de foros de discusión, incluyendo a colaboradores principales de tres estados del Hub Bajío (Sistemas de Cereal Grano Pequeño, Maíz, y Cultivos Asociados Escala Intermedia en Bajío) sirvió para definir las necesidades de investigación y coordinar los



**REUNIÓN** del Hub Bajío en Jalisco.



**ACTIVIDADES** *hub meeting* en Chiapas 2013.

recursos entre entes de investigación activos en el Bajío. La reunión sirvió como encuentro entre el Hub Bajío y el secretario de Agricultura del estado de Guanajuato, relación que dio luz al actual programa de MasAgro Guanajuato, donde el modelo de innovación MasAgro se volvió parte clave de la estrategia de innovación del gobierno del estado de Guanajuato.

Valles Altos usó su *hub meeting* en 2013 para analizar el trabajo hecho en los dos años anteriores del programa. La participación de los productores innovadores de los hubs de Valles Altos (Hub Sistemas de Maíz y Cultivos Asociados en los Valles Altos y Hub Sistemas de Cereal de Grano Pequeño y Cultivos Asociados en los Valles Altos) fue clave para un intercambio de productores, técnicos e investigadores acerca de los éxitos logrados hasta la fecha, las prioridades de investigación y una refocalización de recursos en los hubs para aumentar el impacto. El *hub meeting* fue un insumo importante en la planeación de actividades en 2014.

Como nuevo hub, el Pacífico Sur tuvo la oportunidad de mostrar el trabajo de los productores innovadores con los técnicos certificados (recién egresados). El hub expuso la investigación de las plataformas y facilitó el intercambio de experiencias de los colaboradores en un simposio de intercambio de resultados. Se aprovechó la oportunidad para dar a conocer los esfuerzos en poscosecha, el desarrollo de MasAgro

Móvil y los avances de la Bitácora Electrónica MasAgro. El simposio terminó con varios ejercicios de priorización de necesidades y planeación para el próximo año. No cabe duda de que la reunión del nodo de innovación (Hub Sistemas de Maíz y Cultivos Asociados Trópico Bajo Pacífico Sur) tuvo mucho que ver en la actual participación tan importante de la delegación local de la Sagarpa.

#### **EL HUB COMO LA SUMA DE SUS PARTES**

Esto ha sido un resumen breve y superficial de los esfuerzos hechos hasta la fecha para lograr la definición y afinar la función de cada hub por medio de las reuniones de los nodos de innovación (*hub meetings*). La misión de MasAgro es facilitar un sistema de innovación agrícola que representa lo último en información científica e investigación aplicada, que goza de una política pública bien informada, que emplea las destrezas de un cuerpo de técnicos actualizados y que se basa en la realidad, experiencia, conocimiento y habilidades de productores innovadores. Esa misión sigue de pie, pero requiere constante análisis, redefinición y frecuentes insumos de muchas personas de todas partes de la cadena de producción. Los *hub meetings* son un posible foro para lograr la afinación constante requerida por un sistema de innovación. Es un proceso que requiere los insumos de varias personas.

¿QUÉ TIENES QUE OFRECER EN TU PRÓXIMO *HUB MEETING*? **AC**

# TRACCIÓN ANIMAL

## UNA OPORTUNIDAD PARA INNOVAR

Mattias Peeters y Jelle Van Loon. CIMMYT

Fotografías e ilustración: Ángel Aguilar y Javier Vargas

**H**oy en día, la innovación sobre la maquinaria agrícola se lleva a cabo en el ámbito de la investigación de altas tecnológicas. Lamentablemente, las acciones para crear mejoras en las herramientas básicas que utilizan los pequeños agricultores, se perciben como una actividad no progresiva o no lucrativa y, por lo tanto, no se les otorga la atención necesaria. Sin embargo, si estas herramientas y equipos fueran más eficaces, ayudarían a dichos agricultores a trabajar de manera más eficiente, lo que aumentaría sus rendimientos y, posteriormente, mejoraría su calidad de vida.

Dado que este tema de investigación tiene relevancia internacional, la Unidad de Mecanización trabaja en colaboración con el departamento de ingeniería de maquinaria agrícola de la Facultad de Biociencias de la Universidad de Lovaina, en Bélgica (KULeuven). De esta manera, un mayor número de beneficiados puede alcanzarse y los estudiantes son estimulados a investigar el tema de mecanización de los pequeños agricultores en los países en desarrollo. Como resultado, un estudiante de maestría especializado en agro-tecnologías tomó este reto y ha trabajado en este tema durante el verano con la Unidad de Mecanización.

Este artículo tiene como objetivo presentar su trabajo y los avances que se han obtenido hasta ahora. Sin embargo, se tendrá que esperar hasta el próximo año, cuando termine el proyecto y el prototipo pueda ser probado en los campos mexicanos.

### LA TRACCIÓN ANIMAL ¿VOLVER AL FUTURO?

La idea de utilizar animales para las tareas en una comunidad rural comenzó entre los años 8000 y 4000 a. C. Las personas empezaron a usar el ganado no solo para la producción de leche y carne, sino también para el transporte de mercancías.

Ahora, miles de años más tarde, se sabe que 23 especies han ayudado a los agricultores de pequeña escala en sus tareas diarias (Starkey, 2010), algo que en muchos países en desarrollo todavía es una realidad cotidiana (Dijkman et al., 2003). A la población en general le parecen muy románticas las imágenes de un hombre trabajando su tierra con un burro adelante; desgraciadamente, la conexión con pobreza está siempre cerca.

¿Pero por qué investigar una técnica “pasada de moda” utilizada solo por los pequeños agricultores, cuando existen tractores modernos? Las nuevas tecnologías ofrecen mayores tasas de producción y disminuyen significativamente el trabajo fastidioso.

Lógicamente, las máquinas grandes requieren grandes inversiones, y los agricultores destinatarios no tienen los medios para comprar estos equipos ni la extensión de la tierra para justificar la compra. Una granja de una familia media (en promedio, una familia agraria de autoconsumo) en México posee alrededor de 2.9 hectáreas de tierra arable y hasta 4.0 hectáreas cuando son semicomerciales. Su ingreso anual varía entre los 17,354 pesos y los 45,330 pesos, respectivamente (FAO, 2014b). Con un ingreso de este tipo, es comprensible que el poder de inversión sea limitado.

En las regiones remotas donde la tecnología más avanzada no está disponible, los agricultores que poseen una pequeña parcela optan espontáneamente por utilizar animales de tracción en sus actividades agrícolas (Fernando y Starkey, sf). Ellos serán los primeros en beneficiarse de la mejora de los modelos.

Contrariamente a la imagen popular, la tracción animal no está pasada de moda y, sin duda, podría aliviar la presión de trabajo y un mayor uso podría introducir bienestar. Lamentablemente, para las generaciones más jóvenes esta forma tradicional de trabajar los campos no es una opción atractiva, en comparación con los tractores de lujo, a pesar de que se rediseña y aumenta la ergonomía de los modelos existentes de tracción animal.

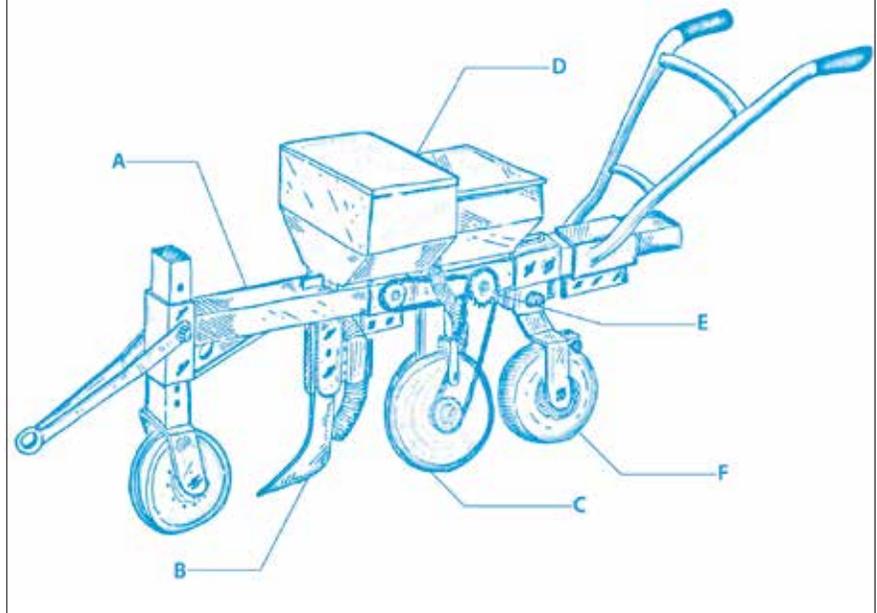
### ROMA NO SE CONSTRUYÓ EN UN DÍA

La tracción animal no es la receta perfecta o la panacea para todas las regiones. Su rica historia contiene más de 6,000 años de inventos y ajustes y, aunque muchas cosas han cambiado para ser mejores, la introducción de nuevos sistemas de agricultura presenta nuevos desafíos. La Agricultura de Conservación (AC) introduce prácticas como la labranza mínima y la cobertura permanente, dos condiciones que requieren maquinaria adaptada capaz de cortar la capa de cobertura de residuos de cosecha para permitir la siembra directa sin perturbar el suelo. Más aún, un diseño mejorado de una sembradora puede aumentar la eficiencia del uso de insumos durante el proceso de siembra (Baker *et al.*, 2006), y esto se traduce en una reducción de costos de producción. Al mismo tiempo, la aplicación de la fertilización se podría realizar en el mismo paso, y con ello se da el ahorro de tiempo y de mano de obra humana.

### DESARROLLO INNOVADOR INICIANDO CON EL AGRICULTOR

La estrategia de MasAgro, Desarrollo Sustentable con el Productor o TPF (por sus siglas en inglés), se basa en trabajar en contacto permanente y cercano con los agricultores. Antes de poder iniciar el trabajo de transferir conocimientos y tecnología

**Figura 1. Una mirada más cercana hacia las sembradoras de tracción animal**



a estos grupos de agricultores, se les consulta sobre su experiencia con diferentes implementos disponibles, y no ha sido diferente ahora con los de tracción animal. En este proceso han participado agricultores de Guanajuato, Querétaro, Puebla y Oaxaca. La mayoría de ellos ha confirmado tener dificultades para encontrar proveedores de herramientas apropiadas y mencionaron que los equipos disponibles son o demasiado complejos para calibrar o muy pesados para sus animales.

Para que la tracción animal pueda convertirse una vez más en una opción viable para el futuro, será fundamental hacer frente a estas observaciones.

Las sembradoras directas tienen una tarea simple: depositar la semilla sin la preparación previa del suelo. Para llevar esta tarea a buen fin, se requieren varias piezas, respetando las condiciones que impone la AC.

Un implemento estándar de tiro animal para la siembra se compone de las siguientes partes: una estructura de soporte o bastidor, un depósito de semillas y de fertilizantes, accesorios para el manejo de residuos, un tipo de abresurcos y, por último, las ruedas de soporte y compactación (Figura 1).

El bastidor (A) conecta todas las partes funcionales y es la parte más pesada del implemento. El ajuste de la altura del mango sería un ejemplo de cómo mejorar la ergonomía pensando en los usuarios. Lo mismo sucede con el enganche del arnés del animal, ya que influye en la profundidad de trabajo.

Los abresurcos (B) crean, como su nombre indica, una línea de apertura en el surco, donde más tarde se depositarán la semilla y el fertilizante. El principio de AC de la perturbación mínima del suelo entra en juego aquí y, por lo tanto, debe ser

seleccionado un abridor que permita la deposición de semillas y que reduzca al mínimo la perturbación del suelo. Discos cortadores, cinceles, T invertidas y los discos dobles en una amplia selección de formas y tamaños completan los acoplamientos inferiores del bastidor y forman parte de las piezas que interactúan con el suelo (C).

Para estos acoplamientos, la versatilidad es importante: las piezas deben ser ajustables en posición e intercambiables para adecuarse al tipo de suelo, el cual puede cambiar drásticamente de una región a otra. De hecho, en las regiones áridas, por lo general las semillas tendrán que ser depositadas mucho más profundo para una buena germinación, ya que la humedad necesaria se encuentra a mayor profundidad, en comparación con las regiones húmedas. Es así que el agricultor tiene que ser capaz de modificar la configuración de los accesorios de acuerdo con las condiciones de producción.

Dos diferentes sistemas de dosificación (D) dispensan semilla y fertilizante granular. Las semillas, por lo general de maíz, frijol y garbanzo, entre otras, se colocan en un disco giratorio y se depositan en el suelo mediante el tubo de semillas. El fertilizante se dispensa normalmente de manera continua ('en chorro') a través del movimiento de un rodillo acanalado o un sinfín. Es importante que estos sistemas mantengan su precisión cuando se trabaja en el campo. Esto no siempre es tan fácil como parece, ya que las rocas, la aceleración variable de los animales y los frecuentes golpes pueden causar que los sistemas dispensadores no se llenen adecuadamente y, en consecuencia, se genere una reducción de la precisión de deposición.

El sistema de tracción (E) se construye a partir de engranes y una cadena, y forma una conexión entre una rueda o disco en contacto con el suelo para accionar los sistemas dosificadores de semillas y fertilizantes. Cambiando la combinación de engranes, la tasa de aplicación puede ser modificada. Un embrague para desactivar la aplicación entre dos hileras o durante el transporte puede ahorrar una cantidad significativa de semilla o de fertilizante. La necesidad de aplicar una fuerza mayor para poder accionar el sistema de dosificación, puede causar que las ruedas se deslicen, lo que reduce una vez más la densidad teórica de semillas o de fertilizante calibrados.

Finalmente, la rueda compactadora (F) cierra la apertura de deposición y crea el contacto suelo-semilla necesario para estimular la germinación.

Actualmente, alrededor de 20 diferentes sembradoras-fertilizadoras e implementos similares están disponibles comercialmente a nivel mundial (FAO, 2014). En México, sin embargo, los agricultores generalmente tienen acceso solo a cuatro opciones diferentes o menos.

### PONIENDO A PRUEBA

Cuatro diferentes modelos de tracción animal que representan la maquinaria disponible para los agricultores de pequeña y mediana escala se compararon y se llevaron a cabo varias pruebas para evaluar los diferentes componentes de cada uno.

### LOS COMPETIDORES

El Mafrense fue producido en Mafre, Brasil (NS Mafrense Ltda., 2014). De los cuatro implementos es el que tiene más años en el campo. Como tal, no está completamente adaptado a las necesidades de la AC. Una mayor estabilidad es generada por las dos ruedas de tracción y éstas facilitan su operación. No obstante, la falta de un disco cortador hace casi imposible la siembra directa sobre el rastrojo. Con un bastidor de acero y contenedores de semillas y fertilizantes de plástico, los costos



**Tabla 1. Los resultados de la prueba comparativa de precisión de cuatro implementos de tracción animal sembradoras-fertilizadoras.**

Precisión	Knapik	SDB	Mafrense	Fitarelli
Calibración de semilla (baja-alta) (#)	144-454	138-264	269-381	93-121
Desviación de la calibración teórica (baja-alta) (#)	+/- 9 - +/- 12	+/- 2.4 - +/- 69	+/- 6 - +/- 0.6	+/- 9 - +/- 8
Calibración de fertilizantes (baja-alta) ‡ (g)	408 - 1932	819 - 2194	128 - 2449	297 - 1363
Desviación de la calibración teórica (baja-alta) (#) (g)	+/- 25 - +/- 344	+/- 37 - +/- 58	+/- 1.8 - +/- 21	+/- 23.1 - +/- 19.1
*‡ relevante hasta 1,000 g				

de producción de implemento son aún bajos y el peso es limitado. Un cincel pequeño para el fertilizante y uno más amplio para la deposición de semillas son, junto con las dobles ruedas compactadoras, los acoplamientos en contacto directo con el suelo. A pesar de su antigüedad, las características robustas y su sencillez en general hacen que este implemento siga siendo un competidor interesante en la categoría de sembradoras de tracción animal.

Sembradoras del Bajío (SDB) produjo una sembradora directa de peso pesado de 100 kg, el modelo LC-01-M, basándose en los componentes utilizados para su maquinaria más grande (Sembradoras del Bajío, 2014). El disco cortador curvado impulsa los dispensadores o sistemas de dosificación. El fertilizante se deposita en la pequeña abertura creada por las curvas y se incorpora en el suelo por el disco doble. La semilla cae en la abertura realizada por los discos dobles. Una sola rueda compactadora la cierra otra vez y controla la profundidad de siembra. Es el único competidor producido en México (Guanajuato), un plus que facilita la adquisición de piezas y soluciona muchas cuestiones de distribución.

El tercero es la versión Fitarelli, la marca conocida y famosa por sus prometedoras sembradoras manuales (Fitarelli, 2014), con mucho, la más sencilla. El disco cortador frontal se encarga de los residuos y el rastreo, un cincel deposita tanto las semillas como el fertilizante y la rueda compactadora genera la tracción necesaria. Los contenedores de plástico y su edición minimalista resultan en un peso total de solo 46 kg.

La sembradora directa producida por Knapik (2014) es la más reciente de las cuatro. Una rueda delante del disco cortador y dos ruedas

secundarias montables ayudan mucho durante el transporte. Un cincel abre el surco para la deposición de fertilizantes, seguido por un doble disco que, al igual que el implemento "Sembradora del Bajío", incorpora el fertilizante y la semilla. Las ruedas dobles de compactación determinan la profundidad de siembra y generan la tracción. La flexibilidad y adaptabilidad de sus componentes hacen que sea otro jugador fuerte en la selección actual.

## LOS DESAFÍOS

### PRECISIÓN EN CAMPO

Prueba: En un recorrido de 50 metros en campo se midió la deposición de la semilla y el fertilizante para comparar la precisión y eficiencia de los diferentes sistemas de dosificación en campo. Los insumos se recogieron en bolsas pequeñas. La prueba se realizó calibrando los dosificadores en las posiciones más bajas y más altas posibles. Los resultados se pueden ver en la tabla 1.

A partir de los resultados de la tabla 1 se puede concluir que la Mafrense es la máquina más precisa. De hecho, los sistemas de dosificación muestran menos desviaciones de su posición calibrada tanto en deposición de semillas como de fertilizantes. El Knapik, sin embargo, permite el rango más amplio de deposición de semillas, dando al operador una mayor flexibilidad en la regulación de densidad de plantas.

### PERTURBACIÓN DEL SUELO

Prueba: Moldes de yeso del surco después del proceso de siembra muestran la cantidad de suelo que ha sido perturbado. En otras palabras, esta prueba evalúa el impacto de cada abresurco. Escaneando los moldes con un escáner 3D se puede calcular el volumen de la tierra removida. Dado que los resultados del análisis 3D de los moldes se están procesando, todavía no se pueden proporcionar los resultados finales. Sin embargo, los resultados preliminares indican que la Knapik causa la menor perturbación, seguida de la SDB.



**PROCESO PARA OBTENER moldes de la abertura en el surco**

#### CONTACTO SUELO-SEMILLA

Prueba: Después de que el surco se ha abierto y la rueda compactadora pasa encima de la semilla depositada, un anillo de acero con volumen conocido se utiliza para tomar un muestreo del suelo. La rueda compactadora tiene como objetivo cerrar la apertura de nuevo, lo que proporciona el correcto contacto de la semilla con el suelo para obtener resultados óptimos de germinación. Obviamente, la densidad óptima del suelo varía entre los cultivos y se ve influenciada por su textura, pero para una referencia rápida, como regla de oro se utiliza una densidad

**Tabla 2. Densidades del suelo medidos antes y después del paso de los implementos de tracción animal.**

Densidad	Knapik	Mafrense	SDB	Fitarelli
Antes (kg/m <sup>3</sup> )	1599			
Después (kg/m <sup>3</sup> )	1613	1585	1504	1134

virtual, que contiene 2 partes de suelo, 1 parte de agua y 1 parte de aire. Si se asume una densidad de 2,7 g/cm<sup>3</sup> para la sustancia del suelo y 1 g/cm<sup>3</sup> de agua, este suelo virtual tiene en promedio una densidad de 1,550 kg/m<sup>3</sup> (USDA, 2008). Ahora, para la prueba, se midió la densidad antes del movimiento, y se midió de nuevo después de pasar con el implemento, incluyendo la rueda de compactación.

Se registró una densidad inicial de 1,599 kg/m<sup>3</sup>. Cada implemento abrió una línea de siembra y el suelo se compactó después del paso, con resultados variables. Como la densidad de partida se acerca lo suficiente a la densidad “óptima” de nuestro suelo virtual, en esta evaluación el modelo que genera la menor diferencia respecto a la densidad original se supone que es menos invasivo y, por lo tanto, preferible.

En la tabla 2 se puede observar que esta prueba no es concluyente, ya que tanto el Knapik como el modelo Mafrense crean la misma diferencia en la densidad del suelo después del paso, y es evidente que el peso de estos implementos ayudó a producir este efecto. Cabe mencionar que es peligroso hacer conclusiones firmes a partir de esta prueba ya que, como se señaló antes, la condición ideal del suelo depende en gran medida de la textura y de las semillas por sembrar (Murray *et al.*, 2006; USDA, 2008). Sin embargo, uno puede ver que la solidez o, por el contrario, un peso ligero, pueden tener una influencia mucho más allá de la operabilidad e incluso ejercer efectos sobre los procesos biofísicos, como la germinación de semillas.

#### TIEMPO

En las primeras pruebas se realizaron experimentos, principalmente con respecto a la tierra, aquí el tiempo de operación real se pone a prueba como un indicador de la facilidad de uso u operabilidad.

Prueba: Se evaluó la practicidad midiendo la fatiga causada en un humano por tirar el implemento, ya que las personas tienden a cansarse más rápido que un “entrenado” animal de tiro. Como tal, en esta prueba el implemento fue tirado a lo largo de 40 metros y el esfuerzo de un ser humano se registró mediante un monitor de ritmo cardíaco (como muestra la imagen). Los resultados se presentan en la tabla 3.



**Tabla 3. Tiempo necesario y el esfuerzo sufrido por un humano al tirar un implemento de tracción animal.**

Tracción humana	Knapik	SDB	Mafrense	Fitarelli
Tiempo	1'10"	40"	1'58"	35"
Ritmo cardíaco promedio (BPM)	132	130	125	136

En una segunda prueba, las diferentes máquinas fueron tiradas por un caballo y se registró el tiempo necesario para sembrar cuatro líneas. Debido a que esta prueba se realizó en un campo con una gran cantidad de rastrojo, era imposible trabajar con la Mafrense por la falta de discos cortadores, por lo que fue descalificado y exento de la prueba. Los resultados se pueden encontrar en la tabla 4, los cuales indican que la Sembradora del Bajío por lo general trabajó más rápido en línea recta, el resto quedó atrás por poco. La Fitarelli sobresale por tener la edición más práctica en términos de dar las vueltas al fin del surco.

**Tabla 4. Velocidades de trabajo y tiempo de vuelta registradas por varias sembradoras-fertilizadoras de tiro animal.**

Tracción animal	Knapik	SDB	Fitarelli
Velocidad promedio de trabajo (s/m)	0.78	0.74	0.79
Tiempo promedio por vuelta	20"	1'22"	17"

## CONCLUSIÓN. LO MEJOR ESTÁ POR VENIR

Todos los implementos probados tienen un aspecto ganador en al menos una de las pruebas. Así que decir que uno es el mejor o el peor, no sería justo, pues cada uno tiene sus fallas también. Más bien, el resultado más importante de estas evaluaciones es que todavía hay mucho margen de mejora. El objetivo final es incorporar las características benéficas de cada implemento en una versión revisada; un nuevo diseño que tome en cuenta pros y contras de los implementos examinados. Se elaborará un híbrido que combine el sistema dosificador robusto de la Mafrense con los abresurcos de la Knapik, la estabilidad de la Sembradora del Bajío y el minimalismo de la Fitarelli, con el objetivo de mejorar los resultados generales en todas las pruebas en campo.

## AÚN MÁS ALLÁ

Un implemento mejorado es solo un primer paso en el proceso hacia una revalorización. El siguiente paso es aumentar la disponibilidad, que consta de dos partes: trabajar con proveedores, talleres de herrería y fábricas para ofrecer el nuevo diseño a precios razonables, e informar a los agricultores acerca de estas nuevas herramientas que les facilitarán las prácticas agrícolas sostenibles sin la necesidad de costos altos. En pocas palabras, los agricultores deben tener la oportunidad de pagar el implemento y adquirirlo localmente. Este es el poder de MasAgro: hacer esto realidad, con pequeños pasos, uno por uno. **AC**

### Referencias

- Baker, C.J., Saxton, K.E., Ritchie, W.R., Chamen, W.C.T., Reicosky, D.C., Ribeiro, F., Justicia, S.E. y Hobbs, P.R. (2006). Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Segunda edición (Baker, C.J. y Saxton, K.E. (eds.). La FAO y CAB Internacional.
- Cortés A. y Van Loon J. (2014). La Juventud: Una esperanza para la Agricultura en México. Enlace 21. CIMMYT.
- Dijkman, J., Gebrewold, A. y Pearson, R.A. (1999). Uso multipropósito de animales de trabajo en los sistemas agrícolas de pequeños agricultores. En: Capacitar a los agricultores con la tracción animal. Actas del taller de la Red de Tracción Animal para África Oriental y Meridional. (2000). Kaumbutho P.G., Pearson R.A. y Simalenga T.E. (eds.). ATNESA.
- FAO. (2014a). Conservación de la tecnología de la agricultura y modelos. Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas. [http://goo.gl/aUvw2P consultado el 11/07/2014].
- FAO. (2014b). Observatorio de la Agricultura Familiar: Agricultura Familiar en México. Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. [http://goo.gl/MnRRCo consultado el 11/06/2014].
- FAOSTAT. (2014). Población, FAO, disponible en: [http://goo.gl/xKUoyz consultado el 11.07.2014]
- Fernando, P. y Starkey, P. Burros y desarrollo: aspectos socio-económicos del uso del burro en África. En: Burros, las personas y el desarrollo. Un libro de recursos de la Red de Tracción Animal para África Oriental y Meridional (ATNESA). Starkey P y D Fielding (eds.) CTA.
- Fitarelli. (2014). Plantadeira Tracção animal 1 Linha com Cabacalho Curto com Roda Dianteira. [http://goo.gl/XXqG6X consultado sobre 30/10/2014].
- Giller, K.E., Witter, E., Corbeels, M. y Tittonell, P. (2009). La agricultura de conservación y la agricultura en pequeña escala en África: La opinión de los herejes. Cultivos de Campo de investigación 114 (1), 23-34.
- Knapik. (2014). Plantadeira tração párrafo 1 linha animais. [http://goo.gl/GNKfll consultado el 07/11/2014]
- Murray, J. R., Tullberg, J. N., y Basnet, B. B. (2006). Planters and their Components: Types, attributes, functional requirements, classification and description. ACIAR Monograph No. 121.
- NS Mafrense Ltda. (2014). Plantadeiras. [http://goo.gl/uUJ8fX consultado el 06/11/2014]
- Starkey, P. (2010). Ganadería para la tracción: tendencias mundiales, las cuestiones clave e implicaciones de política. Un documento de antecedentes preparado para la Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector (AGAL), Producción y Sanidad Animal, la Alimentación y la Agricultura. [http://goo.gl/Hh3YXe consultado el 11/05/2014]
- Sembradoras del Bajío. (2014). MODELO LC-01-M. [http://goo.gl/n2TSUk consultado el 05/11/2014]
- USDA. 2008. Soil Quality Indicators–Bulk Density. USDA Natural Resources Conservation Services. [http://goo.gl/q3Apkq consultado el 18/11/2014]

# Uso de sensores ópticos

## PARA LA FERTILIZACIÓN DE TRIGO: AVANCE A PASO RÁPIDO Y SEGURO EN MEXICALI

Jesús Santillano Cázares. Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California  
Iván Ortiz-Monasterio, María Elena Cárdenas. CIMMYT

El cultivo al que se dedica la mayoría de la superficie agrícola en el valle de Mexicali, B. C., México, es el trigo, con alrededor de 85 mil hectáreas sembradas al año, con un valor de la producción cercano a los dos mil millones de pesos anuales y ofreciendo empleo para casi cuatro mil personas (Fundación Produce B. C., 2013).

Está claro, entonces, que la producción de trigo en la región tiene importancia económica, política y social. A pesar de esto, los productores de trigo, dos meses después del término de las trillas, siguen manifestando su inconformidad ante autoridades gubernamentales por los bajos márgenes de ganancia y luchando para que se incremente el precio que recibirán por su producto.

La opción de bajar los costos de producción parece alcanzable para lograr incrementar la utilidad para los agricultores. Análisis financieros de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) y el Banco de México proyectan que el costo del cultivo de trigo en el valle de Mexicali será de 1,700 dólares para el próximo ciclo (2014-2015) (comunicación personal del ingeniero Lorenzo García Romo, Residencia Estatal de FIRA en Baja California). La fertilización representa el insumo individual más costoso de la producción, con un 30% del total de los costos.

Según FIRA (2014), la producción de trigo en la entidad es ineficiente y, por ello, poco rentable. Ortiz-Monasterio *et al.* (2007) ya habían reportado resultados muy similares para el Valle del Yaqui, en el sur de Sonora. Posteriormente, Santillano *et al.* (2013) indicaron que los máximos rendimientos de trigo en Mexicali podían ser alcanzados utilizando casi 70 kg/ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (N) menos al utilizar la tecnología de uso de sensores ópticos (GreenSeeker™), comparado con la práctica tradicional de los productores. Es decir, la solución a la problemática que enfrentan los productores de trigo en Mexicali podría aliviarse mediante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

El manejo de la fertilización nitrogenada (N) por los productores tradicionales consiste en la aplicación de dosis fijas y que son independientes del potencial de rendimiento del cultivo. La tecnología del uso de sensores, por el contrario, realiza recomendaciones de fertilizante para cada campo y año específicos, y depende del potencial de rendimiento del cultivo para cada lote y año específico. Esta tecnología parte del principio de que existe una alta variabilidad en la disponibilidad del N en el suelo para la nutrición de los cultivos, tanto de un lote a otro, como de un año a otro (Girma *et al.* 2007). Para llegar a generar recomendaciones de fertilizante derivadas de la tecnología de sensores a nivel comercial en una región determinada (fase de transferencia de tecnología), es necesario primero desarrollar dos fases: la de calibración y la de validación.

La fase de calibración tiene por objetivo obtener un modelo de predicción para estimar cuál será el rendimiento de trigo, desde una fase temprana del desarrollo del cultivo. En la fase de validación se identifican productores cooperantes para que apliquen la dosis recomendada por la tecnología del sensor, en superficies de dos a tres hectáreas y el resto del lote se fertiliza de acuerdo con la práctica usual del productor. En la fase de transferencia de tecnología se identifican productores, normalmente los que ya han probado y conocen la tecnología del GreenSeeker™, y se fertilizan los lotes completos siguiendo la recomendación derivada de la tecnología de uso de sensores.

El objetivo de esta publicación es presentar los resultados de experimentos de calibración y de validación y transferencia de tecnología de uso de sensores para la fertilización de trigo en el valle de Mexicali, conducidos en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en colaboración con MasAgro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### EXPERIMENTOS DE CALIBRACIÓN

- Desde el ciclo 2010-2011 hasta el pasado ciclo 2013-2014, en varias localidades del valle de Mexicali se han establecido experimentos de calibración con productores cooperantes y en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC.
- Los tratamientos consistieron en dosis de fertilizante N, desde cero hasta 420 kg N/ha<sup>-1</sup>, en incrementos de 60, para un total de ocho tratamientos.
- La fuente de fertilizante N fue urea.
- El tamaño de las parcelas fue de 6 m<sup>2</sup>.
- El manejo agronómico del cultivo se hizo de acuerdo con las prácticas comunes locales: siembra en plano utilizando sembradoras de granos pequeños (drilla); una densidad de siembra de 150-200 kg/ha<sup>-1</sup> de semilla certificada de variedades para planificación (duros) y para la elaboración de pastas (cristalinos); aplicación de 60-80 unidades de P20 por ciclo, utilizando MAP (11-52-00); se aplicó un riego de germinación más cuatro o cinco de auxilio; combate de malezas de hoja ancha y de plagas.
- Los diagnósticos con el sensor (GreenSeeker™) se realizaron entre las etapas de inicio del encañe (3.1-3.2 de la escala de Zadoks).
- Las variables de interés fueron NDVI, que fue transformado a INSEY (estimación del rendimiento en la temporada) y el rendimiento de grano con un 12% de humedad. Utilizando la herramienta estadística de ajuste de modelos para obtener una ecuación de predicción del rendimiento, con base en el INSEY.

### EXPERIMENTOS DE VALIDACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

- Se establecieron franjas ricas en cada lote comercial, en campos de productores cooperantes.
- La dosis aplicada fue de 250 a 350 kg N/ha<sup>-1</sup>.
- Las aplicaciones comerciales de los productores de

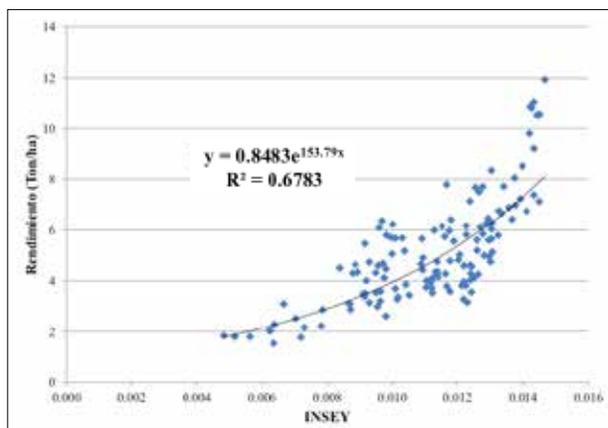
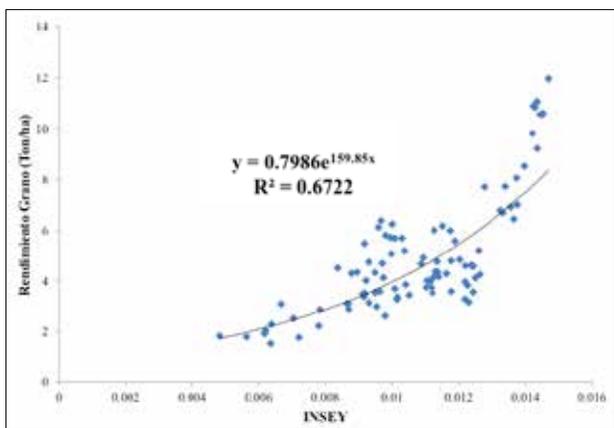
trigo en el valle de Mexicali coinciden con estas dosis.

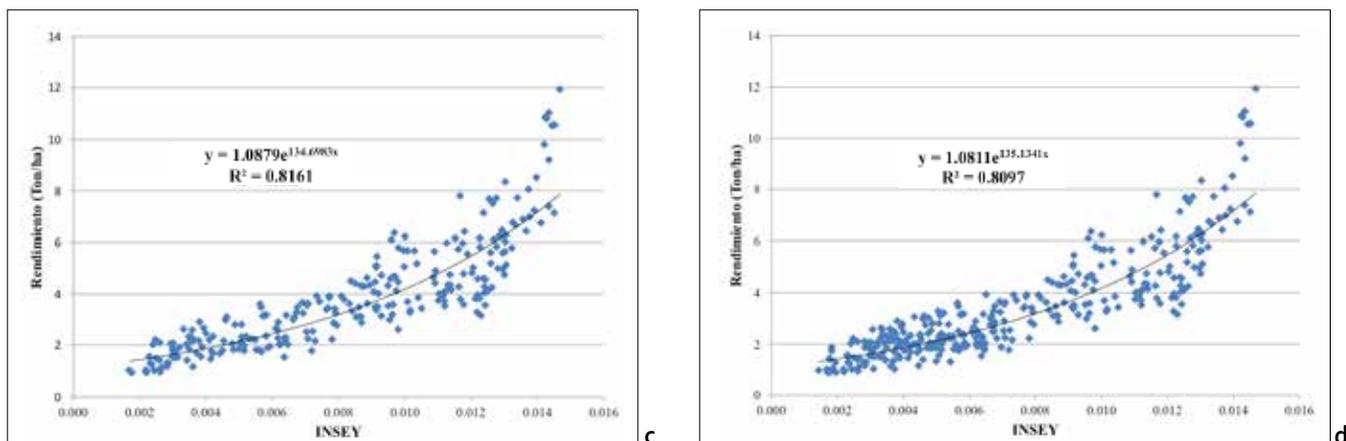
- El diagnóstico con el sensor y la recomendación de la fertilización se realizó justo antes del segundo riego de auxilio.
- La dosis recomendada por el sensor se aplicó solamente en el área del sensor en superficies de dos a tres hectáreas en el segundo riego de auxilio, mientras que el productor aplicó en el área del productor sus dosis acostumbradas a lo largo del ciclo, a través de los riegos.
- En la cosecha se compararon los rendimientos obtenidos y las dosis de fertilizantes empleadas en el área del sensor y en el área del productor con el objetivo de validar si la recomendación de fertilizante permitió lograr los máximos rendimientos posibles y establecer diferencias en la fertilización en el área del sensor y en el área del productor.
- En la transferencia de tecnología, los lotes completos de los productores fueron fertilizados de acuerdo con la recomendación del sensor.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN EXPERIMENTOS DE CALIBRACIÓN

En la figura 1 se muestran las diferentes versiones de los modelos de predicción del rendimiento obtenidos a través del tiempo.

El primer modelo careció de observaciones en ambos extremos de la curva, concentrándose la mayoría de las observaciones hacia el segmento de rendimientos medios de 5-6 t ha<sup>-1</sup>, con una R<sup>2</sup> de 0.67. El segundo modelo careció de observaciones en el sector de bajos rendimientos y bajos valores de INSEY; el valor de la R<sup>2</sup> fue de 0.68. El segundo modelo se fortaleció con respecto del anterior, en virtud de que el nuevo modelo incluyó observaciones en el segmento que carecía el anterior; el valor de la R<sup>2</sup> fue de 0.82. El más reciente modelo de predicción cambió poco con respecto del anterior, al agregarse observaciones al segmento de bajos rendimientos y bajos valores de INSEY, la R<sup>2</sup> fue de 0.81. No existió ninguna diferencia en cuanto a los





**FIGURA 1. MODELOS DE PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO** en función de la estimación del rendimiento durante la temporada (INSEY), en el valle de Mexicali, B. C., México. a. Al término del ciclo 2010-11 (cuatro lotes en un ciclo); b. Al término del ciclo 2011-12 (seis lotes en dos ciclos); c. Al término del ciclo 2012-13 (doce lotes en tres ciclos); d. Al término del ciclo 2013-14 (dieciséis lotes en cuatro ciclos).

rendimientos predichos por las últimas dos versiones del modelo y el ajuste de la curva de regresión permaneció prácticamente igual, con una  $R^2 = 0.82$  y  $0.81$ , respectivamente.

### EXPERIMENTOS DE VALIDACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

En el cuadro 1 se muestran los resultados de los experimentos de validación y de transferencia de tecnología. Después de tres ciclos de validación y transferencia de tecnología es posible establecer que la fertilización promedio por productores de  $300 \text{ kg N/ha}^{-1}$ , que la fertilización derivada de la recomendación del GreenSeeker™ fue de  $235 \text{ kg N/ha}^{-1}$ , que la diferencia entre éstas fue de  $65 \text{ kg N/ha}^{-1}$ , mientras que los rendimientos han sido prácticamente iguales, con un promedio de  $6.7 \text{ t/ha}^{-1}$ , rendimiento similar al reportado a nivel de la producción en el valle de Mexicali en los últimos años, de  $6.5 \text{ t/ha}^{-1}$ .

### CONCLUSIONES

A partir de los resultados de los experimentos de validación y transferencia de tecnología se concluye que, mientras que los rendimientos obtenidos por los productores con su manejo tradicional son prácticamente iguales que los obtenidos siguiendo la recomendación del sensor, los productores están utilizando  $65 \text{ kg N/ha}^{-1}$  más que lo aplicado, siguiendo la recomendación de la tecnología de uso de sensores.

Estos resultados permiten también confirmar la funcionalidad de los modelos de predicción del rendimiento que se han utilizado para generar estas recomendaciones óptimas de fertilizante. Con base en estos resultados se concluye que el uso del GreenSeeker™ tiene el potencial de convertirse en una herramienta que se integre al paquete tecnológico oficial para el manejo de la fertilización de trigo en el valle de Mexicali y que podría estar próxima su adopción generalizada en la región. **AC**

**Cuadro 1. Resultados de experimentos de validación y transferencia de tecnología de uso de sensores para la fertilización de trigo en el valle de Mexicali, B.C., México, desde el ciclo 2011-2012 hasta el ciclo 2013-2014.**

Ciclo	Lotes de validación/ Transferencia de tecnología†	Superficie en validación/ Transferencia de tecnología (ha)	Fertilización del productor (kg/ha N) ‡	Fertilización aplicada por recomendación del sensor (kg/ha N)§	Diferencia en fertilización (productor-sensor) (kg/ha N)	Rendimiento área del productor (Ton/ha)	Rendimiento área del sensor (Ton/ha)	Diferencia en rendimiento (área del productor-área del sensor) (Ton/ha)
2011-12	12	87	296	227	69	7.3	7.8	-0.5
2012-13	188	3371	301	234	67	6.14	6.07	0.07
2013-14	300	6000	300	245	55	6.6	6.6	0
Promedios	167	3153	300	235	65	6.7	6.8	-0.1

† En el ciclo 2011-12 todos fueron lotes de validación; en 2012-2013 y 2013-14 se tuvieron lotes de validación y de transferencia de tecnología simultáneamente.

‡ En los ciclos 2011-12 y 2012-2013 se muestra la fertilización utilizada por los productores que validaron la tecnología; en el ciclo 2013-14 se anota la fertilización común promedio de los productores, ya que en este ciclo ya no hubo validación de la tecnología.

§ El promedio de la dosis recomendada en el ciclo 2013-14 fue  $245 \text{ kg/ha N}$ , sin embargo, la aplicación real fue de  $260 \text{ kg/ha N}$ , como medida de protección de los técnicos asesores y los propios productores ( $15 \text{ kg/ha N}$  adicionales a lo recomendado).

### Bibliografía

FIRA. 2014. Red de valor: Trigo cristalino en Baja California. Agencia y Residencia Estatal FIRA Baja California, en Mexicali, Baja California.  
Fundación Produce B.C. (2013). Agenda de innovación tecnológica 2012-2013: 14. Fundación Produce B.C-Sagarpa.  
Girma K., K. W. Freeman, R. Teal, D. B. Arnall, B. Tubana, S. Holtz y W. R. Raun (2007). Analysis of yield variability in winter wheat due to temporal variability, and nitrogen and phosphorus fertilization. Archives of Agronomy and Soil Science 53(4): 435-442.

Ortiz-Monasterio, I. y W. Raun (2007). Reduced nitrogen and improved farm income for irrigated spring wheat in the Yaqui Valley, Mexico. J. Agric. Sci. 145: 215-222.  
Santillano-Cázares J., A. López-López, I. Ortiz-Monasterio y W. R. Raun (2013). Uso de sensores ópticos para la fertilización de trigo (*Triticum aestivum* L.). Terra Latinoamericana 31: 95-103.  
Zadoks, J. C., T. T. Chang y C. F. Konzak (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.  
Agradecimiento  
Se agradece profundamente el apoyo de MasAgro para financiar la realización de este proyecto.

# ¿Cómo se evalúa la calidad del trigo?

Texto y Fotografías: Gabriela Ramírez

**EN EL LABORATORIO UBICADO EN EL CIMMYT SE EVALÚA LA CALIDAD DE TRIGO. EL PROCEDIMIENTO ES EL SIGUIENTE:**

1. LLEGAN LAS SEMILLAS Y SE LIMPIAN. SE QUITAN LOS GRANOS ROTOS, LOS PEQUEÑOS Y LA BASURA DEL CAMPO.



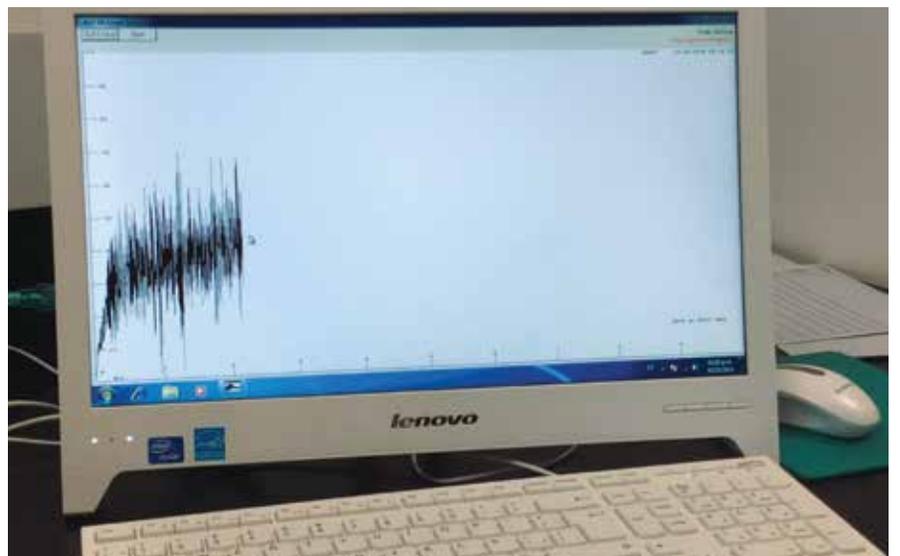
2. SE EVALÚAN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL GRANO, MUY IMPORTANTES PARA LA MOLIENDA. SE MIDE TAMAÑO, LONGITUD Y GROSOR.



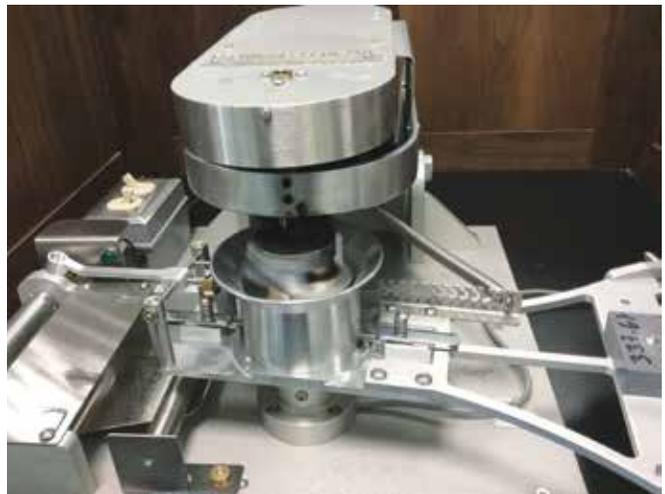
3. A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE ELECTROFORESIS SE DETERMINA QUÉ TIPO DE PROTEÍNA TIENE CADA GRANO DE TRIGO. EN CADA TUBO SE PONE UNA VARIEDAD DISTINTA.



4. UNA VEZ QUE SE TIENEN ESOS DATOS SE HACE LA MOLIENDA. SE OBTIENEN HARINAS PARA EL ANÁLISIS SIGUIENTE.

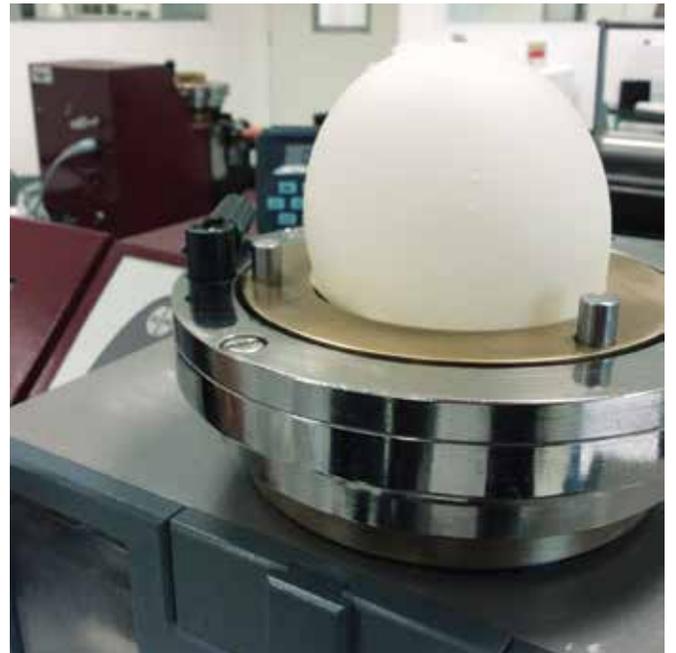


5. SE EVALÚAN LAS HARINAS. SE HACE UNA PRUEBA DE SEDIMENTACIÓN. ESTO PERMITE VER LA CALIDAD DEL GLUTEN. SE HACEN PRUEBAS DONDE SE EVALÚAN LAS PROPIEDADES VISCOELÁSTICAS DE LA MASA. SE REGISTRA CUÁNTO TIEMPO Y ENERGÍA TARDA EN DESARROLLARSE LA MASA. DE IGUAL FORMA, SE EVALÚA LA ELASTICIDAD.



6. SE HACEN MUESTRAS CON HARINAY AGUAY LUEGO SE LAMINAN; SE DEJA REPOSARY SE INTRODUCE AL ALVEOGRAMA. SE LE INYECTA AIRE A ALTA PRESIÓN, LO QUE PERMITE EVALUAR LA FUERZA Y LA EXTENSIBILIDAD.





7. POR ÚLTIMO,  
SE ELABORAN  
PAN, GALLETAS  
Y PASTAS  
PARA MEDIR EL  
VOLUMEN,  
EL COLOR Y  
LA TEXTURA.



# MasAgro

MÓVIL

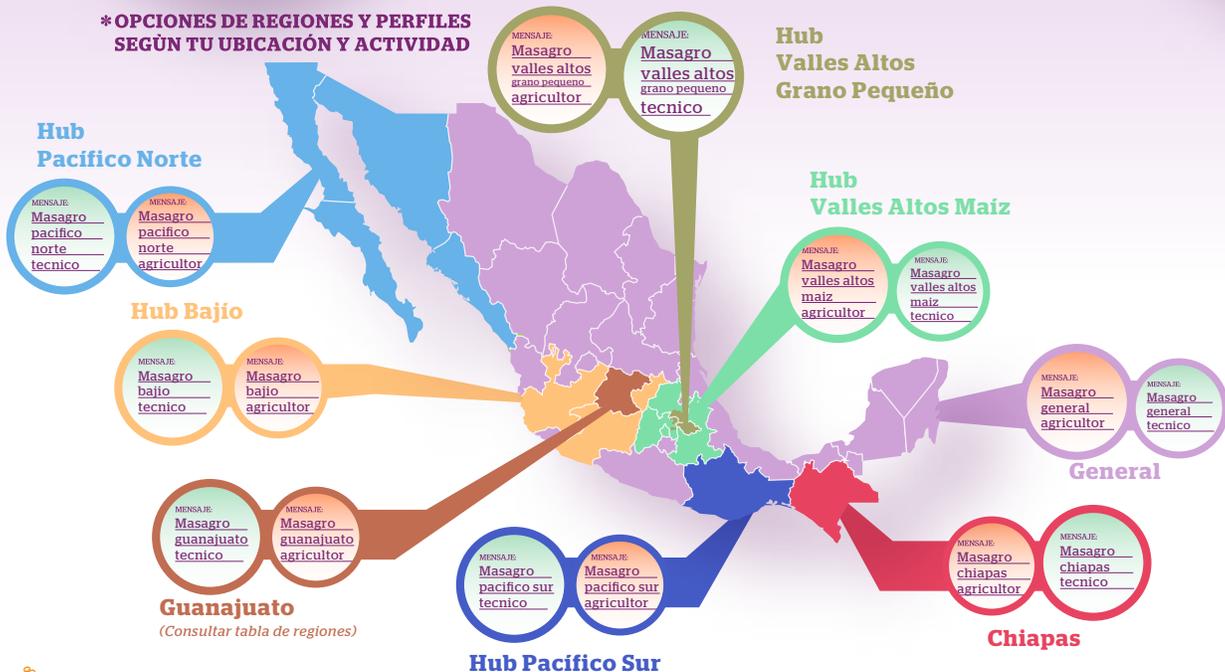
Información agrícola gratuita que necesitas en tu celular

**Regístrate al  
70808**

Al suscribirte, MasAgro Móvil te enviará de forma periódica un mensaje (sms) con información relacionada con el sector agrícola y el programa MasAgro específico de tu región.



**\* OPCIONES DE REGIONES Y PERFILES SEGÚN TU UBICACIÓN Y ACTIVIDAD**



Se muestra un ejemplo de referencia. Consulta en el mapa de abajo todas las opciones.

**Recuerda que el sistema NO ACEPTA**

- La Letra Ñ
- Faltas de ortografía
- Errores de dedo
- Palabras adicionales
- Acentos



**El usuario recibirá en la marcación 70808, información de temas como:**

- Preparación del suelo
- Siembra y desarrollo
- Cosecha y poscosecha
- Actividades del proyecto MasAgro en todo el país
- Eventos y mucho más...



El costo por envío del mensaje único de suscripción al servicio varía según la compañía celular del usuario (aproximadamente 1 peso). Los mensajes recibidos por el usuario semanalmente no tienen ningún costo.

# DIRECTORIO HUBS

TELÉFONO

01800 462 7247



## DIVULGACIÓN

Recuerda que esta revista la hacemos todos los involucrados con la agricultura sustentable.

Correo electrónico:  
cimmyt-contactoac@cgiar.org

SOLAPA DE LA PORTADA



Club de Labranza de Conservación





SOLAPA DE LA  
SEGUNDA DE  
FORROS

**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



 **CIMMYT**<sup>MR</sup>

*La revista Enlace forma parte del componente MasAgro Productor, en el marco de las acciones emprendidas por CIMMYT para la ejecución del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro).*

*Este programa es público, ajeno a cualquier partido político.  
Queda prohibido su uso para fines distintos a los establecidos en el programa.*

