



Enlace®

La revista de la Agricultura de Conservación

**Experimentos con aplicaciones
foliares de micronutrientes
en maíz. MasAgro Querétaro**

**Colección
Agrotrilogía
sustentable**

Cosechando éxitos
en la AC con
productores de
MasAgro Guanajuato

8

Aportación de materia
orgánica al perfil
de suelo con camas
permanentes en AC

28

Uso de sensores
ópticos para
una fertilización
sustentable en maíz

37

Agrotrilogía Sustentable – Fertilidad y suelos

Este material es de distribución gratuita. Prohibida su venta.



Año X. Número 45
agosto-septiembre 2018

DIRECTORIO

Programa de Intensificación Sustentable

Director Global de Innovación Estratégica
y Representante Regional para las Américas
Bram Govaerts

Gerente de Divulgación
Georgina Mena

Coordinador de Comunicación
Francisco Alarcón

Coordinador de Diseño Gráfico
Angel Aguilar

Revista EnlAce

Dirección editorial
Iliana J. Perete
cimmyt-editorial-enlace@cgiar.org

Diseño y diagramación
Angel Aguilar
Mayra Servín
Nubia Corona (gráficas)

Corrección de estilo
María Elisa Méndez
Julio César Álvarez
Raúl Pérez M.

Comité editorial
Francisco Alarcón
Carolina Camacho
Tania Casaya
Simon Fonteyne
Carlos Garay
Bram Govaerts
Iliana J. Perete
Víctor López
Georgina Mena

Ilustración de portada
e interiores
Angel Aguilar
Emilia Ocádiz (p. 8)

- 2 Carta editorial
- 3 La tecnificación fortalece producciones agrícolas
- 4 La AC y las tecnologías MasAgro encaminan a productores de Hidalgo hacia la sustentabilidad
- 6 Premio Cargill-CIMMYT
- 8 Cosechando éxitos en la Agricultura de Conservación con productores de MasAgro Guanajuato
- 11 Estrategia de integración de actores clave a las plataformas de investigación
- 14 Importancia del maíz nativo en Amealco de Bonfil, Querétaro
- 16 Mayor ganancia con Agricultura de Conservación en Irapuato, Guanajuato

Experimentos con aplicaciones foliares de micronutrientes en maíz

20

Iván Ortiz-Monasterio. Tecnología aplicada a los suelos

24

Efectos del uso eficiente de la fertilización mineral en la fenología de la planta de maíz

34

Uso de sensores ópticos para una fertilización sustentable en maíz en Sinaloa

37

- 28 Aportación de materia orgánica al perfil del suelo con camas permanentes en Agricultura de Conservación
- 31 Análisis económico de una parcela de sorgo bajo Agricultura de Conservación
- 40 El que trabaja en el campo quiere aprender

"Enlace La Revista de la Agricultura de Conservación", año X, número 45, agosto-septiembre 2018, es una publicación bimestral editada, publicada y distribuida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con domicilio en km 45 Carretera México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56237, México. Teléfono: + 52 (595) 9521 900. www.cimmyt.org, <http://conservacion.cimmyt.org/> cimmyt-contactoac@cgiar.org. Editor responsable: Dr. Ir. Bram Govaerts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2014-110718425800-203, número de ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Certificado de Licitud de Título y Contenido en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por: Prepprensa 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 30 de julio de 2018, con un tiraje de 20,000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 5 de agosto de 2018. Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad única de los autores, por lo que el CIMMYT no se hace responsable de las mismas. Los consejos, tips técnicos y cualquier otra información que se presenta en la revista son únicamente indicativos, por lo que el CIMMYT no asume la responsabilidad de los resultados obtenidos en campos específicos. Este es un material de apoyo a la divulgación de la Agricultura Sustentable con base en la Agricultura de Conservación en México. D.R. © CIMMYT 2017. Se prohíbe la reproducción, parcial o total de este material, salvo que medie la autorización previa y por escrito del titular. La revista Enlace forma parte del componente MasAgro Productor, en el marco de las acciones emprendidas por el CIMMYT para la ejecución del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro). Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido su uso para fines distintos de los establecidos en el programa.

Carta editorial

Son múltiples las acciones que se requieren para lograr los objetivos generales que tiene la agricultura tanto en México como en el mundo. En este sentido, hacemos una reflexión que nos involucra a todos por igual. Estamos en un momento de la historia de la humanidad en el que es prioritario pensar con claridad para comprender mejor lo que tenemos y lo que nos falta.

El CIMMYT ha contribuido de manera permanente a la sustentabilidad y al cuidado y estudio de los suelos y sus capacidades. Desde hace casi cinco décadas, realiza investigaciones de largo plazo relacionadas con los suelos. En la historia de la institución se creó el programa de Ciencias del Suelo, que inició en 1966; una labor que dio bases al Programa Global de Agricultura de Conservación en 2009 y que en 2014 dio origen al Programa de Intensificación Sustentable, con una visión integral y a futuro y hoy es la base de proyectos integrales de sistemas agroalimentarios.

De acuerdo con lo anterior, queda claro que una de las líneas de acción del CIMMYT es la de evaluar integralmente la sustentabilidad de diversas prácticas agrícolas y vincularlas con procesos que ocurren en los suelos. Esta tarea se complementa con capacitaciones permanentes, pero sobre todo con una red colaborativa de investigadores nacionales e internacionales en las plataformas de investigación, ubicadas en regiones distintas, con condiciones climáticas y agroecológicas diversas.

Hoy se tiene un largo camino fortalecido con investigación persistente, ciencia de excelencia,

datos transformados en información, e información accesible para que los productores puedan tomar decisiones sustentadas. Esas decisiones darán el fruto del sistema agroalimentario. Es una labor donde los protagonistas son los productores, acompañados de cerca por técnicos especializados y sensibles que les ayudan a construir una agricultura sólida, en la que se puede lograr mucho más, con menos: más rendimientos, más posibilidades, mejor desarrollo para ellos y sus familias y entornos, en especial de los más vulnerables y más pequeños en escala, con menor gasto y afectación de recursos.

Sí es posible lograr más con menos. Cuando hay conocimiento, buenas prácticas como la agricultura sustentable, y cuando hay una estrategia. Una acción conjunta, un trabajo integrado, en el que diversos actores van tras los mismos objetivos en consenso, ayuda a avanzar.

El CIMMYT continúa los pasos iniciales, pero con desafíos de mayor complejidad. Esta edición de *EnLACE* ofrece artículos que buscan dar a conocer mucho de lo que se hace, desde la fertilidad de suelos hasta las alternativas para combatir la deficiencia de nutrientes. Se trata de un material divulgativo centrado en ofrecer herramientas para un conocimiento cercano, amplio y claro de estos temas y de lo que pasa en el campo. Además de datos y referencias, incluimos historias tangibles en las que muchas personas intervienen para lograr sustentabilidad y también un mundo mejor.

LA TECNIFICACIÓN FORTALECE PRODUCCIONES AGRÍCOLAS

Proyecto Buena Milpa Guatemala

■ Por: Ana Christina Chaclán - Proyecto Buena Milpa Guatemala

■ Ana Christina Chaclán.



Pedro Bernabé Sambrano empezó a utilizar abonos orgánicos en 2017, los que mejoraron el suelo de su parcela, y le han permitido disminuir gastos, pues ya no necesita comprar abonos químicos.

■ **Además de utilizar distancias adecuadas para sembrar, es importante emplear abonos orgánicos y barreras vivas para fortalecer los suelos.**

Los productores de comunidades ubicadas en San Juan Cotzal, Quiché, están aprendiendo a tecnificar la siembra de maíz en sus parcelas para mejorar el rendimiento de sus cultivos.

En Xolco, San Juan Cotzal, los productores se habían acostumbrado a hacer una siembra mateada en la que dejaban una vara cuadrada de distancia y sembraban seis granos por postura, consiguiendo un rendimiento de entre 1.5 y 2 quintales de maíz por cuerda. “Ahora han empezado a reducir la distancia, siembran tres granos por postura a una distancia de 40 centímetros, y con eso han logrado aumentar el rendimiento; ahora obtienen hasta 4 quintales de maíz por cuerda”, explica Benjamín Aguilar, técnico agrícola de la colaboración entre el Proyecto Buena Milpa y la Fundación Agros.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en el documento “Aspectos generales y guía para el manejo agronómico del maíz en Guatemala”, explica que entre menor sea la distancia entre cada postura, mayor será el rendimiento de la cosecha, y expone en un cuadro comparativo los resultados de densidad de plantas derivados de diferentes combinaciones de distancias entre plantas y surcos.

En la práctica se utilizó una distancia de entre 75 y 80 centímetros en cada hectárea, y diferentes distancias entre posturas: en la primera se sembró con distancias de 50 a 47 centímetros, y se obtuvieron 53,333 plantas; en la segunda se usaron distancias de 46 a 44 cm, y dio como resultado 57,000 plantas; y en la de distancias de 44 a 42 cm se consiguieron 60,000 plantas.

El productor Pedro Bernabé Sambrano cambió su método de siembra en 2017, y en lugar de dejar distancias de 83 centímetros (que siempre utilizaba), dejó 60 (20 centímetros más de lo recomendado, porque su semilla crece mucho). Su cosecha aumentó de 2 a 4 quintales por cuerda. Además, implementó barreras vivas en una cuerda de terreno y usó gallinaza para abonar. “El abono me ayudó, mis mazorcas están mejor: son un poco más pequeñas, pero ya no salen podridas, y la cosecha se duplicó”, añade Sambrano. Es importante resaltar que aplicar estas dos tecnologías, junto con la tecnificación de la siembra, permite conseguir mejores resultados.

Este año se seguirá trabajando con los productores de esta comunidad para incrementar las barreras vivas en las parcelas, una práctica que también ayuda a la conservación de suelos, uno de los ejes prioritarios del Proyecto Buena Milpa.

LA AC Y LAS TECNOLOGÍAS MASAGRO ENCAMINAN A PRODUCTORES DE HIDALGO HACIA LA SUSTENTABILIDAD

■ Por: Francisco Alarcón y María Eugenia Olvera Divulgación – CIMMYT

Francisco Alarcón/CIMMYT.



Patrick Wall habló de los beneficios de implementar la AC.

■ **El doctor Patrick Wall entabló un diálogo con productores de Hidalgo que permitió orientar las estrategias de intervención del hub para la atención de problemáticas y la transferencia de tecnologías sustentables para mejorar los sistemas de producción agrícola y, al mismo tiempo, cuidar los recursos naturales.**

El pasado junio se llevaron a cabo dos cursos específicos sobre los fundamentos de la Agricultura de Conservación, organizados por la Unidad de Capacitación y el Hub Valles Altos del CIMMYT y orientados a generar capacidades en productores del estado de Hidalgo para la innovación de los sistemas productivos con prácticas sustentables. Los cursos fueron impartidos por el doctor Patrick Wall, experto reconocido a escala internacional en Agricultura Sustentable y exdirector del programa de Agricultura Sustentable del CIMMYT. Se contó con el apoyo del ingeniero Francisco Olguín, coordinador técnico del Hub Valles Altos, quien convocó a colaboradores, productores y actores clave de la región. La primera sesión se llevó a cabo en la localidad de Apan, Hidalgo, con la participación de 19 productores que

escucharon al doctor Wall, discutieron los temas del curso, compartieron experiencias y entablaron un diálogo que permitió orientar las estrategias de intervención del hub para la atención de las problemáticas y necesidades identificadas durante la capacitación.

Como parte de las actividades, los asistentes se trasladaron al módulo de AC del productor cooperante Fernando Pérez Aguirre para ver el resultado de las prácticas de AC en el cultivo de cebada, triticale, maíz y otros cultivos asociados, así como las innovaciones de labranza en líneas de siembra, esto con maquinaria que el Hub Valles Altos está probando en la región, como el Strip Till, que —con el apoyo del ingeniero Francisco Olguín— se ha podido transferir a algunos productores del estado.

Durante el diálogo con productores, el equipo escuchó sus inquietudes, dudas y problemáticas en materia de fertilidad, erosión de suelos, comercialización y asociatividad. Don Fernando expresó que las capacitaciones que brinda el CIMMYT a través de sus técnicos y de la Unidad de Capacitación permitirán innovar las prácticas agrícolas en la localidad, las cuales no han cambiado en más de 50 años y han generado erosión de los suelos e, incluso, abandono de las parcelas. Para terminar la sesión, algunos asistentes concluyeron que con la AC es posible recuperar los suelos y mejorar los rendimientos para ofrecer al mercado productos de calidad, además de abrir nuevas oportunidades de negocio y desarrollo económico a mediano plazo para quienes decidan implementarla.

La segunda sesión del curso se llevó a cabo en el Valle del Mezquital, Hidalgo, con la participación de 33 asistentes, entre productores, técnicos y colaboradores de las plataformas MasAgro ubicadas en el estado. Los participantes se mostraron interesados en los beneficios que brinda la AC, los cuales pudieron observar en la ponencia del doctor Wall gracias a las evidencias del impacto positivo que han generado las prácticas agrícolas sustentables realizadas en otras partes del mundo.

Al terminar la capacitación, se realizó una visita al módulo de AC que pertenece al ingeniero Francisco Olguín, quien

en su papel de productor implementa la AC en sus parcelas desde hace más de siete años. Además, con el apoyo de la plataforma de investigación MasAgro-Mixquiahuala y de colaboradores como el ingeniero Jaime Ortega, responsable de la plataforma, Olguín transfiere y difunde las tecnologías sustentables de MasAgro para mejorar los sistemas de producción agrícola y —al mismo tiempo— cuidar el ambiente y los recursos naturales.

El productor Rubén Vargas Neria compartió con el equipo su motivación por empezar a realizar trabajos de AC en sus parcelas, y, gracias a la capacitación impartida por el doctor Patrick Wall y las parcelas demostrativas, quiere incorporarse a la estrategia MasAgro, pues para él es evidente que con las prácticas sustentables es posible disminuir el impacto ambiental que generan la maquinaria y el uso de agroquímicos sin conocimiento. Está convencido y animado por empezar a innovar.

Gracias a estas actividades, es posible que más productores conozcan las tecnologías que el CIMMYT y MasAgro ofrecen para innovar y mejorar los sistemas productivos de la región, además de transferir conocimientos que induzcan a un cambio de mentalidad que oriente el trabajo de los productores hacia la sustentabilidad, el cuidado del ambiente y la conservación de los recursos naturales. ✿



Los asistentes concluyeron que con la AC es posible recuperar los suelos y mejorar los rendimientos para ofrecer al mercado productos de calidad.

PREMIO CARGILL-CIMMYT

Mayor producción de alimentos en beneficio de las familias mexicanas

■ Por: Ricardo Curiel – CIMMYT

■ María Eugenia Olvera CIMMYT.



Carlos Barragán García, Citlali Fuentes Morales (directora de la Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural) y Mario López Rodríguez, ganadores del Premio Cargill-CIMMYT 2017.

■ **Cargill México y el CIMMYT promueven soluciones a largo plazo que fomentan una mayor producción de alimentos sustentables y asequibles para las familias mexicanas.**

Por tercer año consecutivo, Cargill México y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) llevaron a cabo la ceremonia de entrega de premios y reconocimientos a los ganadores de las tres categorías del Premio Cargill-CIMMYT 2017 a la Seguridad Alimentaria y la Sustentabilidad.

Como en ediciones anteriores, el premio busca promover acciones y proyectos dirigidos a enfrentar los desafíos de la seguridad alimentaria en el país, con el fin de contribuir a desarrollar soluciones a largo plazo para aumentar la producción de alimentos seguros, nutritivos y asequibles para la población.

En esta ocasión, los primeros lugares se otorgaron a los proyectos más innovadores en las categorías Investigadores, Productores y Líderes de Opinión. De esta manera, los ganadores de la tercera edición del Premio Cargill-CIMMYT 2017 a la Seguridad Alimentaria y la Sustentabilidad fueron:

- Mario López Rodríguez, en la categoría Investigadores, con el proyecto ‘Tecnología de producción del cultivo de haba’, iniciativa que incrementó la producción de haba fresca de 2 a 9 t/ha, difundió la tecnología de producción y logró incrementar el uso de semilla mejorada.
- Carlos Barragán García, en la categoría Productores, con el proyecto ‘De la milpa a tu plato’, una propuesta que fomenta la seguridad alimentaria y la sustentabilidad en sistemas de producción de pequeña escala en Oaxaca.
- Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural AC, en la categoría Líderes de Opinión, con el proyecto ‘Educampo’, que brinda atención a pequeños productores de maíz que viven en condiciones de pobreza en localidades de alta y muy alta marginación para que retomen la agricultura como una actividad productiva y rentable.

En la edición 2017 de este importante premio se otorgaron \$10,000 dólares al proyecto ganador en la categoría Investigadores, \$10,000 USD más a la categoría Productores y \$5,000 USD a la categoría Líderes de Opinión.

En la convocatoria de este año participaron 30 proyectos de diferentes estados de la República, los cuales fueron evaluados por un jurado. Posteriormente, los ganadores fueron seleccionados por un comité de expertos del sector agrícola y alimenticio integrado por representantes de la Secretaría de Agricultura, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, el Consejo Nacional Agropecuario y Grupo Bimbo, además de Cargill México y el CIMMYT.

El presidente de Cargill México, Marcelo Martins, comentó que “una vez más estamos muy orgullosos de presentar el Premio Cargill-CIMMYT, ocasión en la que reafirmamos nuestro compromiso de aumentar la nutrición y la seguridad alimentaria en el país, al tiempo que desarrollamos

la innovación de los sistemas alimentarios y mejoramos el sustento de los productores agrícolas”.

Por su parte, Martin Kropff, director general del CIMMYT, consideró que el liderazgo y la innovación que hay en el sector agroalimentario mexicano son extraordinarios. “El Premio Cargill-CIMMYT a la Seguridad Alimentaria y la Sustentabilidad se ha convertido en un estímulo importante para desarrollar ese liderazgo y esa capacidad de innovación de México en el mundo”, aseguró el representante del organismo internacional.

El evento de premiación se realizó en las instalaciones del CIMMYT en Texcoco, Estado de México, con la presencia del doctor Martin Kropff, director general del CIMMYT; Marcelo Martins, presidente de Cargill México; el maestro David Hernández, director de Compras Globales de Grupo Bimbo; el ingeniero Bosco de la Vega, presidente del Consejo Nacional Agropecuario; la maestra Gloria Abraham, representante en México del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; el doctor Miguel Adolfo Guajardo Mendoza, director adjunto de Planeación y Evaluación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; además de representantes del gobierno federal. *



Visita la fotogalería
del evento en:
flickr/ACCIMMYT
<https://bit.ly/2H2dlj3>





Cosechando éxitos en la Agricultura de Conservación

Con productores de MasAgro Guanajuato (riego y temporal)

■ Por: Fernando Fernández Duarte – Despacho CYASA

La Agricultura de Conservación (AC) es un sistema de producción sustentable que busca mejorar los rendimientos de los cultivos con una menor inversión y cuidando el ambiente a través de sus tres principios básicos: mínimo movimiento del suelo, sembrar a través de los rastrojos de la cosecha anterior en camas permanentes y rotación de cultivos económicamente viables o como cultivos de cobertura.

La meta de los productores debe ser tener un suelo sano y fértil, en el que la materia orgánica facilite la vida de los microorganismos del suelo y de los hongos, creando un rico micro-ecosistema donde el carbón orgánico se liga a los minerales para formar un suelo esponjoso, fragante y oloroso a tierra sana (actinomicetos), de consistencia migajosa y color entre pardo y negro.

La meta anterior se cumple con la asesoría personalizada que brindan los técnicos MasAgro Guanajuato a los productores agrícolas. La

sinergia de estos dos entes está transformando las unidades de producción rural con un manejo holístico, entendiendo la producción agrícola como un sistema y no como una unidad independiente.

Los productores Eugenio Aguayo Aguilar (don Genio), en Guanajuato capital, y René Herrera Yáñez (don René), en Apaseo el Grande, Guanajuato, producen con el sistema de Agricultura de Conservación, el primero con la modalidad de riego y el segundo con la de temporal.

Don Genio, productor de Puentecillas, Guanajuato, sembró maíz de la variedad Berrendo en el ciclo primavera-verano (PV) 2017. En la parcela de este productor no se voltea el suelo desde hace 14 ciclos (cuatro años con alfalfa y tres dejando los rastrojos y sembrando maíz y trigo) y, durante los últimos tres años, ha recibido la asesoría técnica del ingeniero Fredy Hernández (técnico MasAgro

Fernando Fernández.



Prácticas de rotación

Maíz en AC en rastrojo de sorgo.

Fernando Fernández.



Otras prácticas de la AC

El productor René Herrera monitoreando plagas.

Guanajuato) para implementar tecnologías sustentables (variedades adecuadas de maíz; herramientas de diagnóstico para N, P y K; y Agricultura de Conservación, cuadro 1, p. 10).

Don René, productor de San José Agua Azul, Apaseo el Grande, sembró la variedad CRM 28 de maíz en el ciclo PV 2017 en una parcela de temporal con residuos de sorgo, cuyo suelo acondicionó con rotura vertical. Durante los últimos dos años ha recibido la asesoría técnica del ingeniero Horacio Soto (técnico MasAgro Guanajuato). Como en el caso de don Genio, implementó tecnologías sustentables (variedades adecuadas de maíz, fertilidad integral y Agricultura de Conservación). Conservación, cuadro 1, p. 10).

Cabe destacar que, aunque en ambos casos no se cuenta con la maquinaria apropiada para este sistema, se están adaptando las sembradoras tradicionales para hacer la siembra con los residuos de la cosecha anterior.

La parcela del productor de riego con AC tuvo un rendimiento de 18.4 t/ha de

maíz y él lo vende a \$5,000/t, por lo que se tiene una utilidad de \$77,983. La relación beneficio-costos nos indica que por cada peso invertido obtuvo una ganancia de \$5.56 (cuadro 2, p. 10).

Por su parte, el productor de temporal, también con Agricultura de Conservación, tiene un rendimiento de 7.146 t/ha y se lo compran a \$3,400/t, por lo que tiene una utilidad de \$15,747.10. La relación beneficio-costos nos indica que por cada peso invertido él tiene una ganancia de \$1.84 (cuadro 2, p. 10).

Rendimientos superiores

Comparación de mazorcas con manejo en AC y labranza tradicional.



Parafraseando las palabras de los productores con respecto a la Agricultura de Conservación: ésta ayuda a reducir costos de producción y, por lo menos, mantiene los

rendimientos, aunque casi siempre son superiores, y nos va haciendo más fértil nuestro suelo; además de que nos guarda por más tiempo la humedad o el agua. *

Cuadro 1. Costos de producción por actividad realizada.

Actividad	Costo	
	Eugenio Aguayo Aguilar (riego)	René Herrera Yáñez (temporal)
1. Preparación del suelo con herbicida	\$425	\$380
2. Siembra (semilla y labor)	\$4,200	\$2,550
3. Fertilización química y foliar	\$4,342	\$3,309
4. Análisis de suelo	\$150	-
5. Uso de biofertilizantes	-	\$110
6. Control de malezas	\$1,440	\$1,150
7. Control de plagas	\$910	\$850
8. Riegos	\$250	-
9. Gastos indirectos	-	\$200
10. Cosecha y acarreo	\$2,300	\$2,000
Costo total	\$14,017	\$8,549

Cuadro 2. Análisis de rentabilidad de la Agricultura de Conservación en riego y temporal.

Concepto	Análisis financiero	
	Eugenio Aguayo Aguilar (riego)	René Herrera Yáñez (temporal)
Rendimiento	18.400 t/ha	7.146 t/ha
Precio de venta	\$5,000	\$3,400
Costo total	\$14,017	\$8,549
Ingreso total	\$92,000	\$24,296
Utilidad	\$77,983	\$15,747
Relación B/C	5.56	1.84



ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN DE ACTORES CLAVE A LAS

PLATAFORMAS DE INVESTIGACIÓN

■ Por: Blanca Aidé Albarrán Contreras – MasAgro Guanajuato

En las plataformas de investigación se han obtenido resultados que dan respuesta a distintas problemáticas regionales, como puede ser el manejo de rastrojo, el uso de camas angostas o anchas, la adaptación de maquinaria, entre otras. Hasta el momento, la difusión de estas prácticas se ha hecho por medio de los eventos demostrativos que se realizan en dichas plataformas, pero puede ser difícil llegar a más productores de los que ya están vinculados; por lo tanto, se debe mejorar el método de difusión de resultados para llegar a nuevos productores y generar interés en otras zonas de la región. La inclusión de nuevos actores es fundamental.

Los actores clave son los que tienen el poder, la capacidad y los medios para decidir e influir en los productores, es decir, disponen de capacidades, habilidades, conocimiento, infraestructura y recursos para proponer, atender y solventar problemas a escala local, municipal o estatal. Ejemplos de estos actores clave son líderes locales, ayuntamientos, empresas, escuelas, iglesias, etcétera.

Para lograr identificarlos, se debe:

- Investigar y recopilar información sobre qué figuras o personajes están relacionados directa o indirectamente con las plataformas de investigación.
- Generar una base de datos y agruparlos por niveles.
- Elaborar un mapa de actores clave.
- Iniciar una estrategia de acercamiento, comunicación e intervención.

En este sentido, lo primero que se requiere es conocer el entorno en que se encuentran las plataformas de investigación. Las siguientes preguntas son una excelente guía para ello:

- ¿Qué dependencias deben estar enteradas de nuestras acciones para posicionar localmente las plataformas de investigación y lograr eventuales apoyos?
- ¿Qué actores tienen o pueden tener relación o interés directo con el propósito y objetivos de las plataformas de investigación?

Una vez que se tienen identificados los actores que se relacionan de manera directa o indirecta con las plataformas, se debe recopilar información sobre éstos y hacer visitas de campo para crear puentes entre ellos, con el fin de obtener mayor confianza.

Posteriormente, se generará una base de datos con la información recopilada; ésta se divide en dos apartados: el primero corresponde a los datos de contacto y debe incluir nombre del

Cuadro 1. Ejemplo de base de datos para verificación de actores.

	Actor	Datos de contacto	Escala (local, municipal, estatal)	Intereses en plataformas	Posible relación con plataformas	Problemas para actuar con plataformas	Nivel de prioridad	Recomendaciones
1								
2								

Adaptado de Semarnat, (2008).

actor, nombre del responsable, dirección, teléfonos y correo electrónico. El segundo apartado servirá para hacer una agrupación de actores de acuerdo con los intereses o relaciones que tenga con las plataformas de investigación, problemas para actuar con las mismas, nivel de prioridad para la implementación del proyecto y recomendaciones sobre datos que se consideren relevantes, sobre los cuales haya dudas que deban despejarse o corroborarse posteriormente (cuadro 1).

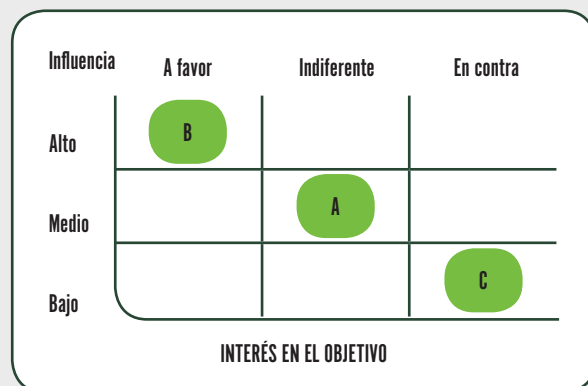
Actor	Influencia	Posición
C	Bajo	En contra
B	Medio	Indiferente
A	Alto	A favor

Tomado de Semarnat, (2008).

Con esta base de datos se pueden identificar posibles afectaciones y resistencias; por lo tanto, se facilita la construcción de acuerdos acerca de los objetivos y metas que se comparten. De esta manera se diseñan estrategias que minimicen los umbrales de conflictos.

El siguiente paso es el mapeo de los actores clave, para lo cual se debe llenar la matriz de valoración de actores (cuadro 2); en ésta se evalúa la capacidad de movilización social del actor y su posición frente a las plataformas de investigación.

Figura 1. Mapa de actores clave.



Tomado de Semarnat, (2008).

Cuadro 2. Matriz de valoración de actores.

Es importante referir que esta posición es modificable en función de circunstancias y objetivos realizados e, incluso, de ajustes en la perspectiva del mismo proyecto.

Se debe elaborar un cuadro de doble entrada, en el cual cada fila (eje horizontal) esté determinada por los tres grados de influencia que puede poseer cada actor y cada columna (eje vertical), por la posición de éstos, como se muestra en la figura 1.

Después de identificar a los actores clave, se inicia con ellos la estrategia de acercamiento, comunicación e intervención, para lograr su integración participativa por medio de la capacitación y la concientización; además, se les debe

comunicar los planes, los resultados y las actividades por realizar en las plataformas de investigación. Una integración exitosa dependerá de la responsabilidad y motivación de los actores clave, así como del conocimiento del contexto local y del sistema de Agricultura de Conservación (AC).

Se tienen identificados cuatro grados de participación de los actores clave:

- **Información.** El objetivo es permitir que los actores entiendan la situación, las diferentes alternativas y sus implicaciones. Es una comunicación unidireccional.
- **Diálogo.** El objetivo es obtener la retroalimentación de los actores sobre situaciones, alternativas, escenarios y decisiones. Es una comunicación en dos direcciones.
- **Colaboración.** El objetivo es trabajar como socios con los actores en varios aspectos, incluyendo el desarrollo de escenarios y la identificación de la solución preferida. El poder de tomar decisiones es compartido entre estos actores.

- **Empoderamiento y delegación.** El objetivo es capacitar a los actores para que puedan tomar decisiones informadas y hacerse cargo de sus funciones.

Por lo tanto, el punto de partida es la difusión de información, porque es la manera en que los actores clave comprenderán la importancia de lo que se está evaluando en las plataformas de investigación; esta difusión puede llevarse a cabo por medio de diferentes técnicas de integración (cuadro 3).

Con las reuniones individuales, se puede recopilar información sobre los intereses de los actores al mismo tiempo que se construye la confianza; en los recorridos de campo se tiene una mayor interacción entre los participantes porque son pocos (10-15 personas); estos recorridos pueden realizarse con productores, para que puedan palpar las propuestas de Agricultura de Conservación (AC) que se tienen para su región. *

Cuadro 3. Técnicas de integración de los actores y los grados de participación en los cuales se aplican.

	Información	Diálogo	Colaboración	Empoderamiento y delegación
Reuniones individuales	X	X	X	X
Grupos focales		X	X	X
Talleres	X	X	X	X
Recorridos de campo	X	X		
Campanñas	X			
Encuestas		X		
Mediación		X	X	X

Adaptado de Reymond, (2011).

Referencias

- Reymond, P. (2011). Integración de los Actores. En *Manejo de lodos fecales un enfoque sistémico para su implementación y operación* (pp. 337–358). Semarnat. *Guía de identificación de actores clave*. Serie: Planeación hidráulica en México.

Importancia del maíz nativo en Amealco de Bonfil, Querétaro

■ Por: Miguel Angel Uribe Guerrero
– Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro, A.C.

En la zona de Valles Altos de Querétaro, la producción de maíz criollo es de suma importancia. En esta región existe una amplia variabilidad genética de maíz, lo cual se refleja en el color del grano, que puede ser blanco, azul, rojo, morado, rosa, amarillo, pinto, etc. Alrededor de 70% de la superficie se siembra con materiales nativos, lo cual forma parte de los usos y costumbres de la región.

Los productores han identificado características deseadas en el sabor y textura de los maíces nativos que son usados para la elaboración de atoles, panes y tortillas. Por ejemplo, los granos rosas, rojos y morados son muy apreciados para su consumo en etapa de elote, porque son más dulces; por otra parte, los maíces azules se caracterizan por la suavidad de su cutícula y la facilidad con la que se amasa, con éstos se elaboran tostadas que son exportadas a Estados Unidos.

El rendimiento de grano del maíz nativo es de apenas 4 t/ha en la región, aunque con esto se produce una importante cantidad de forraje para el ganado. Los productores coinciden en que existe un déficit de producción, particularmente acentuado en los años en que las condiciones climáticas afectan el desarrollo del cultivo. Como alternativa, se ha propuesto la siembra de híbridos comerciales con alto potencial de rendimiento, con los cuales se podría producir más de 10 t/ha.

No obstante, existen limitaciones para transferir esta tecnología a pequeños productores, debido a la falta de adaptación de las variedades mejoradas a sus sistemas de producción. Adicionalmente, el maíz nativo se ha adaptado a las condiciones agroecológicas de la región por un largo periodo, así como a preferencias de consumo y comercialización, características que no se observan en las variedades mejoradas.

Maíz nativo en Querétaro

Se amplia variabilidad genética se refleja en el color del grano.

La importancia de los maíces nativos radica también en la seguridad que tienen los productores de conservar la semilla para el siguiente ciclo o adquirirla con un costo menor al que tienen las semillas mejoradas. A pesar de la baja rentabilidad que presenta la producción de maíz nativo (gráfica 1) en comparación con los híbridos, en los sistemas de producción de autoconsumo la mayor parte de la mano de obra es familiar, por lo que la agricultura representa una fuente de autoempleo.

Las investigaciones desarrolladas en diversas regiones del país (Nájera-Rincón & Ramírez-Mandujano, 2007) coinciden

en que el mejoramiento de las variedades nativas de maíz aplicando metodologías participativas constituye una excelente alternativa para el incremento de su productividad. En cuanto a la comercialización, los convenios para mercados específicos garantizan que la producción sea rentable, aún con menores rendimientos que los híbridos comerciales, debido a que se destinan a mercados específicos (Rivera, 2018).

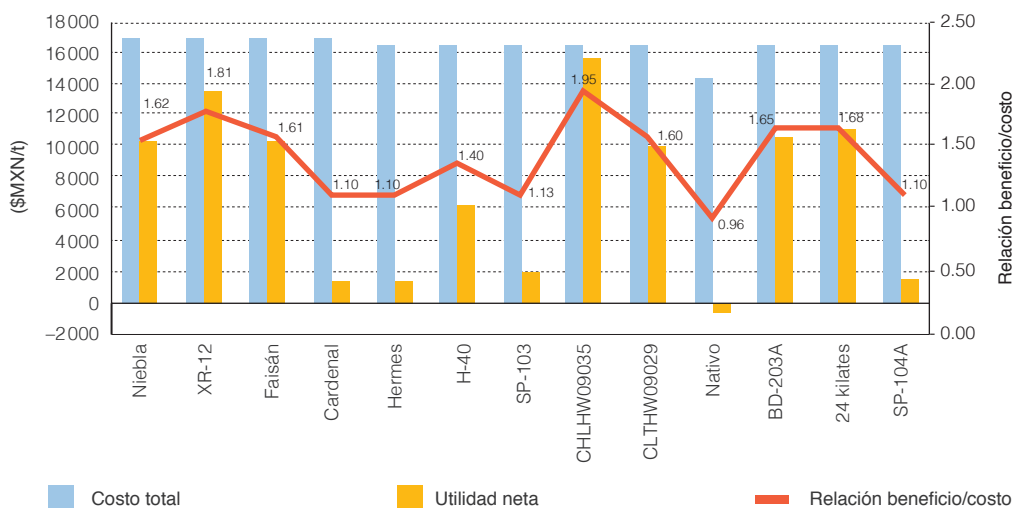
La implementación debe ir acompañada de un programa de asistencia técnica que incluya prácticas adecuadas de manejo de plagas, malezas y nutrición del cultivo, para obtener los mayores beneficios. *

Referencias

Nájera-Rincón, M. B. y Ramírez-Mandujano, C. A. (2007). *Mejoramiento, conservación y uso de los maíces criollos*. México.

Rivera, J. M. (7 de junio de 2018). *Gastronomía prehispánica, una opción para la comercialización de maíz criollo con PROAGRO Productivo*.

Disponible en <http://bit.ly/2DehhQF> (Consulta: enero de 2019).



1



Rentabilidad de maíz nativo e híbridos, bajo un manejo integrado del cultivo. Plataforma Amealco, Querétaro; ciclo PV 2017.

Mayor ganancia con Agricultura de Conservación en Irapuato, Guanajuato

■ Por: Blanca Aidé Albarrán Contreras, Simon Fonteyne – CIMMYT
Bartolo González Torres – CYASA
Ernesto Solís Moya – INIFAP

En las plataformas de investigación se busca el desarrollo de los sistemas productivos regionales; se toman en cuenta los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales de la zona agroecológica, con la finalidad de mejorar la productividad, la rentabilidad y la sustentabilidad de los cultivos con tecnologías accesibles y relevantes para los productores de la zona.

DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA

En la plataforma de investigación de Irapuato I se busca mejorar la rentabilidad y sustentabilidad de los cultivos de maíz y trigo, por tal motivo se comparan diferentes sistemas de labranza y fertilización. La plataforma se encuentra en una superficie total de 2 ha dentro de las instalaciones del Distrito de Riego 011 en Irapuato, Guanajuato, a una altitud de 1,720 msnm. El terreno forma parte de la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, con un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y con precipitación media anual de 450 mm.

Esta plataforma se estableció en 2011 y en 2013 se implementó un segundo Año Cero, donde, de acuerdo con un

levantamiento topográfico realizado, se corrigieron los problemas de nivelación que presentaba la parcela y se reorientaron las camas.

Las variables que se han estado evaluando en la plataforma son:

- Rotación de cultivos: maíz-trigo (MT)
- Prácticas de labranza:
 - Labranza convencional con camas anchas (LCA): labranza en ambos ciclos
 - Híbrido (H): Camas anchas con labranza en OI - sin labranza en PV
 - Camas permanentes anchas (CPA)
 - Camas permanentes angostas (CP)
- Manejo de rastrojo: parcial (P), dejar (D)
- Método de aplicación de la segunda fertilización: al voleo (V), enterrada en banda (B)

Se tienen nueve tratamientos establecidos, los cuales se enlistan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos establecidos en la plataforma de investigación

Trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de residuos	Manejo segunda fertilización
1	MT, LCA, PP, V	Maíz-trigo	Camas anchas con labranza convencional	Parcial OI - Parcial PV	Voleo
2	MT, H, PP, V	Maíz-trigo	Híbrido: Camas anchas con labranza OI - sin labranza PV	Parcial OI - Parcial PV	Voleo
3	MT, CPA, PP, V	Maíz-trigo	Camas permanentes anchas	Parcial OI - Parcial PV	Voleo
4	MT, CPA, PP, B	Maíz-trigo	Camas permanentes anchas	Parcial OI - Parcial PV	Banda
5	MT, CPA, DP, B	Maíz-trigo	Camas permanentes anchas	Dejar OI - Parcial PV	Banda
6	MT, CPA, DD, B	Maíz-trigo	Camas permanentes anchas	Dejar OI - Dejar PV	Banda
7	MT, CP, DD, B	Maíz-trigo	Camas permanentes angostas	Dejar OI - Dejar PV	Banda
8	MT, CP, DP, B	Maíz-trigo	Camas permanentes angostas	Dejar OI - Parcial PV	Banda
9	MT, CP, PP, B	Maíz-trigo	Camas permanentes angostas	Parcial OI - Parcial PV	Banda

ACTIVIDADES DE VINCULACIÓN Y CAPACITACIÓN

Las actividades de transferencia de tecnología realizadas en la plataforma incluyen recorridos y demostraciones de campo con productores y estudiantes. La finalidad de estos eventos es difundir los beneficios que se obtienen con la implementación de las tecnologías evaluadas y generar el interés de los productores por conocerlas y adaptarlas; en estos eventos se contó con la asistencia de 3,500 productores, 350 técnicos, 25 representantes de gobierno y 1,200 estudiantes.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

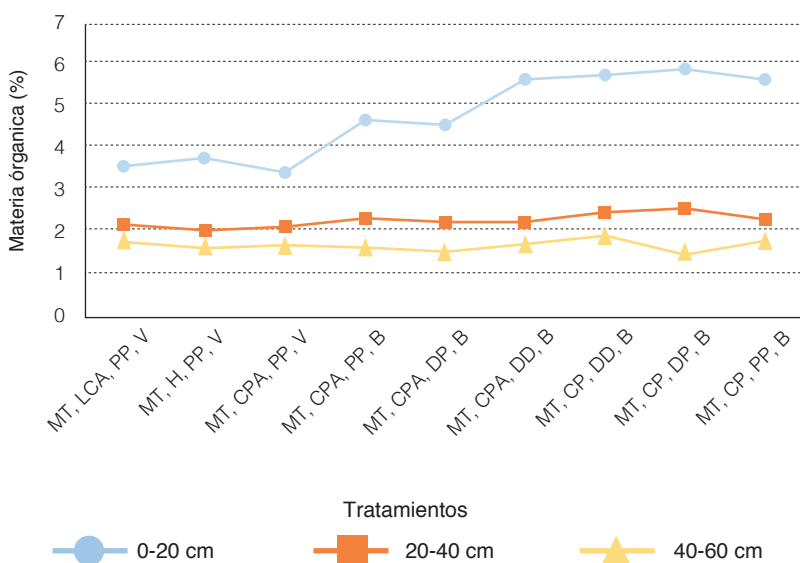
Cambios en materia orgánica

Después de cinco años de trabajar la plataforma de investigación bajo el esquema de Agricultura de Conservación (AC), el porcentaje de materia orgánica de 0 a 20 cm de profundidad ha alcanzado 5.73% en promedio para los tratamientos con camas permanentes angostas (MT-CP-DD-B, MT-CP-DP-B y MT-CP-PP-B), 4.19% en promedio para los tratamientos con camas permanentes anchas (MT-CPA-PP-V, MT-CPA-PP-B y MT-CPA-DP-B) y 3.63% para la labranza convencional y el sistema híbrido (MT-LCA-PP-V y MT-H-PP-V) (gráfica 1). Lo anterior nos indica que el empleo de camas permanentes angostas tiene un efecto directo sobre la degradación de los residuos orgánicos que se dejan en el campo y que se puede igualar este efecto al emplear camas permanentes anchas, así como dejando el rastrojo en ambos ciclos (5.64% en tratamiento MT-CPA-DD-B); por tal motivo, el tratamiento MT, CPA, DD, B es una opción viable cuando el productor no puede emplear camas permanentes angostas.

La diferencia en el contenido de materia orgánica entre el tratamiento MT-CPA-PP-V (3.41%) y el resto de los tratamientos de agricultura de conservación puede deberse al método de aplicación de la segunda fertilización, dado que para que se lleve a cabo la descomposición del rastrojo es necesaria la presencia de nitrógeno. En el tratamiento MT-CPA-PP-V la fertilización se realizó al voleo, por lo tanto el nitrógeno queda de manera superficial en el rastrojo, lo cual acelera el proceso de degradación del mismo, pero causa una menor producción de materia orgánica; mientras que, en los tratamientos con fertilización en banda, el nitrógeno queda debajo de los residuos y se logra una mayor producción de materia orgánica.

Una de las razones de que la AC mejore la calidad del suelo, se debe a la adición continua de residuos orgánicos permite que se vaya recuperando la estructura del suelo que ha sido dañada, esto gracias a la actividad de los organismos presentes en él. Dicha actividad provee nutrientes (nitrógeno, fósforo y azufre) al cultivo y contribuye a la renovación de la porosidad del suelo, que así puede almacenar y conservar más agua. La labranza convencional, en contraste, daña a los organismos presentes y oxigena el suelo, lo cual causa que la materia orgánica se degrade rápido.

El incremento en materia orgánica se tuvo en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, lo cual se debe a la profundidad que tienen los implementos agrícolas empleados para la incorporación del rastrojo y para la aplicación del fertilizante en banda. En las capas de 20 a 40 cm y de 40 a 60 cm no se observaron diferencias en el contenido de materia orgánica.



1



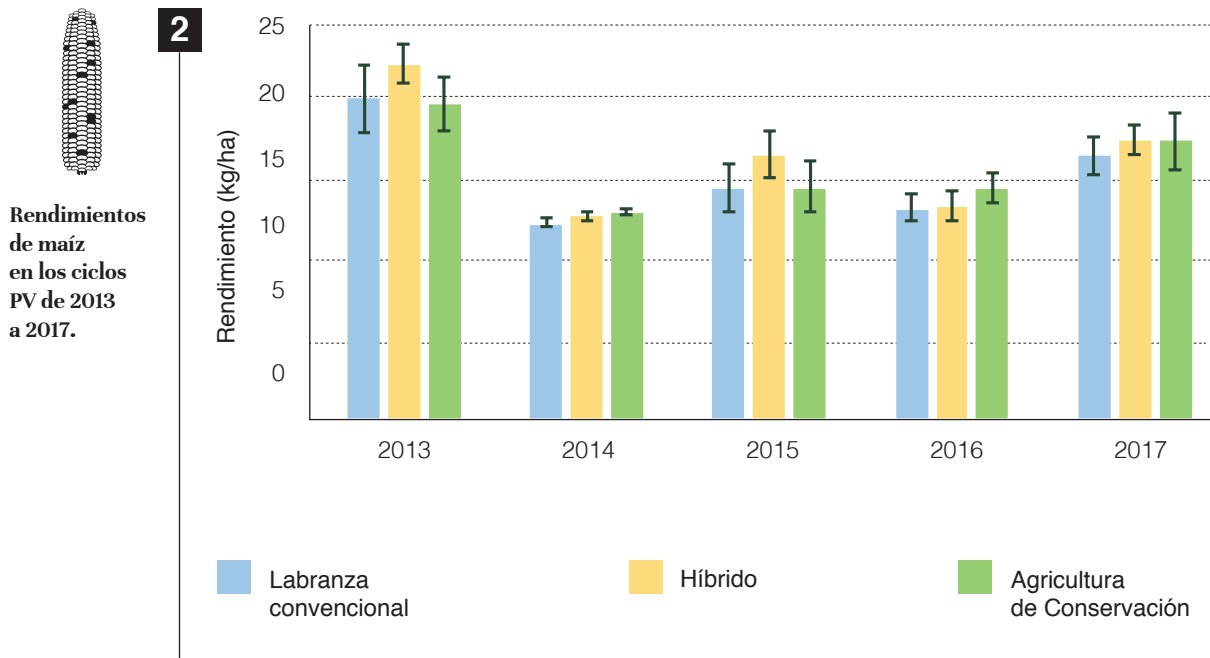
Porcentaje de materia orgánica a diferentes profundidades por tratamiento (2017).

Rendimiento y costos de producción

Para el análisis de rendimiento se seleccionaron los tratamientos MT-LCA-PP-V (labranza convencional) MT-H-PP-V (sistema híbrido) y MT-CPA-DD-B (Agricultura de Conservación), ya que las diferencias en rendimiento y costos de producción entre todos los tratamientos en AC fueron mínimas. Los rendimientos promedio de maíz de los ciclos OI del 2013 al 2017 fueron 15.9 t/ha para el tratamiento de AC, 16.5 t/ha en el sistema híbrido y 15.3 t/ha para la labranza convencional; no se observan diferencias marcadas entre los tres sistemas de producción (gráfica 2). En general, no

se observaron grandes diferencias en rendimiento de maíz entre Agricultura de Conservación y labranza convencional bajo condiciones de riego, lo cual se debe a que en ambos sistemas no hay falta de agua o nutrientes.

La principal diferencia en los sistemas evaluados son los costos de producción y la utilidad neta del cultivo (cuadro 2) al comparar la AC con la labranza convencional, se tiene un ahorro de 11%, que equivale a \$2,868 por ha en los costos de producción y un incremento de \$5,364 por ha en la utilidad neta del cultivo de maíz.



Cuadro 2. Costos de producción y utilidades netas promedio obtenidas en los ciclos PV de 2013 a 2017.

Sistema	Costos de producción (\$/ha)	Utilidad neta (\$/ha)
Labranza convencional	\$25,332	\$22,266
Sistema híbrido	\$22,521	\$27,074
Agricultura de Conservación	\$22,423	\$27,630

Los rendimientos promedio de trigo de los ciclos OI del 2014 al 2016 fueron 6.7 t/ha para el tratamiento de AC, 6.5 t/ha en el sistema híbrido y 6.0 t/ha para la labranza convencional; no se observa diferencias significativas entre los tres sistemas de producción (gráfica 3).

Los costos de producción por hectárea para el ciclo OI 2014-2015 fueron \$19,154 para la labranza convencional y el sistema híbrido, mientras que para la AC fueron \$16,204, esto representa un ahorro de 15% (\$2,950 por ha). Las utilidades obtenidas para el mismo ciclo fueron \$2,159 para labranza convencional, \$2,482 para el sistema híbrido y \$10,954 para la AC; por lo tanto, se tuvo un incremento de \$8,795 por ha en la utilidad neta del cultivo de trigo.

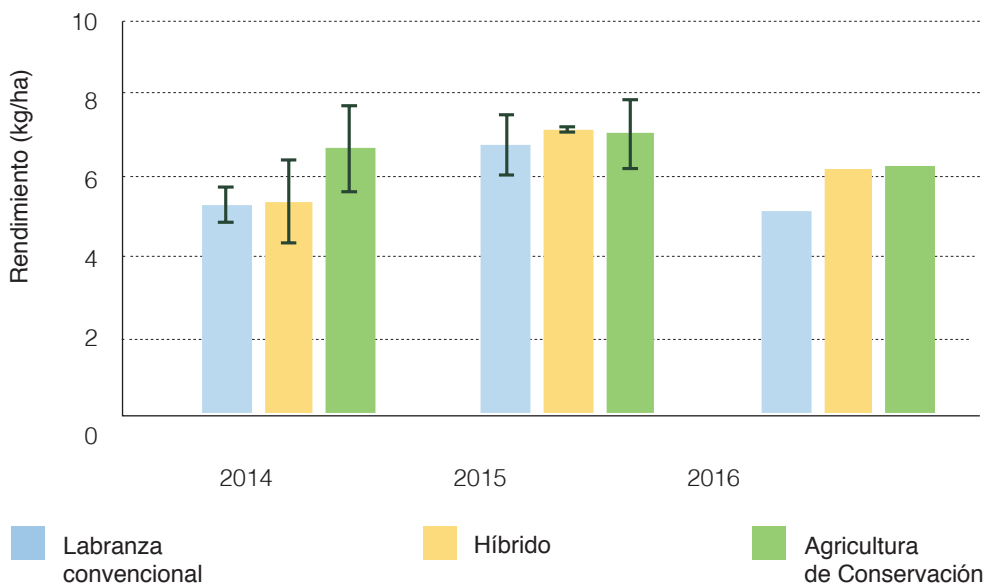
Al tomar en cuenta los dos ciclos del año se tiene un ahorro de 13% (\$5,858.29 por ha) en los costos de producción y un incremento en la ganancia de \$14,15.18 por ha para

el productor, en comparación con el sistema de labranza convencional.

Conclusiones de los resultados

En comparación con los tratamientos de labranza convencional y sistema híbrido, se obtuvo un incremento promedio de 1% con los tratamientos de camas permanentes anchas y de 2.1% con los tratamientos de camas permanentes angostas. Por lo tanto, la calidad del suelo mejora significativamente al emplear AC dejando el rastrojo en ambos ciclos, con la condición de que se realice la segunda aplicación de fertilizante enterrado y en banda.

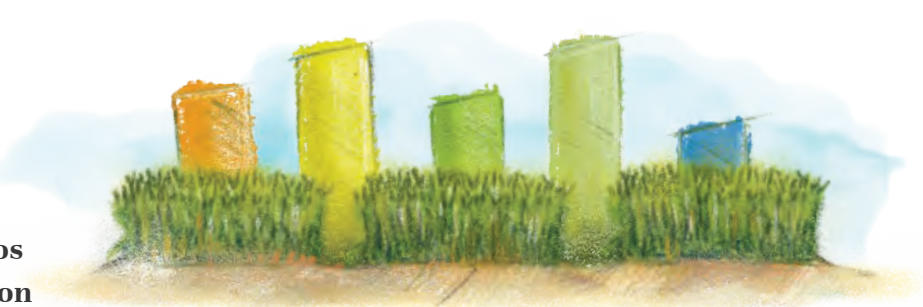
La AC permite disminuir los costos de producción entre un 11% y un 15% por ciclo, además permite incrementar la utilidad neta de los cultivos y los rendimientos obtenidos son similares, en algunos ciclos superiores, a los alcanzados con la labranza convencional y el sistema híbrido. *



3

Rendimientos de trigo en los ciclos OI de 2013 a 2016.

■ La AC permite disminuir los costos de producción entre un 11% y un 15% por ciclo, además permite incrementar la utilidad neta de los cultivos y los rendimientos obtenidos son similares, en algunos ciclos superiores, a los alcanzados con la labranza convencional y el sistema híbrido.



Experimentos con aplicaciones foliares de micronutrientes en maíz

MasAgro Querétaro

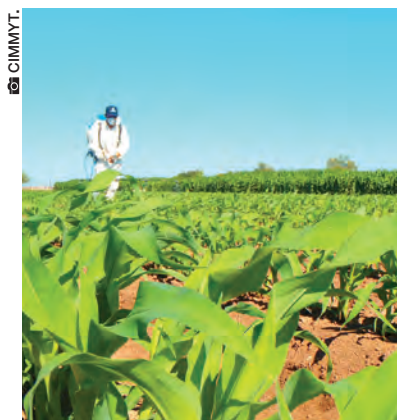
■ Por: Iván Ortiz-Monasterio y equipo de MasAgro Querétaro – CIMMYT

Derivado del estudio de fertilidad realizado en el marco del proyecto MasAgro Querétaro, liderado por Iván Ortiz-Monasterio, Kai Sonder y Víctor Hernández, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, y cuyos resultados se publicaron en febrero de 2018, este artículo contextualiza la realización de experimentos de aplicaciones foliares de micronutrientes en maíz, orientados a cuantificar los impactos que éstos tienen en el rendimiento.

El estudio de fertilidad está conformado por los resultados de 101 muestras de suelo que se tomaron durante marzo y abril de 2017 en los municipios de Pedro Escobedo y San Juan del Río. Se generó un plan para tener

una buena distribución de las muestras en los municipios y, de esta forma, asegurar que fueran representativas. Las muestras de suelo fueron tomadas por SAQ (Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro, A.C.), a una profundidad de 0 a 30 cm, colectando una muestra compuesta con por lo menos 10 puntos de submuestreo en cada parcela. Una vez georreferenciadas y colectadas, se enviaron a Fertilab, en Celaya, Guanajuato, para su análisis. Los resultados de los análisis se clasificaron en siete grupos: muy bajo, bajo, moderadamente bajo, mediano, moderadamente alto, alto y muy alto. Por tratarse de información confidencial del laboratorio, no se muestran ahora los valores numéricos de estas siete clasificaciones.

Aplicaciones foliares de micronutrientes.



Los resultados de los análisis de suelo mostraron que las deficiencias de algunos micronutrientes se presentan con mucha frecuencia en Querétaro. En el caso del boro, 99% de las muestras de suelo salieron entre muy bajas y bajas; en el Zn, 81% entre muy bajas y moderadamente bajas; y en el caso de Fe, 29% salieron entre muy bajas y moderadamente bajas. En el caso de Fe, a pesar de que el número de muestras de suelo con niveles bajos

es relativamente reducido, decidimos incluirlo porque hay algunas zonas en Pedro Escobedo donde este tipo de deficiencia es clara. Con base en estos resultados se decidió medir el impacto que tienen estos tres micronutrientes en combinación aplicados foliarmente en los rendimientos de maíz. Para ello se establecieron 10 experimentos durante el ciclo PV 2017 en el cultivo de maíz en cuatro municipios de Querétaro (cuadro 1).

Cuadro 1. Sitios de evaluación de micronutrientes en el estado de Querétaro, ciclo PV 2017.

Municipio	Localidad	Productor	Coordenadas	Elevación (msnm)	Híbrido
Pedro Escobedo	Noria Nueva	J. Guadalupe Hernández Bravo	20°33'7.12" N, 100°06'7.29" O	1,908	Dekalb 2061
Pedro Escobedo	El Sauz	Israel Martínez Moreno	20°26'56.61" N, 100°07'58.54" O	1,947	Caimán
Pedro Escobedo	Epigmenio González	Gerónimo Martínez	20°33'21.28" N, 100°06'14.63" O	1,909	Cimarrón
El Marqués	Presa de Rayas	Antonio Moreno Camacho	20°48'29.83" N, 100°13'43.67" O	2,042	Antilope
El Marqués	Presa de Rayas	José Luis Orlando Villegas Díaz	20°47'11.92" N, 100°12'46.01" O	2,006	CRM-52
El Marqués	Presa de Rayas	Jesús Moreno Martínez	20°47'11.71" N, 100°12'26.54" O	2,011	CRM-52
El Marqués	Presa de Rayas	Jaime Olvera Chico	20°47'20.96" N, 100°12'43.75" O	2,010	CRM-52
San Clemente	Chintepec 1	Darío Ferrer Martínez	20°28'38.17" N, 100°04'38.66" O	1,988	P3015W
San Clemente	Chintepec 2	Darío Ferrer Martínez	20°28'38.12" N, 100°04'44.80" O	1,900	P3015W
San Juan del Río	San Isidro	Francisco Javier Gervasio Paz	20°26'28.52" N, 100°00'51.06" O	1,903	P1015W

Se evaluaron cuatro tratamientos en estos experimentos: un testigo absoluto (no se aplicó nada), manejo del productor (se aplicaron diferentes productos) y dos dosis de una mezcla de micronutrientes (cuadro 2). Estos micronutrientes incluyeron Zn, Fe, B y Mo. Los primeros tres se seleccionaron con base en los estudios de los análisis de suelo de los municipios de Pedro Escobedo y San Juan

del Río, mientras que el Mo venía en la fuente de boro que se usó., incluido en la mezcla. Generalmente el Mo presenta respuesta en leguminosas. Los productos y las dosis que se usaron fueron Amino zinc 1 L + Top boro-molibdeno 1 L + Top fierro 0.5 L. Los momentos de las aplicaciones foliares fueron en las etapas fenológicas V5 y V6, y la segunda aplicación en V11 y V12.

Cuadro 2. Descripción de tratamientos de las evaluaciones de micronutrientes, en el estado de Querétaro, ciclo PV 2017.

Tratamientos	Descripción (L ha ⁻¹)
1	Manejo local del agricultor
2	0 Aplicación foliar (Testigo)
3	1 Aplicación foliar (Aminozinc 1 + Top boro-molibdeno 1 + Top fierro 0.5)
4	2 Aplicaciones foliares (Aminozinc 1 + Top boro-molibdeno 1 + Top fierro 0.5)

Estos experimentos se realizaron en los municipios de Pedro Escobedo, El Marqués, San Clemente y San Juan del Río, siguiendo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Las localidades 4 y 5 presentaron problemas serios de población de plantas en algunos de los tratamientos, por lo que se eliminaron del análisis estadístico, ya que en los datos de rendimiento estarían confundidos los efectos de población y los efectos de las aplicaciones foliares. La localidad 10 también se eliminó porque se midió la producción de forraje y no la producción de grano, como en las demás, lo que impidió que se pudiera comparar con las otras localidades. Por último, se eliminó del análisis la localidad 8 por tener una respuesta que es difícil de explicar biológicamente. A continuación se presentan los resultados de las seis localidades restantes.

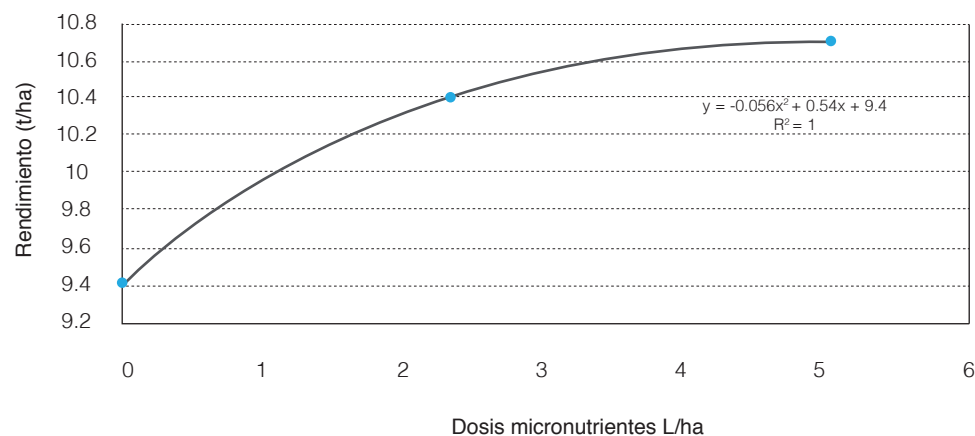
En la gráfica 1 se puede notar que hay una respuesta cuadrática en rendimiento de grano a las aplicaciones foliares. La respuesta mayor se observa con una aplicación foliar con un incremento en el rendimiento aproximado de 1 t ha⁻¹ con respecto al testigo sin aplicar y con dos aplicaciones el incremento es de 1.3 t ha⁻¹ con respecto al testigo sin aplicar. Se necesitaría realizar un análisis económico para decidir si dos aplicaciones son redituables para el productor.

En el cuadro 3 se puede observar la comparación del rendimiento de grano entre el tratamiento 1, que es el manejo del productor, y el tratamiento 2, que es el testigo absoluto donde no se aplicó ningún producto foliar. Podemos observar que no existió una diferencia significativa entre estos dos, lo cual quiere decir que los productos que están aplicando los agricultores actualmente no resultan en un incremento de la producción.



1

Respuesta promedio de seis localidades a la aplicación de una dosis de 2.5 L ha⁻¹ de una mezcla de micronutrientes (Zn, Fe, B y Mo) y a la aplicación de dos dosis de 2.5 L ha⁻¹ de la misma mezcla de micronutrientes en las etapas fenológicas de V5-V6 y V11-V12.



Cuadro 3. Efecto de la aplicación de micronutrientes en seis localidades sobre el rendimiento de grano de maíz en el estado de Querétaro, ciclo PV 2017.

Tratamiento	Descripción (L ha ⁻¹)	Rendimiento grano maíz t ha ⁻¹
1	Manejo local del productor	9.5 B
2	0 Aplicación foliar (Testigo)	9.4 B
3	1 Aplicación foliar (Aminozinc 1 + Top boro-molibdeno 1 + Top fierro 0.5)	10.4 AB
4	2 Aplicaciones foliares (Aminozinc 1 + Top boro-molibdeno 1 + Top fierro 0.5)	10.7 A
	DMS _{0.5} ²	1.1
	Rendimiento promedio 6 localidades	10
	C.V. ³	16.5

²Valores en una misma columna seguidos de una letra distinta son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

³Diferencia mínima significativa.

³Coefficiente de variación.

CONCLUSIONES

Los resultados de los experimentos de aplicaciones foliares de micronutrientes confirman el diagnóstico de los análisis de suelos, los cuales mostraron que la deficiencia de Zn, Fe y B es prevalente en la región. Por otro lado, estos experimentos muestran que la deficiencia de micronutrientes está reduciendo en promedio los rendimientos de maíz en 1.3 t ha⁻¹.

La recomendación es que hay que complementar las aplicaciones al suelo de nutrientes como N, P, y S con aplicaciones foliares de micronutrientes (Zn, Fe y B) para los municipios de Pedro Escobedo, San Juan del Río, El Marqués y San Clemente.

Resultados del análisis de suelo recientes sugieren que para el municipio de Cadereyta sería importante, además de agregar a las aplicaciones foliares de Zn, Fe y B, así como de agregar también Cu y Mn, ya que los análisis de suelo muestran que en Cadereyta estos

últimos dos micronutrientes también son comúnmente deficientes.

Por medio del impulso que MasAgro Querétaro da al tema de la fertilidad en la región, se orientan acciones para derivar y traducir el resultado de los trabajos de investigación en recomendaciones puntuales de fertilización para los productores. Las recomendaciones se acercarán al productor con el apoyo del equipo técnico del proyecto, conformado por técnicos certificados en Agricultura Sustentable por el CIMMYT, colaboradores de SAQ A.C. y del equipo responsable de las plataformas de investigación de MasAgro Querétaro, quienes mantienen una estrecha vinculación con las asociaciones de productores de la región. Dicha vinculación e interacción facilita y coadyuva a la transferencia de conocimiento y tecnología al productor del Bajío queretano, para facilitar la toma de decisiones en materia de fertilidad y, con ello, mejorar significativamente sus rendimientos, optimizando los insumos de fertilización y utilizando la información a su favor. *

Es oportuno complementar las aplicaciones al suelo de nutrientes como N, P, y S con aplicaciones foliares de micronutrientes (Zn, Fe y B) para los municipios de Pedro Escobedo, San Juan del Río, El Marqués y San Clemente.



LA CHARLA



Iván Ortiz-Monasterio

Tecnología aplicada a los suelos

No sólo nos hemos enfocado en aumentar los rendimientos, sino también en incrementar el valor nutricional de los granos con los que estamos trabajando. Específicamente, en el cultivo de trigo hemos visto que diferentes prácticas agronómicas tienen una importancia fundamental en la concentración de los micronutrientes en el grano.



Iván Ortiz-Monasterio se desempeña como científico principal en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Trabaja en el Programa de Intensificación Sustentable, donde colabora en varios proyectos, entre ellos, MasAgro, COMPASS, CCAFS (Climate Change Agriculture and Food Security) y HarvestPlus. El doctor Ortiz-Monasterio se encarga de supervisar, principalmente, aspectos relacionados con fertilidad de suelos. En esta edición de “La Charla” nos comparte un poco de su trabajo e investigación.

Revista EnlAcE (AC).- *¿Qué consecuencias ambientales tienen las actuales prácticas agrícolas que se llevan a cabo en México?*

Iván Ortiz-Monasterio (OM).- Actualmente se emplean aproximadamente 118 millones de toneladas de nitrógeno a escala mundial. Ese número tal vez no le diga mucho a la gente; sin embargo, si lo ponemos en la perspectiva del ciclo de nitrógeno a escala mundial, esa cantidad es más de lo que fijan de forma natural todos los ecosistemas, y el problema es que de esos 118 millones de toneladas, la eficiencia —por lo menos la de los cereales— es de aproximadamente sólo 33%. Esto quiere decir que de cada 100 kg de nitrógeno que aplican los productores en sus cultivos de cereales, solamente una tercera parte es recuperada por el cultivo.

Pero ¿qué pasa con todo ese nitrógeno que no es recuperado por la planta? Vemos que tal vez 20% se queda almacenado en el suelo, en la materia orgánica, pero aproximadamente 50% se pierde del sistema y tiene impactos ambientales importantes. Por ejemplo, parte de ese nitrógeno se pierde como nitratos y causa problemas de eutrofización en lagos, lagunas y sistemas marítimos. La eutrofización es el crecimiento de algas; cuando esas algas comienzan a descomponerse, consumen el oxígeno que hay en el agua y los peces de los alrededores mueren por asfixia.

Parte de ese nitrógeno también se volatiliza hacia la atmósfera como óxido nitroso, que es uno de los tres gases de efecto invernadero (GEI) más importantes. Las emisiones en los sistemas de producción de trigo del Valle del Yaqui, por ejemplo, donde ya



hicimos mediciones —las primeras, en la década de 1990— fueron de las más altas reportadas en una publicación en colaboración con la Universidad de Stanford. El objetivo fue ver qué tanto podíamos reducir esas emisiones de óxido nitroso modificando la dosis y el momento de aplicación de nitrógeno. Las buenas noticias fueron que podíamos reducir las emisiones en 50% sin afectar el rendimiento y la calidad del trigo e incrementando la rentabilidad del productor, por la reducción de las dosis que se utilizaron.

AC.- *Al hablar de fertilidad de suelos, ¿cuáles son los factores que tienen mayor influencia en la producción agrícola?*

OM.- Si revisamos estudios —no sólo en México, sino a escala internacional—, la disponibilidad de agua y la nutrición tienden a ser los dos factores que tienen la mayor influencia en la producción de maíz y de trigo. Dentro de éstos, el manejo de nitrógeno tiene un especial interés, porque —en mi opinión, y creo que de muchas personas— tiende a ser el factor más importante dentro del manejo de la nutrición de cultivos.

Claro que existen situaciones, por ejemplo, de suelos ácidos, donde obviamente ahí es más importante corregir problemas de toxicidad de aluminio antes de empezar a corregir problemas de deficiencia de nitrógeno, pero —en general— el nitrógeno ha sido un tema que es de especial interés para nosotros en el CIMMYT, y lo estamos viendo no sólo desde el punto de vista de la importancia que tiene para la nutrición de cultivos, sino también

del impacto ambiental que tiene. Por lo anterior, muchas de nuestras prácticas se han enfocado en incrementar la eficiencia para que sea más rentable para el productor, pero también para minimizar el impacto ambiental.

La acidez de suelos es uno de los temas de interés para nosotros porque vemos mucho potencial. Estamos trabajando, específicamente, en Chiapas, Zacatecas, Jalisco y Querétaro. En Chiapas tenemos aproximadamente cinco años, y en Zacatecas, cuatro, y hemos tenido resultados muy buenos. Podríamos decir que estamos duplicando el rendimiento en la mayoría de los casos, y muchas veces, triplicándolo. Nuestro mejor caso, totalmente documentado, es un productor de Zacatecas que estaba cosechando 300 kg y el primer año con encalado alcanzó a subir a 3 toneladas, que es un incremento de diez veces en el rendimiento; el segundo año subió de 3 a 8 toneladas. Esto no pasa con la mayoría de los productores, pero nos muestra el potencial que tiene para algunos de ellos en esa región.

AC.- *¿Qué acciones y tecnologías promueve el CIMMYT en México para reducir las emisiones de nitrógeno en la producción agrícola?*

OM.- Tenemos más de doce años trabajando en colaboración con la Universidad Estatal de Oklahoma, donde empezaron a desarrollar unos sensores que se llaman GreenSeeker™, que miden reflectancia en infrarrojo y rojo en las plantas, lo que nos permite medir un índice vegetativo que se llama NDVI, lo que nos ayuda a determinar

las necesidades de nitrógeno de los cultivos. Pero ellos los desarrollaron para productores comerciales de Estados Unidos y nuestra colaboración se ha enfocado en adaptar esa tecnología a los pequeños productores en países en vías de desarrollo.

La primera herramienta de GreenSeeker™ que salió tenía un costo aproximado de \$5,000 USD, y con esa ya llevamos más de nueve años trabajando en el Valle del Yaqui. Se llegó a adoptar en unas 8,000 hectáreas, pero esa tecnología dependía de la presencia de asesores técnicos que pudieran implementarla en campos de productores, y por más de ocho años recibimos apoyo por parte del Gobierno Federal para poder contratar a esos asesores que llevaran la tecnología a los productores.

Por varias razones, ese apoyo dejó de llegar y la tecnología dejó de utilizarse; sin embargo, al mismo tiempo, se acercaron tres compañías de drones, en los que también se pueden montar cámaras que miden NDVI, que es muy parecido a lo que mide el GreenSeeker™. Hicimos algunos estudios para ver si los valores eran equivalentes, si se correlacionaban bien, y afortunadamente sí se correlacionan bien. Ya el año pasado hubo una compañía que empezó a transferir la tecnología, pero con el uso de drones y cobrando por el servicio, y los productores estuvieron dispuestos a pagar por eso.

Además, tenemos también otra tecnología que se llama GreenSat, con la que también podemos medir NDVI con imágenes de satélite, y hay muy buena correlación entre lo que medía el GreenSeeker™ y lo que mide este satélite. Ya empezamos el proceso de transferencia y esa tecnología de satélites se adapta mejor a productores que tienen extensiones más grandes de tierra porque su resolución es de 8 × 8 metros; es decir, que el pixel o el cuadro más pequeño que ve es de 8 × 8 metros;

Debemos dedicarnos más a entender el suelo, qué es lo que está pasando en él.



entonces, los productores necesitan tener parcelas relativamente grandes para poder medir con precisión. Y funciona muy bien en el caso del trigo que se siembra en el invierno en el desierto de Sonora, donde hay muy poca nubosidad. Cuando tratamos de implementar esta tecnología con maíz en Guanajuato durante la época de lluvias, tuvimos el problema de mucha nubosidad, y eso evitó que se pudiera aplicar bien.

Lo que estamos viendo es, más bien, generar un grupo de tecnologías que van en la caja de herramientas del asesor técnico, y éste —dependiendo del tipo de productor con el que está tratando— va a decidir si utiliza el Green-Sat, el dron o el sensor terrestre para hacer estos diagnósticos de nitrógeno.

Estamos evaluando otras tecnologías, como los inhibidores de la nitrificación, los fertilizantes de lenta liberación y la fertirrigación, esta última consiste en aplicar, en este caso, el fertilizante nitrogenado dentro de los sistemas—por ejemplo— de riego por goteo. Ya hay evidencia en otros países, generalmente de zonas templadas, sobre todo de los inhibidores de la nitrificación y los fertilizantes de lenta liberación, que estas tecnologías sí ayudan a reducir las emisiones de óxido nítrico; pero en la zona del trópico y subtropico no existe nada de información, y es la que estamos tratando de generar.

También hay otra tecnología nueva, pero que apenas está en sus inicios, que son los biofertilizantes. Hemos visto que en algunas zonas están ayudando a reducir las dosis de fertilización nitrogenada, pero vemos que no todos funcionan igual o no funcionan en todas las regiones; nos falta mucho por aprender sobre esta tecnología para poder predecir con mayor certidumbre dónde funciona y dónde no, eso es algo que apenas está iniciando, pero que podría ser promisorio para el futuro.

La otra investigación interesante que se está desarrollando es que, generalmente, la cantidad de nitrógeno era lo que estaba asociado con las tasas de emisión de óxido nítrico, pero el año pasado se publicó un artículo en el que se menciona que el pH del suelo es el que está ayudando a explicar la variabilidad que hay en las emisiones en diferentes partes a escala mundial. Esto coincide con un proyecto que tenemos en México, donde estamos trabajando en resolver el problema de suelos ácidos, nosotros lo estábamos viendo exclusivamente desde una perspectiva de incrementar la productividad del maíz, pero creemos que al corregir los pH ácidos también podremos ayudar a reducir las emisiones de óxido nítrico.

AC.- *¿Qué tipo de alianzas se requieren para poder lograr los objetivos del CIMMYT en cuanto a minimizar el impacto ambiental que produce la emisión de nitrógeno?*

OM.- No me queda la menor duda de que necesitamos trabajar con política pública. Pienso que probablemente en el CIMMYT es donde podemos hacer el trabajo más importante a escala global para mitigar los problemas de exceso

de nitrógeno, porque más de una tercera parte se está aplicando en trigo y en maíz, que son los cultivos que trabajamos en el CIMMYT, y 70% de todo el fertilizante a escala mundial se aplica en países en vías de desarrollo, que es donde también trabaja el CIMMYT. Por eso tenemos la gran oportunidad de causar un impacto en la reducción del uso de nitrógeno a escala global.

Después de trabajar doce años en transferir este tipo de tecnologías con productores en México, queda muy clara la importancia que tiene aliarnos con el Gobierno para apoyarlo en el desarrollo de políticas públicas que contribuyan a la adopción de estas tecnologías que no sólo ayudarán a que los agricultores sean más productivos, sino que también ayudarán al Gobierno a cumplir los compromisos que han realizado sobre la mitigación de la emisión de óxido nítrico.

Todo esto va de la mano de los objetivos del Programa de Intensificación Sustentable, donde buscamos incrementar la productividad y minimizar el impacto ambiental considerando los aspectos socioeconómicos del sistema de producción. *

© Carlos Reynoso/CIMMYT.



Aportación de materia orgánica al perfil del suelo con camas permanentes en Agricultura de Conservación

■ Por: Miguel Ángel Martínez Gamiño – CIRNE-INIFAP

Por más de cincuenta años, los suelos del Altiplano de San Luis Potosí se han preparado para la siembra con un barbecho y uno o dos pasos de rastra. Eso destruye la estructura del suelo, invierte el perfil, diluye y acelera la oxidación de la materia orgánica, incrementa el escurrimiento y favorece la compactación. Además, los esquilmos de los cultivos son retirados en su totalidad al ser empleados como forraje. Después de la cosecha, la práctica del libre pastoreo es tradicionalmente aceptada, por lo que la cantidad de residuos de cultivos que se reincorporan al suelo es casi nula. Esta forma de producción agrícola, al acumularse por varios años, desgasta el potencial productivo de los suelos, reduce su fertilidad y, en consecuencia, el volumen de las cosechas.

Más de 40% de los suelos agrícolas a escala mundial han perdido su fertilidad natural debido al excesivo laboreo y la poca materia orgánica que se reincorpora a su perfil. La salud de los suelos y su productividad está relacionada con el contenido de materia orgánica, la cual favorece procesos como la agregación de las partículas de suelo, porosidad, infiltración, aireación, actividad microbiana, desarrollo de la raíz de los cultivos, asimilación de nutrientes, retención de humedad, estabilidad de agregados y la actividad de la fauna benéfica del suelo. Un suelo saludable favorece un buen crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos.

El Acuerdo de París (2016), sobre el cambio climático, hace un llamado a buscar alternativas que permitan incrementar en un 0.4% la materia orgánica para asegurar la producción de alimentos para una población mundial que en el 2050 alcanzará los 9 mil millones. Además, un suelo fértil es la mejor defensa de los productores frente a cambios climáticos.

La Agricultura de Conservación (AC) es un sistema que permite acumular materia orgánica en el suelo, pues uno de sus principios establece que el suelo requiere estar cubierto en al menos 30%. Con este porcentaje se reduce la erosión eólica e hídrica, al proteger la superficie del suelo. La mayoría de los reportes de AC hacen énfasis en el efecto del mantillo o residuos de cosecha que se dejan en la superficie. Sin embargo, estos residuos permanecen en la superficie y no son incorporados al suelo dado que éste no se mueve, por lo que la descomposición de esa materia orgánica ocurre en la superficie y no en la zona donde se desarrollan las raíces, lugar de donde la planta extrae la mayor parte de los nutrientes esenciales para lograr altos rendimientos. La acumulación de raíces en forma localizada en la zona de siembra influye en el mejoramiento de la estructura, además de aportar nutrientes al cultivo, tales como nitrógeno, potasio y calcio, y mejorar las cualidades higroscópicas del suelo. El uso de camas permanentes con AC

favorece que en el área de siembra se acumule el aporte de materia orgánica correspondiente a las raíces de los cultivos, siempre y cuando el suelo no se altere con métodos de preparación como el barbecho y la rastra, además de que se haga coincidir la siembra de los cultivos involucrados en una rotación de los mismos. Si en una rotación de cultivos se siembra uno en un área de la cama permanente y el siguiente en otra área, se pierde el efecto de la acumulación de las raíces.

El efecto que tienen las raíces sobre la estructura del suelo es evidente, dado que las raicillas secretan agentes cementantes que aglutinan las partículas de suelo, incrementado su estabilidad ante agentes dispersantes como el agua y el viento. Sin embargo, este efecto de las raíces se pierde cuando un suelo se barbecha y rastrea, además se ha cuantificado que gran parte de esta materia orgánica se desintegra al exponerse a la intemperización.

El objetivo de este estudio fue evaluar la aportación de materia orgánica al perfil del suelo con camas permanentes en Agricultura de Conservación.

El trabajo se desarrolló en la plataforma experimental MasAgro ubicada en Soledad de Graciano Sánchez, SLP, al final de la rotación maíz-triticale forrajero, que abarcó de mayo 2016 a abril 2017. Este lote se inició en 1995 con diferentes métodos de

preparación del suelo. En mayo de 2017 se tomaron muestras de suelo en los tratamientos de barbecho más rastra (B+R) y labranza cero, más 33% de cobertura al suelo (AC) en los estratos de 0.0-0.025, 0.025-0.05, 0.05-15.0 y 0.15-0.30 m. En cada muestra se delimitó una superficie de 0.20 m de ancho por 0.30 m de largo. Se extrajo el suelo alrededor de esta superficie para posteriormente cortar los estratos anteriormente señalados. Para las profundidades de 0.0-0.025, 0.025-0.05 m se obtuvo todo el suelo, mientras que en los estratos de 0.05-15.0 y 0.15-0.30 m se tomó el suelo de la parte media de cada estrato con un grosor de 0.025 m para, de esta forma, tener el mismo volumen. Se tomaron tres muestras al azar por tratamiento en las dos repeticiones del lote experimental. Se secaron las muestras al aire libre y se tamizó el suelo a través de una malla de 0.005 m. En ese momento, se separaron los restos de raíces más grandes. Se realizó una segunda tamizada del suelo con una malla de 0.0002 m y se retiraron los restos de raíces visibles. Las raíces colectadas se lavaron y se secaron en estufa a temperatura de 60 °C; luego, se pesaron para obtener la materia seca de las raíces de cada estrato. En el tratamiento con AC, previo al muestreo

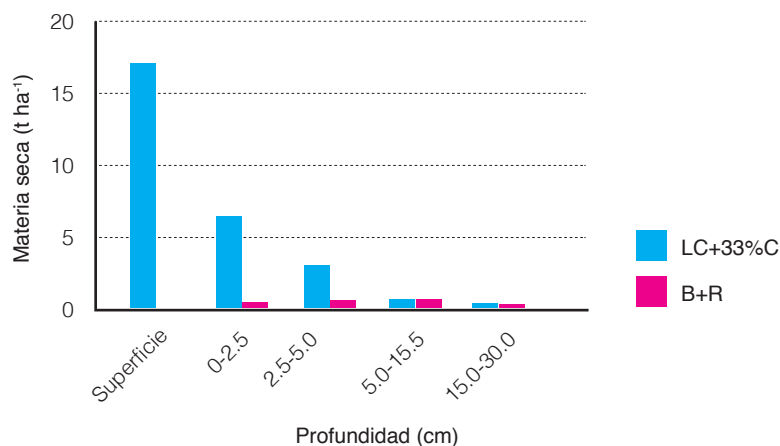
de suelo, se colectaron los residuos de cosecha en la superficie en el área delimitada para las muestras de suelo. En el caso de coincidir con los tocones (tallo y raíz) de maíz o triticale, éstos se cortaron al ras del suelo y se integraron a los residuos de cosecha en la superficie. Estos residuos se lavaron con agua, se secaron en la estufa a temperatura de 60 °C y se obtuvo el peso de materia seca. En el tratamiento B+R no se realizó este muestreo por no haber residuos de cosecha en la superficie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico del peso seco de los residuos de raíz en los tratamientos con BR y AC fue diferente, ($p < 0.05$), favorable a la interacción del tratamiento con AC y los estratos 0.0-0.025 y 0.025-0.05 m. La acumulación de materia seca en el primer estrato fue el equivalente a 6.6 t ha⁻¹, en el segundo de 3.1 t ha⁻¹, mientras que en el tratamiento de B+R en estos dos primeros estratos, el peso de los residuos fue de 0.5 y 0.6 t ha⁻¹, respectivamente. En los estratos de 0.05-0.15 y 0.15-0.3 m la materia seca de raíces fue similar estadísticamente en los dos tratamientos y con valores iguales o menores a 0.8 t ha⁻¹ (gráfica 1).

La diferencia en el peso de los residuos de raíz favorable al tratamiento con AC fue la consecuencia de no invertir el suelo, lo cual sí se hizo en el tratamiento con B+R. Con AC, los residuos de las raíces de los cultivos de maíz y avena permanecieron en la zona de siembra de las camas permanentes. En cambio, con B+R, las raíces de estos cultivos se mezclan en el suelo durante el barbecho y rastra, y su cantidad acumulada en el perfil del suelo fue muy baja. La ausencia de labranza en el tratamiento con AC influyó para que en los primeros cinco centímetros se registraran en total 9.7 t/ha de materia seca de las raíces acumuladas en la zona de siembra, mientras que, a la misma profundidad, en el tratamiento con B+R se registraron 1.1 t ha⁻¹.

En el tratamiento con AC, el peso en materia seca de los residuos del rastrojo de maíz, la paja de la avena y los tocones de estos cultivos fue de 17.4 t ha⁻¹, mientras que con B+R no se tuvieron residuos de cosecha en la superficie del suelo. La suma de materia seca presente en el perfil del suelo del tratamiento con AC, de la superficie a 0.3 m de profundidad en la zona de siembra, fue de 28.4 t/ha, mientras que en B+R fue de 2.3 t/ha.



1



Aportación de materia orgánica al perfil del suelo con camas permanentes con diferentes métodos de labranza en la plataforma de investigación MasAgro en Soledad de Graciano Sánchez, SLP.

Los resultados reflejan el efecto de 22 años en la acumulación de materia orgánica en el perfil del suelo y en la superficie del mismo, pues cada año se han dejado 1.3 t ha⁻¹ de residuos de cosecha. Teóricamente, el total de residuos depositados, en los 22 años de estudio, corresponde a 28.6 t ha⁻¹. En el presente estudio sólo se registraron 17.4 t ha⁻¹, por lo que la diferencia, 11.2 t ha⁻¹, se puede atribuir a la cantidad que se ha descompuesto durante ese tiempo.

En el tratamiento con Agricultura de Conservación en la zona de siembra, la raíz tejió una red que permitió retener el suelo al momento de tomar la muestra de suelo y poderla sostener en forma vertical.

PESO DE LA RAÍZ DE MAÍZ Y AVENA

El análisis estadístico del peso seco de la raíz de maíz del ciclo primavera-verano 2016 reportó diferencias ($p > 0.05$) favorables a AC con un valor de 7.0 t ha⁻¹, mientras que en el tratamiento de B+R fue de 1.5 t ha⁻¹. Para el peso seco de la raíz del cultivo de la avena, del ciclo otoño-invierno 2016-2017 se obtuvieron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) favorables al tratamiento con AC, con 3.4 t ha⁻¹ contra 1.2 t ha⁻¹ del B+R.

Lo anterior refleja que en AC se han generado mejores condiciones físicas, así como menor porosidad, una densidad aparente de 1.2 g cm⁻³ y un valor de compactación del suelo de 1,200 KPa; mientras que en B+R la densidad aparente fue de 1.4 g cm⁻³, una compactación de 7,500 KPa (Martínez, *et al.*, 2014). En el tratamiento con B+R, ciclo tras ciclo de cultivo, el suelo termina con una fuerte compactación, después de haber quedado totalmente mullido para la siembra. Esta compactación es la resultante de la poca materia

orgánica en el suelo, lo que favorece que, al contacto con el agua del primer riego o la primera lluvia después de la siembra, éste se endurezca, lo cual dificulta el desarrollo de la raíz, tanto del cultivo de maíz como de la avena, ocasionando las diferencias en peso seco reportadas en el perfil del suelo.

En el tratamiento con AC, la cantidad de materia orgánica dejada en el perfil del suelo por concepto de las raíces de maíz y avena fue en total del 10.4 t ha⁻¹; en 22 años se dejaron de 228.8 t ha⁻¹. En cambio, en el tratamiento de B+R, la cantidad de raíces al año fue de 2.7 t ha⁻¹, por lo que en 22 años fue de sólo 59.4 t ha⁻¹.

CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA AÑADIDA AL SUELO POR AÑO

En el tratamiento de B+R, cuando se barbecha el suelo a una profundidad de 0.3 m, con una densidad aparente de 1.4 g cm⁻³, se mueven 4,200 t ha⁻¹ de suelo. Si el total del peso seco de la raíz de maíz y avena al año fue de 4.6 t ha⁻¹ al año, esto representa 0.11% del volumen del suelo que se remueve con el barbecho, por lo que el B+R tuvo una capacidad de aportar al suelo 0.11% por año como materia orgánica sólo por el concepto de raíces, lo que en realidad es el único aporte, dado que el rastrojo es cosechado en su totalidad. Este porcentaje de aporte es muy bajo si se considera que el Acuerdo de París (2016) menciona la necesidad de incrementar la materia orgánica al menos 0.4% para poder conservar la fertilidad del suelo. La reducción de la materia orgánica del suelo en este tratamiento es un factor clave en el deterioro de la fertilidad química y física y, en consecuencia, en el rendimiento de los cultivos.

En cambio, en AC, las raíces no se mezclan con el suelo, se mantienen en

el mismo lugar en donde año con año se ha sembrado y se seguirá sembrando. En la zona de siembra de las camas permanentes, el volumen de suelo al considerar un área de siembra de 0.20 m por 100 m de longitud de los surcos, 0.3 m de profundidad, 121.21 surcos por hectárea y una densidad aparente de 1.2 g cm⁻³, el peso del suelo es de 872.712 t ha⁻¹, por lo que el total del peso de la raíz de maíz y avena, 10.4 t ha⁻¹, representa el 1.19% del peso del suelo en el área de siembra. Este porcentaje sobrepasa la cantidad de materia orgánica sugerido por el Acuerdo de París, por lo que la siembra continua de cultivos en la zona de siembra con camas permanentes en Agricultura de Conservación (AC) puede ser considerada una alternativa para incrementar la materia orgánica en el perfil del suelo, independientemente de lo que se acumule en la superficie.

CONCLUSIONES

La Agricultura de Conservación con camas permanentes y con un área de siembra bien definida para que coincida en cada cultivo permitió incrementar la materia seca de la raíz de los cultivos de maíz y avena en un 21.4% y 35.3% respectivamente, en relación al B+R.

El total del peso de raíces de maíz y avena que se dejan en el suelo con AC, 10.4 t ha, representó 1.19% del peso del suelo en la zona de siembra en camas permanentes y, en B+R, la cantidad de raíces que quedan en el suelo fue el 0.11% del peso del suelo que se pierde al barbechar una hectárea. *

Referencias

Martínez Gamiño, M.A. *et al.* (2014). Efecto del fertirriego y labranza de conservación en propiedades del suelo y el rendimiento de maíz, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6).



Análisis económico de una parcela de sorgo bajo Agricultura de Conservación

Zona Media de San Luis Potosí

■ Por: Israel Lerma Reyes – Técnico cooperante CIMMYT-MasAgro-INGP

El rendimiento económico de las actividades agrícolas es un tema amplio, ya que implica dar a conocer si la actividad es rentable o se encuentra en números rojos. Los beneficios de la AC y el MAP son palpables en la Zona Media de San Luis Potosí gracias a MasAgro; existen distintos aspectos que permiten la viabilidad y la rentabilidad de aplicar estas innovaciones con más productores.

Los resultados exitosos se deben al fortalecimiento de las diferentes actividades durante el desarrollo del cultivo, que permitan economizar, sin dejar de lado el rendimiento. A continuación se presenta el análisis de las actividades en el proceso de producción, el gasto y la relación costo-beneficio en una parcela convencional, de acuerdo con el año de acondicionamiento (Año Cero) y la siembra directa de la zona.

PREPARACIÓN DEL TERRENO

De acuerdo con los datos presentados en el cuadro 1, los trabajos realizados, desde el acondicionamiento de parcelas para iniciarlas en AC, hasta los años de siembra directa, son herramientas que facilitan a los técnicos la implementación de innovaciones con el productor, enfocadas en disminuir sus gastos de producción y aumentar su relación costo-beneficio a medida que avanza en el sistema de AC.

Como se puede observar en el cuadro 1, reducir los costos de preparación al eliminar la práctica de barbecho en el año de acondicionamiento significa una reducción de gastos de 52%,

comparado con el Año 1 de AC, cuya reducción es de 54%; en este aspecto, el beneficio es no gastar, al tiempo de mejorar el terreno, lo cual permite recuperar sus propiedades físicas; aunque los rendimientos sean estimados para fines comparativos, se da un indicativo del camino que se debe de seguir en cuestión de preparación de suelo en AC y las ganancias al disminuir los costos de producción.

SIEMBRA

Los gastos en el costo de semilla y en el costo por la aplicación se mantienen iguales; sin embargo, cabe aclarar, por la experiencia adquirida y validada en diferentes fuentes — como la BEM—, que en parcelas que cuentan con Año Cero y Año 1 de AC se puede aumentar la cantidad de semilla por hectárea; de esta manera aumenta el gasto por costo de semilla, pero los resultados en producción se ven favorecidos. En este caso, el cultivo es sorgo, en el cual se eligen variedades tolerantes a las afectaciones por pulgón amarillo, como los híbridos GW 9320, GW 9417 y DAS4430, que han presentado muy buenos resultados en las evaluaciones de rendimiento.

FERTILIZACIÓN

La práctica de aplicación química de productos como nutrición del cultivo no es común en la zona; sin embargo, la aplicación de biofertilizantes en los dos tipos de agricultura sí lo es. Los datos que respaldan la aplicación química

Cuadro 1. Análisis económico de una parcela de sorgo bajo Agricultura de Conservación.

Concepto	Agricultura convencional				Año Cero				Año 1 AC				
	Unidad	Cant.	Costo unitario	Costo total/ha	Unidad	Cant.	Costo unitario	Costo total/ha	Unidad	Cant.	Costo unitario	Costo total/ha	
Preparación del terreno													
Barbecho	ha	1	1,200	1,200	ha				ha				
Subsileo	ha				ha	1	500	500	ha				
Rastreo	ha	1	600	600	ha	1	600	600	ha				
Clifosato	ha				ha				ha	1	560	560	
Bordeo o reformación	ha	1		450	ha				ha	1	450	450	
Subtotal				2,250								1,100	
Siembra													
Semilla certificada	kg	12	60	720	kg	12	60	720	kg	12	60	720	
Siembra	ha	1	500.00	500	ha	1	500.00	500	ha	1	500.00	500	
Subtotal				1,220				1,220				1,220	
Fertilización													
Biofertilizante	kg	1	100	100	kg	1	100	100	kg	1	100	100	
Urea	kg				kg				kg			0	
Map	kg				kg				kg				
Subtotal				100				100				100	
Control de malezas													
2,4 d-amina	L	2	120	240	L				L				
Sulfunilurea	g				g	300	300	300	g	300	300	300	
Escarda	ha	1	450	450									
Aplicación	jr	1	200	200	jr	1	200	200	jr	1	200	200	
Subtotal				890				500				500	
Control de plagas													
Imidacloprid	L	.500	1,000	500									
Spinetoram	L	.075	200	200	L	.075	200	200	L	.075	200	200	
Aplicación	jr	3	200	600	jr	1	200	200	jr	1	200	200	
Subtotal				1,300				400				400	
Cosecha													
Trilla	ha	1	600	600	ha	1	600	600	ha	1.00	600	600	
Subtotal				600				600				600	
Costo total de cultivo				6,660					3,920				
Parámetros													
Rendimiento esperado	Unidad	Importe			Unidad	Importe			Unidad	Importe			
	t/ha	2			t/ha	2			t/ha	2			
Precio de venta proyectado	\$	3,300			\$	3,300			\$	3,300			
Ingresos	\$/ha	6,600			\$/ha	6,600			\$/ha	6,600			
Relación beneficio/costo	B/C	.99			B/C	1.6			B/C	1.7			
Utilidad neta por ha	\$	-60			\$	2,680			\$	2,770			

en parcelas de AC están registrados en la BEM, donde los módulos manejados con 60 unidades de fósforo y 50 unidades de nitrógeno a la siembra tienen diferencias de hasta 2.5 t/ha comparadas con los testigos, que no tienen ninguna nutrición química. Se debe de señalar y hacer la recomendación de que, para que esta fertilización sea factible, los módulos mencionados han tenido una incorporación de 100% de residuo y siembra directa sobre camas permanentes angostas.

CONTROL DE MALEZAS

Esta actividad en la zona tiene una gran peculiaridad que se ve reflejada en la agricultura convencional, en la cual la aplicación de herbicidas de tipo hormonal, que es utilizada cuando la maleza rebasa alturas de más de 15 cm, afecta puntos de crecimiento de la planta y conlleva un problema de bajo porcentaje en el control. Por ello el productor tiene que realizar una escarda para controlar las plantas que siguen causando competencia. En ese proceso, la creencia de aporcar al cultivo para evitar que caiga, sin ser una práctica necesaria cuando la aplicación del herbicida, es correcta. La Agricultura de Conservación (AC) representa un ahorro de 43% en comparación con el gasto realizado por la agricultura convencional, ya que se utiliza un herbicida con más efecto de control que, si bien es más caro, tiene mayor efectividad y evita un paso de maquinaria extra, además de terminar con el banco de semillas al dejar 100% de residuo en la superficie.

CONTROL DE PLAGAS

En este aspecto, y tratándose de sorgo, la validación del MAP es de vital importancia para el logro de esta técnica en las parcelas de la zona, ya que ha permitido recuperar el

cultivo y ha resultado una de las mejores alternativas por su rendimiento en comparación con el maíz. En la zona se usa la molécula spinetoram para el control de gusano cogollero, que ha constituido una manera muy efectiva de realizarlo. La diferencia radical está en la aplicación de insecticida imidacloprid para el control de gusano cogollero donde el MAP hoy permite tener un ahorro de 70% en el control de plagas, debido a que no se aplica ninguna dosis de insecticida cuando las fechas de siembra caen en la primera quincena de julio; esto permite que los híbridos, clima, control biológico por conservación y etapa fenológica reduzcan de manera natural los daños ocasionados por este insecto, pero debe de estar seguido por un monitoreo muy preciso y oportuno cada cuatro días para detectar algún aumento en las poblaciones que desencadene o que requiera una aplicación de insecticida. En la actualidad, la agricultura convencional sólo intenta resolver el problema atacándolo con productos químicos que encarecen injustificadamente los costos de producción al no tener ningún muestreo que justifique su aplicación.

COSECHA Y MANEJO DE RESIDUOS

Esta actividad tiene los mismos costos para ambos sistemas, pero el beneficio es el siguiente: cuando hablamos del residuo de cosecha, no es una actividad más que represente un gasto, porque se ha optado por dejar que éste se incorpore al suelo por sí solo para evitar pérdidas al desmenuzarse, ocasionadas por los fuertes vientos de la zona en febrero. Es por esto que no se mencionan en el cuadro los costos por dicha actividad. *



Con la combinación de toda esta información, se están conformando los atlas moleculares de maíz y trigo, que servirán de guía para que los fitomejoradores puedan obtener nuevas variedades.

Efectos del uso eficiente de la fertilización mineral en la fenología de la planta de maíz

■ Javier Cabrera Jiménez, Luis Alberto Osorio Martínez – General Gabino Lozano San Miguel

Cuando se planea la fertilización de un terreno de siembra, es necesario establecer el balance adecuado de nutrientes, analizando las necesidades de la planta, las características del suelo, los restos de la cosecha anterior, el pastoreo, las condiciones agroclimáticas, la materia orgánica disponible y las deposiciones atmosféricas, entre otras, todo con el fin de obtener una dosis óptima de fertilizante mineral que asegure una buena evolución del cultivo.

Esta dosis óptima debe garantizar que la planta se nutra adecuadamente, por lo que no debe haber excesos ni deficiencias de nutrientes en el cultivo y, consecuentemente, se eviten pérdidas por lixiviación y escorrentía. Los productores son cada vez más conscientes de la responsabilidad que tienen al realizar una gestión adecuada de sus terrenos, viable económicamente y respetuosa con el ambiente, tanto en la producción de sus cultivos como en el manejo de su ganadería (ANFFE, 2018).

Si bien es cierto que se ha avanzado en el tema del desarrollo de capacidades para implementar adecuadamente diversas prácticas agrícolas y que es cada vez mayor el número de productores que es consciente de la optimización de los fertilizantes, aún falta mucho por hacer; un ejemplo claro es la utilización de análisis de suelo.

PROBLEMÁTICA

Para el productor es de fundamental importancia conocer cuándo aplicar el fertilizante para optimizar la absorción por el cultivo y minimizar las pérdidas potenciales del nutriente debidas a las transformaciones microbianas que se dan en el suelo. Es decir, identificar el mejor momento de aplicación, durante el ciclo de desarrollo del cultivo, para promover la mayor absorción por las plantas cultivadas y disminuir así el riesgo de contaminación ambiental, tanto de acuíferos por NO_3^- , como de contaminación de la atmósfera por formas gaseosas de N como NO , N_2O y NH_3 .

En el municipio de Santo Domingo Nuxaá, Oaxaca, existen diversas problemáticas en torno al uso eficiente de los fertilizantes minerales; dentro de las principales se encuentran las siguientes:

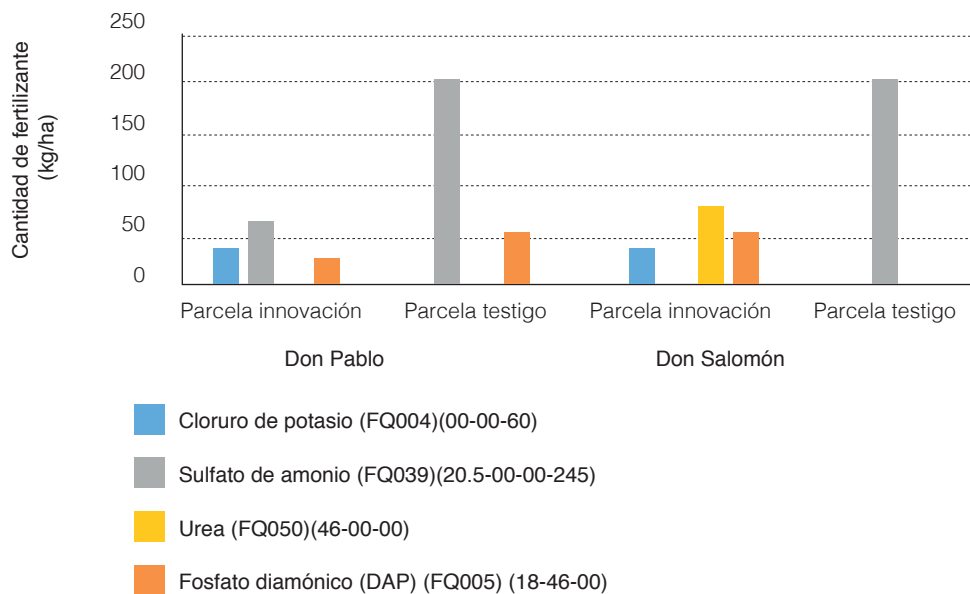
1. No se tiene análisis de suelos de las parcelas trabajadas, que, en su mayoría, llevan más de 100 años produciendo en condiciones de laderas y movimiento excesivo del suelo.
2. Desconocimiento de fuentes de fertilización, forma de actuar en el cultivo, principales aportes de las fuentes, por lo que sólo aplican el más barato (20.5-00-00-24).
3. Mala aplicación de los fertilizantes; no se balancean los nutrientes, no se fraccionan y no son aplicados en el lugar adecuado (enterrado).

Cabe mencionar que estos problemas se han heredado de generación en generación, por lo cual en terrenos provenientes de rocas volcánicas se encuentran suelos ácidos, de acuerdo con los resultados del análisis del ciclo agrícola PV 2017.

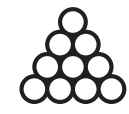


Fertilización de fondo

Mezcla de las fuentes de nutrientes aplicados a los cultivos.



1



Fertilizantes minerales utilizados en los módulos de innovación.

RESULTADOS DEL USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES MINERALES

Derivado de las problemáticas mencionadas en los módulos de innovación, se brindó especial interés a la nutrición de los cultivos. Se llevó a cabo un análisis de suelo por módulo atendido, con la finalidad de obtener dosis óptimas de fertilización de acuerdo con la demanda del cultivo y meta de rendimiento y una correcta aplicación de las fuentes en el momento y lugar adecuados.

La gráfica 1 evidencia la manera en la que los productores aún realizan la nutrición en las áreas testigo, abusando del uso de fertilizantes nitrogenados y siendo, en uno de los casos, su única fuente de nutrición; en las partes de innovación se empleó análisis de suelos y se dosificaron las cantidades de los macroelementos requeridos, aplicando sólo lo necesario, lo que se reflejó en la fenología del cultivo.



Diferencias entre parcela testigo e innovación

El cultivo mostró gran respuesta a la fertilización mineral balanceada, fraccionada y enterrada aplicada en momentos oportunos.



Visita a módulo Don Salomón

Diferencias significativas en el cultivo de maíz sembrado bajo el mismo régimen, el mismo día y utilizando el mismo genotipo, sólo con cambio en el manejo. El testigo, donde se encuentran los productores, es pequeño y prácticamente sin mazorcas, en comparación el cultivo de innovación, donde se observan plantas mejor desarrolladas.



Uso eficiente de la fertilización mineral

Se observan diferencias significativas entre la parcela de innovación (izquierda) y el área testigo (derecha) en respuesta al uso eficiente de la fertilización mineral y al manejo agronómico en general.

Las innovaciones se realizaron de acuerdo con lo que se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación de tratamientos en los módulos Don Pablo y Don Salomón.

Módulo	Innovación							Testigo					
	Superficie (ha)	Dosis de fertilización/ha	kg de fertilizante aplicado/ha	Fuentes	Momento de aplicación	kg de fertilizante aplicado	Momento de aplicación	kg de fertilizante aplicado	Dosis de fertilización	kg de fertilizante aplicado	Fuentes	Aplicación	
Don Pablo	0.05	64-08-20	135-20-35	Urea, DAP y KCl	Cuarta hoja	2 kg. urea, 1 kg DAP y 2 Kg K.	Octava hoja	2 kg de urea	V5	41-23-00	200-50-00	SAM y DAP	Sexta hoja
Don Salomón	0.18	91-08-20	190-20-35	Urea, DAP y KCl	Siembra	10 kg urea, 3 kg DAP	Quinta hoja	26 kg Urea, 2 kg DAP y 6 kg KCl.		41-00-00	200-00-00	SAM	Octava hoja

Con estos arreglos se pudo observar en el módulo Don Salomón, desde la germinación de las plantas, tallos más gruesos y de coloración verde oscuro en relación con el área testigo, en que germinaron no uniformemente, con plantas débiles y pálidas. En V5, el promedio de grosor del tallo de las plantas fue de 3.7 cm, mientras que la altura promedio, de 55 cm; en V8 el grosor promedio de tallos ya medían 7 cm de ancho y el promedio de altura de planta de 130 cm; en V11, el grosor de tallo promedio fue de 9.2 cm y la altura de planta de 1.65, mientras que en el tratamiento testigo el crecimiento fue más lento. En V5 los tallos medían 1.8 cm con una altura de 32 cm, en V8 el grosor de tallo era de 3.8 y la altura de planta promedio de 68 cm. En V11 el grosor de tallo llegó a 7.1 cm y la altura promedio a 1.30 cm.

En cuanto al tamaño, se midieron 100 mazorcas y la longitud promedio fue de 24 cm de largo, mientras que en la

parte testigo la misma actividad mostró un tamaño de mazorca de 16 cm, observándose a simple vista que las mazorcas del área de innovación estaban llenas, mientras que las del área testigo aparentemente eran puro olote o muy delgadas. Esta actividad se realizó en etapa de masoso lechoso.

Otro resultado observado fue un anticipo en la floración de 5 días con respecto al área testigo cuando el material sembrado normalmente empieza a florear a los 90 días.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Si bien es cierto que la nutrición no es el único factor de importancia para incrementar los rendimientos, es necesario implementar prácticas sustentables integrales que, en conjunto, permitan lograr las metas planteadas, por lo que, para observar mejoras significativas en la fenología del cultivo

del maíz haciendo un uso eficiente de los fertilizantes minerales, se considera necesario:

- Contar con referencias nutricionales de los cultivos a establecer, ya que la nutrición juega un papel muy importante en el desarrollo del cultivo y en el rendimiento, tanto de biomasa como de grano.
- Balancear, fraccionar y enterrar los fertilizantes, debido a que mostró diferencias significativas a simple vista en el desarrollo del cultivo entre las áreas de innovación y testigo. Además, se espera observar diferencias en rendimiento de grano en la estimación.
- Difundir los principios de agricultura de conservación a través de los módulos y áreas de extensión, porque la mayoría de los productores primero necesita observar los resultados y después aplicarlos. *

Referencias

La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual, productiva y sostenible. Disponible en: <http://bit.ly/2KHBhkQ> (Consulta: 5 de junio de 2018).
 Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas. Disponible en: <http://bit.ly/2KHTTrTu> (Consulta: 5 de junio de 2018).



Uso de sensores ópticos para una fertilización sustentable en maíz en Sinaloa

■ Jesús Ignacio Madueño Martínez

En México, el maíz es el principal producto de la agricultura, debido a la superficie sembrada, los volúmenes de producción y la cantidad consumida; el consumo anual aparente *per capita* es de 254 kg. Este alto consumo se debe principalmente a la diversidad de sus usos y formas de consumo.

Sinaloa es el principal productor de maíz a escala nacional, lo cual se debe, principalmente, a la gran superficie de siembra que se destina para su cultivo. Las estadísticas agrícolas indican que en el ciclo otoño-invierno 2016/2017 se sembraron 482,374 hectáreas bajo condiciones de riego, alcanzando un rendimiento promedio por hectárea de 11.3 toneladas.

Sin duda, el aumento de los rendimientos de este cultivo es el resultado de una combinación de factores que incluye la mejora genética de los híbridos de maíz, así como mejoras en los métodos de cultivo, uso de insecticidas y herbicidas y, por último, la aplicación de fertilizantes. El uso de fertilizantes juega un papel esencial en las necesidades universales de aumentar la producción de alimentos para satisfacer la demanda de una población mundial creciente.

El nitrógeno es considerado el nutriente más importante para la producción vegetal debido a las cantidades requeridas por los cultivos y a la frecuencia con que se observan deficiencias de éste en suelos agrícolas. Por tanto, la agricultura de alto rendimiento depende del uso de fertilizantes nitrogenados. A su vez, es un elemento altamente móvil y, por ello, se desplaza fácilmente por los distintos compartimentos ambientales:

suelo, agua y atmósfera, por lo que el diagnóstico de las necesidades de nitrógeno de los cultivos para alcanzar el máximo rendimiento debe estar sujeto a criterios no sólo económicos, sino de prevención de la contaminación ambiental.

Sin embargo, en la agricultura sinaloense, para alcanzar estos altos rendimientos en un sistema de producción intensiva, se utilizan fertilizantes en exceso (principalmente nitrogenados), lo que ocasiona una degradación ambiental. Es por ello que dentro del programa de fertilización que sea definido por el productor se debe manejar un entorno conservador, ya que un uso excesivo trae como consecuencia un aumento en los costos de producción, así como un impacto negativo en el ambiente.

En consecuencia, los altos costos de los fertilizantes, las altas dosis de aplicación y la baja eficiencia contribuyen a reducir la rentabilidad del cultivo de maíz en Sinaloa. Además del componente económico, otro eje de la sustentabilidad es el aspecto ambiental, el nitrógeno que no se aprovecha en los cultivos se pierde en la atmósfera como óxido nitroso y óxido nítrico, por lixiviación y escurrimiento.

La eficiencia en el uso de los fertilizantes nitrogenados podría mejorarse y, así, la sustentabilidad de la producción agrícola, por medio del uso de sensores ópticos, principalmente el GreenSeeker™. El uso más importante que se le puede atribuir a este sensor es estimar las dosis complementarias de fertilizante nitrogenado en su etapa de crecimiento vegetativo. El funcionamiento de este sensor consiste en la emisión de una luz en las bandas roja e infrarroja cercana

Los altos costos de los fertilizantes, las altas dosis de aplicación y la baja eficiencia contribuyen a reducir la rentabilidad del cultivo de maíz en Sinaloa.

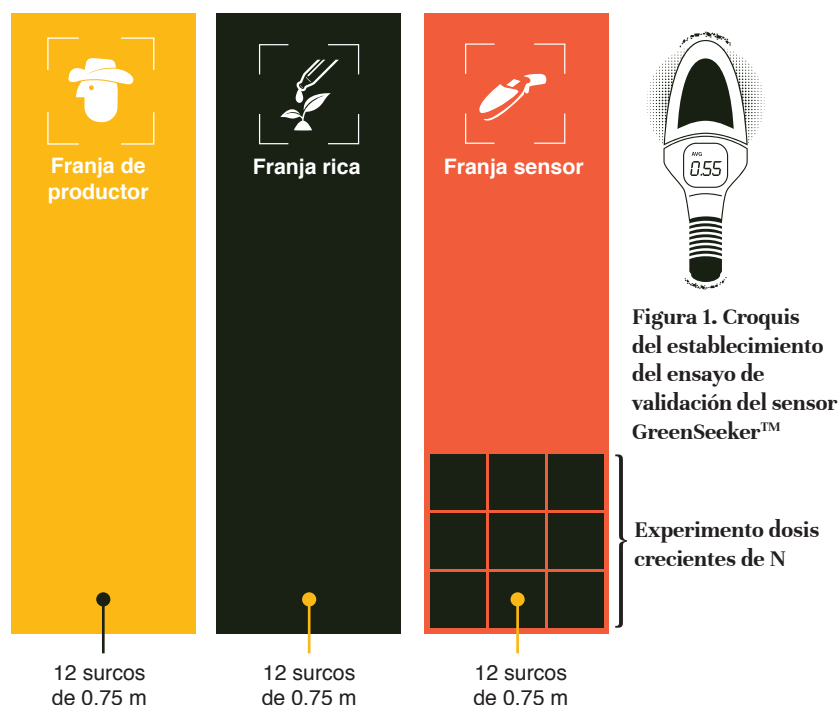


Figura 1. Croquis del establecimiento del ensayo de validación del sensor GreenSeeker™

Experimento dosis crecientes de N

del espectro electromagnético al follaje del maíz; es decir, mientras que la luz roja es absorbida, la luz infrarroja es reflejada por la biomasa verde de las plantas, los datos de luz reflejada en estas dos longitudes de onda son utilizados para estimar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

En referencia al uso de este sensor, en la plataforma de investigación de Culiacán, Sinaloa, ubicada en los terrenos de la Facultad de Agronomía en dicha ciudad, específicamente dentro del valle de Culiacán, en el ciclo agrícola OI 2017-2018, se estableció un ensayo de validación del sensor GreenSeeker™, donde se implementó una franja rica, franja productor y franja

sensor en el cultivo de maíz, utilizando el híbrido comercial DK 4050 de la compañía Monsanto.

En la figura 1 se puede apreciar la distribución de cada franja de maíz con sus respectivas medidas de longitud y cantidad de surcos.

Las franjas estuvieron conformadas por 12 surcos con separación de 0.75 m y de 105 m de longitud, a excepción de la franja del sensor, la cual contó con una longitud de 50 m, ya que en el resto se estableció un experimento con dosis crecientes de N. El manejo de la fertilización base y de complemento en cada una de las franjas se realizó tal y como se observa en el cuadro 1.

Las lecturas con el sensor GreenSeeker™ para determinar la fertilización de nitrógeno complementaria se realizaron en etapa vegetativa V7, pocos días antes de realizar el primer riego de auxilio. Como resultado de la toma de datos, se determinó que la dosis que se recomendaba era el adicionar solamente 50 unidades de nitrógeno, mientras que en etapa vegetativa V11 se realizó otra toma de datos, recomendando que no se requería de otra aplicación de fertilizante.

Una vez transcurridos 161 días el cultivo de maíz y alcanzada su madurez comercial, se procedió a realizar la cosecha por separado de cada una de las franjas, obteniendo los resultados de

rendimiento de grano, tal y como se observa en el cuadro 2.

El rendimiento más alto le correspondió a la franja rica, seguido por la franja productor, ambas con una fertilización nitrogenada total de 400 unidades, y en tercer lugar la franja del sensor, que en total sólo se le aportaron 125 UN en forma de amoníaco anhídrico. Sin embargo, es necesario precisar que existe un margen de error en la aplicación de amoníaco, ya que la medición de la dosis recomendada de nitrógeno no es muy precisa, aunado a lo que pudo aportar el suelo como nitrógeno de reserva.

CONCLUSIONES

La franja rica, en donde se aplicó una dosis total de 400 UN, fue la que alcanzó el mayor rendimiento de grano, siendo éste de 10.74 t/ha.

La franja sensor, en donde se aplicó solamente 125 UN, alcanzó un rendimiento de grano equivalente a 9.3 t/ha.

La diferencia del rendimiento de grano de maíz entre la franja rica y la franja sensor fue de 1.4 t/ha, lo cual significa que el sensor GreenSeeker™ puede ser una alternativa muy eficiente para el ahorro en la aplicación de fertilizante y, con ello, contribuir de manera sustentable al ahorro en costos de producción, específicamente en insumos de fertilizante nitrogenado y un menor deterioro ambiental.

Se requiere repetir el experimento e implementarlo en la misma posición para cada una de las franjas, con el fin de garantizar que la aportación del suelo en el área del sensor no es factor de error en la dosis total de nitrógeno. *

Cuadro 1. Manejo de la fertilización nitrogenada en maíz en cada una de las franjas durante su ciclo vegetativo.

	Fertilización (kg N/ha)				Dosis total
	Base	1er reabone / auxilio	2do reabone / auxilio	3er reabone / auxilio	
Franja rica	300	100	0	0	400
Área Sensor	75	50	0	0	125
Área productor	200	200	0	0	400

Cuadro 2. Rendimiento de grano en cada franja y su respectiva dosis total de nitrógeno en la plataforma de Culiacán, Sinaloa, OI2017-2018.

	Fertilización (kg N/ha)			Rendimiento de grano (kg/ha) 14% Humedad
	Base	1er reabone / auxilio	Dosis total	
Franja rica	300	100	400	10,748
Área sensor	75	50	125	9,304
Área productor	200	200	400	10,410



La franja sensor, en donde se aplicó solamente 125 UN, alcanzó un rendimiento de grano equivalente a 9.3 t/ha.



Carlos Reynoso/CIMMYT.

El que trabaja en el campo quiere aprender

■ Por: Divulgación – CIMMYT

José Amín Vázquez Estrada tiene 48 años. Es productor de maíz, con su esposa y tres hijos, en la localidad Revolución Mexicana, perteneciente al municipio de Villa Corzo, en Chiapas.

José tiene el gusto por la agricultura desde pequeño. A los 11 años ya fertilizaba, pizcaba, carreteaba la yunta para acarrear maíz y aprendía la rotación del campo. Desde entonces, se enfrentaba a los problemas que hasta la fecha le siguen preocupando: sacar provecho de su parcela para tener una ganancia constante al año.

Hace lo más que puede contra las plagas que suelen infestar toda la cosecha y otras complicaciones. Él sabe que tiene la necesidad de modernizar el cultivo de la tierra, pero a pesar de las adversidades, comenta con una sonrisa llena de orgullo: “yo hasta que tenga vida trabajaré en el campo”.

En medio de una asamblea de ejidatarios tuvo la oportunidad de conocer al técnico Jesús Ovando, del CIMMYT. Su personalidad y propuestas llamaron su atención, por lo que decidió acudir a las pláticas y darle una oportunidad a nuevas estrategias, como las trampas de feromonas que son usadas para el control del gusano cogollero, principal plaga del maíz en la región.

“Con la ayuda del ingeniero yo trabajo más contento”, dice José. El acompañamiento técnico ha sido clave en este ciclo de maíz, están empezando y realmente esperan que funcione el control de esa plaga para poder cosechar. Muchos de los productores de la región quieren ver qué pasa con esta parcela, son desconfiados porque están cuidando su patrimonio.

“Al notar el objetivo principal de la estrategia de acompañamiento técnico del CIMMYT y el Gobierno Federal, que busca mejorar las cosechas de pequeños productores de modo sustentable, la comunidad estuvo abierta a escuchar la propuesta”, dice el ingeniero Ovando.

El ingeniero Jesús cuenta que poco a poco los productores han visto los cambios en su tierra y tienen mayor participación y confianza. Les gustaría tener más oportunidades para atender las principales demandas mediante mayor vinculación con los actores del sector, como el CIMMYT, que puedan impulsar su desarrollo, ya que en general no cuentan con los recursos para hacer la inversión completa, pero con apoyo podrían resolverlo en menor tiempo.

“Normalmente el que trabaja en el campo quiere aprender, le gusta y está atento a todo lo relacionado a su parcela. Al que no le gusta es porque no trabaja ni le interesa mejorar. Yo les digo que se informen, que se integren, para que los asesoren en el trabajo, que es muy duro y, si se puede facilitar con lo que nos enseñan, es bienvenida la tecnología” opina José. ✿

Yo les digo que se informen, que se integren, para que los asesoren en el trabajo, que es muy duro y, si se puede facilitar con lo que nos enseñan, es bienvenida la tecnología.

–José Amín Vázquez Estrada – Productor

”



Directorio de hubs en México



@ACCIMMYT



01 800 462 7247

Hub Sistemas Intensivos Pacífico Norte (PAC)

Anabel Ochoa López, asistente
Correo electrónico: a.ochoa@cgiar.org

Hub Cereal Grano Pequeño, Maíz y Cultivos Asociados Escala intermedia Bajío (BAJ)

Silvia Hernández Orduña, gerente
Correo electrónico: s.hernandez@cgiar.org

Hub Maíz y Cultivos Asociados Pacífico Centro (PCTO)

Eliud Pérez Medel, gerente
Correo electrónico: e.p.medel@cgiar.org
Yaraset Rita Gutiérrez, asistente
Correo electrónico: y.rita@cgiar.org

Hub maíz y cultivos asociados Pacífico Sur (PSUR)

Abel Jaime Leal González, gerente
Correo electrónico: a.leal@cgiar.org
Norma Pérez Sarabia, asistente
Correo electrónico: n.p.sarabia@cgiar.org

Hub Maíz - Frijol y Cultivos Asociados Chiapas (CHIA)

Jorge Octavio García, gerente
Correo electrónico: j.o.garcia@cgiar.org
Ana Laura Manga, asistente
Correo electrónico: a.manga@cgiar.org

Hub Cereal Grano Pequeño, Maíz y Cultivos Asociados Intermedio (INGP)

José Alberto Cabello Cortés, gerente
Correo electrónico: j.cabello@cgiar.org

Hub Bajío-Guanajuato

Erick Ortiz Hernández, gerente
Correo electrónico: e.o.hernandez@cgiar.org
Diana Beatriz Pérez Rubio, asistente
Correo electrónico: d.perez@cgiar.org

Hub Maíz y Cultivos Asociados Valles Altos (VAM)

Tania Alejandra Casaya Rodríguez, gerente
Correo electrónico: t.casaya@cgiar.org
Italbi Flores Rivas, asistente
Correo electrónico: i.flores@cgiar.org

Hub Cereal Grano Pequeño y Cultivos Asociados Valles Altos (VAGP)

Tania Alejandra Casaya Rodríguez, gerente
Correo electrónico: t.casaya@cgiar.org
Italbi Flores Rivas, asistente
Correo electrónico: i.flores@cgiar.org

Hub Maíz y Cultivos Asociados Península de Yucatán (YUC)

Eduardo Tovar López, gerente
Correo electrónico: e.tovar@cgiar.org
Lorena Carolina Santiago Valenti, asistente
Correo electrónico: l.santiago@cgiar.org

CC BY-NC-SA
CIMMYT: goo.gl/JKxPbN





La presente publicación es un material de divulgación del CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, realizado en el marco de su estrategia global de Innovación en Sistemas Agroalimentarios. La estrategia recibe el apoyo del Gobierno Federal de México, a través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER); del Gobierno del estado de Guanajuato, a través de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR); Walmart Foundation; la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID); GRUMA; Kellogg Company; Fundación Haciendas del Mundo Maya Naat-Ha; Fomento Social Banamex; Nestlé; Grupo Bimbo; el programa de investigación del CGIAR: CRP WHEAT; Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD); Catholic Relief Services; Syngenta; Cuauhtémoc-Moctezuma Heineken; Pioneer; el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA); el programa de investigación del CGIAR: CRP Maize; el programa de investigación del CGIAR: Climate Change Agriculture and Food Security (CCA); el Gobierno del estado de Querétaro a través de la SEDEA y el gobierno del Reino Unido. El CIMMYT es un organismo internacional, sin fines de lucro, sin afiliación política ni religiosa, que se dedica a la investigación científica y a la capacitación sobre los sistemas de producción de cultivos básicos alimentarios.