

Rothamsted Repository Download

G - Articles in popular magazines and other technical publications

Macdonald, A. J., Fonteyne, S. and Verhulst, N. 2017. *The Broadbalk Wheat Experiment : 174 years of winter wheat / 174 años de trigo The Broadbalk Wheat Experiment Un ensayo a muy largo plazo*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (cimmyt) .

The publisher's version can be accessed at:

- <http://conservacion.cimmyt.org/es/revista-enlace>

The output can be accessed at: <https://repository.rothamsted.ac.uk/item/8v599>.

© 1 October 2017, Please contact library@rothamsted.ac.uk for copyright queries.



EnlAce®

La revista de la Agricultura de Conservación

The Broadbalk Wheat Experiment

Un ensayo a muy largo plazo

Año IX octubre - noviembre 2017

40

Nestlé se
abastecerá al
100% de maíz y
trigo nacional **12**

Baja emergencia
de trigo en AC
con siembra en
seco **19**

Buena Milpa.
Éxitos de 2017 **54**

Tips Técnicos: Reconoce los síntomas de deficiencia de nutrientes en plantas de cebada / La Charla con Guadalupe Alonso Mata

Este material es de distribución gratuita. Prohibida su venta.





EDITORIAL 2

AL GRANO

Comunidad Científica aboga en Science por la formación de una nueva alianza global de cultivos 4

Aseguran Maíz tolerante a sequía del CIMMYT para impulsar desarrollo agrícola sustentable en África 7

Expertos proponen una "Revolución de Datos" para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible 9

Alternativas para el manejo de coberturas 11

Nestlé se abastecerá al 100% de maíz y trigo nacional 12

MasAgro desde ayer. Hacia un reconocimiento a la contribución de esfuerzos previos a la iniciativa 14

Baja emergencia de trigo en AC con siembra en seco 19

Semillas que dan vida 25

CENTRAL

174 años de trigo: The Broadbalk Wheat Experiment. Un ensayo a muy largo plazo 30

LA CHARLA

Guadalupe Alonso Mata. La calidad de grano, determinante para una buena cosecha y comercialización 36

La fertilización nitrogenada en maíz y su impacto ambiental 38

El sistema poscosecha de maíz en México. Diagnóstico mediante encuestas a pequeños productores 42

Evaluación de sistemas de manejo con base en AC. Plataforma Villaflores, Chiapas, PV 2015 49

Buena Milpa. Éxitos de 2017 54

TIPS TÉCNICOS

Reconocen los síntomas de deficiencia de nutrientes en plantas de cebada 58

FOTORREPORTAJE

Ceremonia de graduación. Técnico Certificado en Agricultura Sustentable 2016-2017. Hub Sistemas Intensivos Pacífico Norte 61



DIRECTORIO

Coordinación General

Bram Govaerts

Gerente de Divulgación

Georgina Mena

Dirección Editorial

Iliana C. Juárez

Corrección de estilo

Elisa Méndez

Comité editorial

Carolina Camacho

Tania Casaya

Concepción Castro

Carlos Garay

Bram Govaerts

Víctor López

Georgina Mena

Nora Honsdorf

Iliana C. Juárez

Diseño Editorial

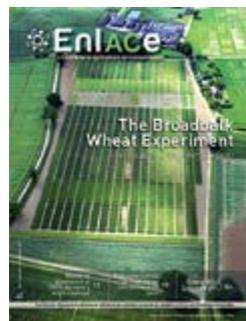
Yolanda Díaz

Web

Alejandra Soto

Fotografía de portada

Vista aérea de The Broadbalk Wheat Experiment. © Rothamsted Archive



**Año IX. Número 40
octubre - noviembre 2017**

"EnlACE La Revista de la Agricultura de Conservación", año IX, número 40, octubre - noviembre 2017, es una publicación bimestral editada, publicada y distribuida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con domicilio en km 45 Carretera México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56237, México. Teléfono: + 52 (595) 9521 900. www.cimmyt.org, <http://conservacion.cimmyt.org/> cimmyt-contactoac@cgiar.org. Editor responsable: Dr. Ir. Bram Govaerts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2014-110718425800-203, número de ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Certificado de Licitud de Título y Contenido en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por: Prerensa Digital S.A de C.V. con domicilio en Caravaggio número 30, colonia Mixcoac, México, 03910, D. F. Teléfonos: 5611-9653 y 5611-7420 Este número se terminó de imprimir el 2 de octubre de 2017, con un tiraje de 20,000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 10 de octubre de 2017. Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad única de los autores, por lo que el CIMMYT no se hace responsable de las mismas. Los consejos, tips técnicos y cualquier otra información que se presenta en la revista son únicamente indicativos, por lo que el CIMMYT no asume la responsabilidad de los resultados obtenidos en campos específicos. Este es un material de apoyo a la divulgación de la agricultura sustentable con base en la Agricultura de Conservación en México. D.R. © CIMMYT 2017. Se prohíbe la reproducción, parcial o total de este material, salvo que medie la autorización previa y por escrito del titular. La revista EnlACE forma parte del componente MasAgro Productor, en el marco de las acciones emprendidas por el CIMMYT para la ejecución del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro). Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido su uso para fines distintos de los establecidos en el programa.

Los gobiernos deben aumentar, no reducir, los fondos para la seguridad alimentaria*

Invertir en cooperación para el desarrollo es una ganga. Usar menos del uno por ciento del presupuesto de una nación avanzada para promover la salud, la seguridad y las oportunidades económicas en el extranjero, puede estabilizar las partes vulnerables del mundo donde las guerras civiles y los cambios severos en el clima están dando como resultado una migración masiva.

Sin embargo, en lugar de unirse para abordar estos problemas donde se originan, los gobiernos están comenzando a retirar el apoyo. Esto es un muy mal presagio para la seguridad alimentaria mundial, que es la base de una sociedad estable y productiva.

La ciencia nos ha ayudado a producir suficientes alimentos a lo largo de las últimas décadas. En la década de 1950, Estados Unidos inició esfuerzos coordinados a escala mundial para mejorar la productividad de los cultivos, culminando en una "Revolución Verde" que salvó a más de mil millones de personas del hambre y aún estimula la producción nacional e internacional de alimentos.

Pero, actualmente, los investigadores que trabajan en estas soluciones padecen la misma escasez crónica de fondos que sus pares que trabajan en la primera línea de la entrega de ayuda. Si bien se pueden administrar vacunas para prevenir brotes de enfermedades, estamos trabajando en cultivos a prueba del futuro para evitar brotes de hambruna.

En el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo hemos continuado el trabajo de la "Revolución Verde" a través de programas como la Red Internacional de Mejoramiento de Trigo (iwin, en inglés).

No es de conocimiento popular, pero sin iwin nuestro pan de cada día podría desaparecer. Esta red transnacional de 700 campos de evaluación es responsable de las ganancias en rendimiento y resistencia a enfermedades en casi la mitad del trigo cultivado en todo el mundo, especialmente en los países menos desarrollados. Nos ha ayudado a evitar el desastre muchas veces, al no permitir que enfermedades como la roya de tallo del trigo eliminen por completo cosechas enteras.

Se estudian doce ambientes distintos de cultivo de trigo que representan una gama de perfiles de temperatura, humedad y enfermedades. La investigación y el mejoramiento se llevan a cabo en nodos estratégicos de investigación, para desarrollar anualmente alrededor de 1,000 líneas nuevas de alto rendimiento y resistentes a enfermedades, que luego se distribuyen libremente como un bien público internacional.

Superiores a las instalaciones de investigación controladas ambientalmente, como invernaderos o cámaras cerradas, estos nodos de evaluación de campo representan con precisión las condiciones de cultivo. Los avances tecnológicos en el uso de drones y satélites para medir las características de las plantas han contribuido en los últimos años a la eficiencia de las actividades de mejoramiento.

Los trigos robustos y de alto rendimiento identificados por iwin han mejorado en gran medida la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia en el mundo en desarrollo, y han salvado más de 20 millones de hectáreas de ecosistemas naturales de la agricultura.

¿La inversión fue una ganga? El análisis económico muestra que los

productos de iwin valen entre dos y tres mil millones de dólares al año, en términos de una mayor productividad de los cultivos distribuidos entre cientos de millones de agricultores y consumidores de escasos recursos. Esto equivale a un asombroso retorno de inversión de 100:1.

Necesitamos más, no menos iniciativas como ésta. Muchos países enfrentan desafíos comunes en el mejoramiento de los cultivos, como los brotes de roya de tallo del trigo o el aumento de las temperaturas. Los líderes en investigación agrícola están de acuerdo en que la mejor forma de acelerar la búsqueda de soluciones es a través de una mayor colaboración internacional.

Trabajar sólo a escala nacional es ineficiente: los esfuerzos se duplican y los plazos son demasiado largos, se necesitan entre 10 y 20 años para desarrollar y liberar un nuevo cultivo.

Una Red Mundial de Mejoramiento de Cultivos compuesta por instalaciones transnacionales de sitios de evaluación de campo, que cubra todos los cultivos y esté vinculada al conocimiento de expertos mundiales, podría ser la medida revolucionaria que necesitamos para comprender y modelar las respuestas de los cultivos a los ambientes y acelerar la adopción de tecnologías vitales para acabar con el hambre.

Muchos otros problemas de interés global podrían abordarse de esta manera. Por ejemplo, dado el aumento de los niveles de dióxido de carbono, tendría sentido desarrollar una red pública de instalaciones de investigación que aumenten de forma experimental el CO₂ en el campo a niveles que se calcula habrá en 10 o más años a partir de ahora. También sería el vehículo ideal para **invertir**

*La versión original de este artículo fue preparada para su publicación en inglés en *Financial Times*, con el título "Governments must raise, not cut, funding for food security". Puede ser consultada en: <https://www.ft.com/content/b3d07616-c3d3-11e7-a1d2-6786f39ef675>

en (y diseminar) cultivos altamente nutritivos y subutilizados como la quinua, que, tras evolucionar en Los Andes, es muy resistente y sus semillas contienen más proteína que cualquier cereal.

Medio siglo de colaboración internacional en investigación de cultivos que involucra a científicos, agricultores, estadistas, organizaciones benéficas y muchos otros, ha llevado a grandes avances en nutrición y seguridad alimentaria a escala global. La buena voluntad entre los científicos existe para mantener tales redes, pero, aparentemente, falta la voluntad política.

La imprevisibilidad del financiamiento limita la visión de largo plazo y la planificación necesaria para enfrentar un desafío como alimentar al mundo. Nuestros líderes en los sectores público y privado pueden pasar a la historia como salvadores si actúan ahora para proteger las instituciones necesarias para garantizar un planeta bien alimentado y, por lo tanto, más estable desde el punto de vista político.

Si no, la historia puede tomar un giro trágico, pues la capacidad de la humanidad para alimentarse a sí misma estará tan socavada que no podremos salvarnos a nosotros mismos.

Matthew Reynolds
Fisiólogo de Trigo
Programa Global de Trigo, El Batán, CIMMYT



ESPACIO DEL LECTOR

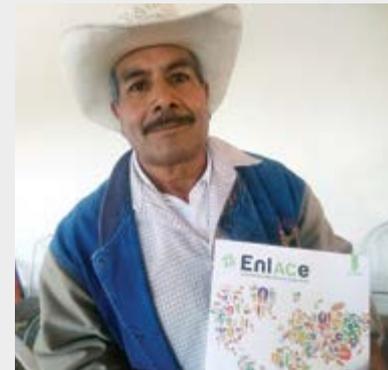
¡Queremos conocerte! Sube a las redes sociales una foto tuya mostrando una de nuestras revistas. Acompáñala con un comentario sobre ti, dinos qué te gusta de *Enlace* y dónde has encontrado nuestra versión impresa. Incluye los hashtags #MiEspacioEnlace #RevistaEnlace.

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

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

¡Lee *Enlace* y participa!

Te presentamos a...



Álvaro Santiago Trejo. Productor cooperante del municipio de la localidad de Jonacapa, Huichapan, Hidalgo

Don Álvaro Santiago ha participado en los círculos de lectura organizados por Erick Gordillo Enamorado, formador PROAGRO en el Hub Bajío-Guanajuato. En ellos, los miembros de la localidad entran en contacto con los contenidos de la revista *Enlace*. En fechas próximas, planean visitar las instalaciones del CIMMYT, en Texcoco, para ver los equipos y las tecnologías que se mencionan en los artículos que han leído y acercarse al entorno donde se lleva a cabo la investigación que llega al campo.

En *Enlace*, don Álvaro ha encontrado información y ha cambiado su mentalidad para innovar; además, atesora sus revistas y desea seguir aprendiendo a través de su contenido.



COMUNIDAD CIENTÍFICA aboga en *Science* por la formación de una nueva alianza global de cultivos

Con información de cimmyt.org

El objetivo es asegurar el suministro de alimentos a través de la investigación de cultivos específicos.



En un momento en que los patrones climáticos son menos predecibles y se incrementa la presión poblacional sobre la oferta de alimentos, un grupo de científicos especializados en cultivos sienta las bases de una red internacional de cultivos para enfrentar los retos de la seguridad alimentaria global en forma sistemática.

“La investigación enfocada en cultivos específicos logra ganancias genéticas progresivas, pero los científicos necesitan adoptar un enfoque más integrado y de mayor orientación internacional para aprovechar la tecnología, habilidad e infraestructura con mayor eficiencia y propósito”, dijo Matthew Reynolds, científico distinguido y mejorador de trigo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en una opinión editorial publicada en la revista *Science*.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 795 millones de personas de escasos recursos no obtienen suficiente alimento. En 2030, el número de personas en pobreza podría incrementarse entre 35 y 122 millones de personas, en buena medida, por el impacto del cambio climático en el sector agrícola, advierte la FAO.

“Sabemos cómo hacer que los cultivos sean más resilientes al calor y la sequía, pero estamos en un punto en el que necesitamos acelerar nuestro trabajo”, declaró Reynolds, con el respaldo de un equipo de coautores de la comunidad científica. “Dado que la naturaleza de estos problemas es transnacional, una red más global podría acelerar nuestros esfuerzos mientras se incrementa la eficiencia y se evita la duplicidad.”

Los científicos planean desplegar la nueva Red Global de Mejoramiento de Cultivos (GCIN, por sus siglas en inglés) para obtener enfoques comparativos mediante los principales cultivos y ambientes para mejorar rasgos fisiológicos como el acceso de la raíz al agua utilizando percepción remota, método que frecuentemente requiere de costosa tecnología móvil, aérea o satelital.

Por medio de exitosas colaboraciones específicas en trigo, desde principios de la década de los sesenta la Red Internacional de Mejoramiento de Trigo (IWIN), parte del grupo de investigadores agrícolas afiliados al CGIAR, ha logrado avances ambientales significativos y económicamente eficientes en el mejoramiento de cultivos, que sirven como formato para el éxito proyectado de la GCIN.

Los científicos de la IWIN desarrollan esfuerzos de mejoramiento dirigidos a 12 mega ambientes diferentes de trigo y evalúan nuevos genotipos en 700 sitios de prueba en más de 90 países. Cada año producen alrededor de 1,000 líneas de trigo de alto rendimiento, resistentes a enfermedades, que se entregan como bienes públicos internacionales.

“Sabemos cómo hacer que los cultivos sean más resilientes al calor y la sequía, pero estamos en un punto en el que necesitamos acelerar nuestro trabajo”, Matthew Reynolds.

Foto: Vista aérea de campos de trigo del CIMMYT, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Ciudad Obregón, Sonora. Archivo CIMMYT.

Un estudio reciente sobre mejoramiento de trigo muestra que las variedades del CGIAR cubren aproximadamente la mitad del área de cultivo de trigo del mundo, a través de la IWIN, lo que genera una derrama económica de entre 2,200 y más de 3,000 millones de dólares anuales a consumidores y productores de escasos recursos.

“La razón costo-beneficio de la inversión es de 1 a 100, incluso sin considerar el costo evitado de pandemias y el terreno protegido de la actividad agrícola gracias al incremento en los rendimientos; el análisis económico indica que al menos 20 millones de hectáreas de ecosistemas naturales se han salvado del arado”, dijo Reynolds.

“Los altos costos de transacción y la inestabilidad del financiamiento para cultivos han obstaculizado la investigación que se necesita urgentemente”, agregó. “Esto no hace sentido en vista del extraordinario retorno en la inversión de la IWIN que podría ser transferido a la GCIN”.

“Por medio de una colaboración entre cultivos, los científicos internacionales pueden impulsar los beneficios del trabajo práctico con los sistemas nacionales de investigación agrícola y mejorar el valor de las ‘contribuciones en especie’”, declaró. Los objetivos incluyen estandarizar los datos y técnicas de fenotipado para convertirlo en una mejor práctica y asegurar que la información pueda ser compartida y asimilada en todo el mundo.

“Este enfoque también motivará a los investigadores de ciencia básica a aventurarse, de trabajar exclusivamente en instalaciones controladas, a ambientes de campo reales y a llevar tecnologías de punta con ellos”, dijo Reynolds. El intercambio de datos podría llevar a descripciones más precisas de los ambientes y tratamientos experimentales. Actualmente, la información sólo es disponible en forma selectiva, por lo que una red la promovería a través de programas de libre acceso.

Los beneficios de la investigación realizada por el grupo CGIAR, investigadores agrícolas y la FAO, son bien conocidos, pero la red en cuestión podría fortalecer y mejorar el intercambio de información a escala transnacional.

“Los campos experimentales o laboratorios de campo, que son esenciales para traducir los avances científicos en mejores rendimientos de cultivos, podrían beneficiarse, en ciertos casos, de una reubicación más estratégica. A menudo se encuentran en ciertas áreas debido a razones históricas, económicas o políticas, y no por necesidades prácticas actuales”, explicó Reynolds.

Se espera que el cambio climático produzca temperaturas generales más altas e incrementa la intensidad de sequías, inundaciones y tormentas, afectando negativamente los medios de vida y la seguridad alimentaria. Los modelos climáticos indican que los niveles del mar se elevarán y los patrones de inundaciones y sequías cambiarán debido al derretimiento de los glaciares en regiones altas.

Temperaturas más altas afectarán el rendimiento de los cultivos, y las lluvias erráticas podrían afectar tanto el rendimiento como la calidad. Para las personas de escasos recursos, que gastan la mayor parte de su ingreso en alimentos, los picos de precios relacionados podrían ser mucho más difíciles de sortear.

“Un esfuerzo de investigación de orientación más global para encontrar soluciones incrementará la eficiencia de la inversión global en agricultura y ayudará a fortalecer la seguridad alimentaria”, dijo Reynolds, y agregó que las alianzas público-privadas podrían aprovecharse para impulsar la investigación global coordinada.*

Puede leer en inglés el artículo de la revista científica en:



<http://science.sciencemag.org>

Entre los autores:

Matthew Reynolds, científico distinguido, CIMMYT

Ren Wang, director general adjunto, FAO

H. Tang, presidente, Academia China de Ciencias Agrícolas

Catherine Feuillet, directora de Investigación de Cultivos, Bayer Crop Science (que acaba de adquirir a Monsanto)

A. J. Cavalieri, funcionario sénior de programa (Investigación y Desarrollo Agrícola), Fundación Gates

Steve Visscher, director ejecutivo adjunto, BBSRC

Philippe Ellul, funcionario sénior de Ciencia, CGIAR

Mark W. Rosegrant, director de la división de Medio Ambiente y de Tecnología de Producción, IFPRI

Wayne Powell, exfuncionario sénior de Ciencia, CGIAR

Martin Kropff, director general, CIMMYT, y presidente del Consejo del Sistema de Administración, CGIAR

Hans Braun, director del Programa Global de Trigo, CIMMYT, y del CPR TRIGO, CGIAR

Bram Govaerts, líder estratégico para la Intensificación Sustentable en América Latina, representante regional en América y representante en México, CIMMYT

El Laboratorio de Innovación de Activos y Acceso a Mercados de Feed the Future (Feed the Future Innovation Lab for Assets and Market Access, AMA Innovation Lab), la Iniciativa Global del Hambre y la Seguridad Alimentaria del Gobierno de Estados Unidos desarrollan un programa piloto que combina lo último en mejoramiento de cultivos con productos financieros innovadores para mitigar los riesgos climáticos que enfrentan los productores de escasos recursos.

Investigadores de la Universidad de California en Davis, bajo el liderazgo del profesor Michael Carter, director del AMA, han ideado un esquema que combina la adopción de variedades de maíz tolerantes a sequía desarrolladas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con un innovador producto financiero que utiliza imágenes satelitales para desarrollar un índice de aseguramiento que permite cubrir pérdidas de cosecha por sequía en parcelas de productores africanos de Mozambique y Tanzania.

El proyecto “Combatir el riesgo para alimentar el futuro” crea sinergias entre la investigación socioeconómica y el mejoramiento de cultivos, para ofrecer a los productores incentivos para probar nuevas variedades mejoradas de semillas de maíz e invertir en mejores insumos productivos para alimentar a sus familias y comunidades. “Nos hemos dado cuenta de que invertir la poca liquidez que tengas en insumos agrícolas puede parecer aterrador, incluso si se asume que esos insumos tienen un retorno promedio de inversión alto”, señala el responsable del proyecto en Mozambique, Jonathan Malacarne, y añade que “los productores son particularmente conscientes de que tolerante a sequía no significa a prueba de sequía”.

ASEGURAN MAÍZ TOLERANTE A SEQUÍA del CIMMYT para impulsar desarrollo agrícola sustentable en África

Por: Ricardo Curiel, CIMMYT.

El germoplasma del CIMMYT impulsa el desarrollo agrícola sustentable en África.



Comparación de variedades de maíz. Foto: Johnson Siamachira/CIMMYT.

El CIMMYT ha desarrollado nuevas variedades de maíz que son tolerantes a sequía y tienen un buen rendimiento bajo condiciones de sequía moderada, pero que pueden fallar en condiciones de sequía extrema. Sin embargo, el proyecto piloto puede reducir el riesgo de perder la inversión en semillas mejoradas por sequía extrema mediante seguros complementarios desarrollados con base en un índice de riesgo calculado a partir de imágenes satelitales.

“En 2017, la cosecha de maíz fue miserable en la mitad de nuestros sitios de prueba en Tanzania, lo que activó el pago de coberturas a los productores que compraron las semillas tolerantes a sequía aseguradas,” señaló el doctor Carter. “Los beneficios de esta sinergia son evidentes para las compañías semilleras locales que apoyan fuertemente el programa y tienen gran interés en escalarlo”.

“De esta manera, el proyecto muestra cómo dos innovadoras tecnologías de mitigación de riesgos pueden combinarse para que los pequeños productores de escasos recursos, que son más vulnerables al cambio climático, puedan invertir en mejores semillas e insumos productivos sin arriesgar la cosecha de un año o todo su patrimonio”, comentó Bram Govaerts, representante regional del CIMMYT en América. ✪



COUNTING ON THE WORLD

Building Modern Data Systems for Sustainable Development



Página anterior: *Counting on the World: Building Modern Data Systems for Sustainable Development* es un informe de 50 páginas de extensión que puede consultarse y descargarse desde el sitio de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible.

Expertos proponen una “REVOLUCIÓN DE DATOS” para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por: Ricardo Curiel. CIMMYT

Según la Red Temática de Investigación sobre Datos y Estadísticas (TRENDS) de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible¹ (SDSN), órgano consultivo del secretario general de las Naciones Unidas, y un grupo independiente de expertos internacionales en el campo de los datos, los sistemas modernos de datos son esenciales para monitorear, administrar y planear las acciones que toman los gobiernos con el fin de lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible 1 (ODS) para el año 2030. Sin embargo, los funcionarios gubernamentales y los formuladores de políticas en todo el mundo están abrumados por la dificultad de encontrar datos confiables que puedan utilizar en la planeación, la toma de decisiones y el diseño de programas para el desarrollo sustentable.

Un estudio realizado por miembros de TRENDS de la SDSN, que fue publicado durante la Conferencia Internacional sobre Desarrollo Sostenible (ICSD), sugiere que para superar este obstáculo, las

empresas privadas y las instituciones de educación superior, así como las organizaciones internacionales no gubernamentales, deben ayudar a los gobiernos a reunir, curar, producir, analizar y disseminar información para planear, implementar y evaluar los ODS.

El informe titulado *Counting on the World: Building Modern Data Systems for Sustainable Development*, al cual el CIMMYT contribuyó como miembro del panel de TRENDS, recomienda un enfoque colaborativo basado en “alianzas entre diversos actores para la obtención de datos” con el fin de crear sistemas estadísticos modernos que proporcionen a los formuladores de políticas información basada en hechos que pueda aplicarse para lograr los ODS.

En el documento se mencionan los tipos de datos que se necesitan para planear el desarrollo sostenible y ofrece un plan para construir “sistemas de datos del siglo XXI para monitorear y lograr los ODS”. La idea es que estos

modernos sistemas ayuden a los gobiernos a prepararse y responder a diferentes tipos de crisis, acceder a información en tiempo real que les permita tomar acciones administrativas eficaces, mantener un registro de los avances y ajustar el camino para lograr los ODS. Los resultados del estudio indican que los programas públicos serán eficaces gracias al establecimiento de procesos de toma de decisiones informados y asistidos por datos desagregados y georeferenciados de alta calidad.

Aunque los expertos reconocen que son pocos los países que cuentan con estos recursos, los gobiernos deberían hacer un esfuerzo por limpiar, estandarizar y digitalizar los datos históricos con el fin de establecer las bases para monitorear los avances. El siguiente paso sería que los países implementen estrategias nacionales para generar estadísticas (NSDS) que produzcan “datos administrativos” robustos que son esenciales en los procesos de toma de decisiones informadas que asignen

¹ El CIMMYT realiza trabajo de investigación y de capacitación con colaboradores multi- y bilaterales para ayudar a los países a lograr los ODS: 1 Erradicar la pobreza, 2 Erradicar el hambre, 3 Buena salud y bienestar, 5 Igualdad de género, 6 Agua potable y servicios sanitarios, 8 Trabajo digno y crecimiento económico, 12 Consumo y producción responsable, 13 Acción climática, 15 Vida en la tierra, y 17 Alianzas para lograr los objetivos.



de manera eficaz los recursos disponibles a las áreas de desarrollo prioritarias. Posteriormente, el sistema de datos se completaría con pronósticos, modelos científicos y predicciones que ayuden a las autoridades a mitigar, administrar o evitar los riesgos.

Además, el informe recomienda a los gobiernos nombrar a un coordinador de datos (CDO) cuya función sería seleccionar y clasificar los datos recolectados por diferentes métodos y recuperados de otras fuentes de información. El CDO sería también responsable de establecer alianzas apropiadas con productores y usuarios de datos como las oficinas nacionales de estadísticas (NSO), los departamentos gubernamentales, las organizaciones internacionales, los donadores bilaterales, las universidades, las compañías y la sociedad civil, con el propósito de monitorear colectivamente el desarrollo sostenible.

Para superar los factores limitantes, este nuevo estudio identifica también cuatro líneas de acción para que los gobiernos empiecen a crear sistemas de datos modernos. En lo que respecta a la administración pública, se deben tomar acciones destinadas a cambiar la función de las NSO de productores a coordinadores de datos. En consulta con el CDO, las NSO, una vez reformadas, tendrán que elaborar estándares, metodologías y procedimientos para producir estadísticas oficiales y datos confiables y de buena calidad.

La segunda línea de acción se refiere a que los gobiernos deben apegarse al Pacto Mundial de las Naciones Unidas respecto a los principios y normas que estableció el Grupo Asesor de Expertos Independientes del secretario general de las Naciones Unidas para facilitar la operación de las nuevas alianzas de datos. En tercer lugar, se pide a los gobiernos

que trabajen con colaboradores para producir e intercambiar datos comparables en formatos compatibles. A este respecto, el informe describe cinco principios en común con la Iniciativa sobre normas conjuntas que se establecieron con el fin de ayudar a producir datos o información “interoperables” que puedan ser comparados y utilizados por terceros.

Para completar estas tareas que son necesarias para que haya una revolución de datos, en el informe se exhorta a los gobiernos a invertir en educación y capacitación, establecer acuerdos de colaboración técnica y buscar intercambios de tecnología con el sector privado para crear “capacidad estadística”. Al final, los países, al crear esa capacidad, podrán ofrecer datos y estadísticas de alta calidad a los funcionarios públicos, investigadores, emprendedores y ciudadanos que los soliciten.

En su sección final, el informe ofrece un “plan de acción urgente” que explica con más detalle los resultados y las recomendaciones antes mencionadas. Este plan identifica también a los principales actores que deben encargarse de implementar las recomendaciones y el periodo en que deben lograr resultados concretos.✳

Para consultar el informe completo visita:



<http://goo.gl/LMxrmc>

Alternativas para el MANEJO DE COBERTURAS

Sierra Sur de Oaxaca

Por: Noé Valeriano González. Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas

El módulo de innovación tecnológica ofrece alternativas a productores de la región para el manejo de coberturas mediante el acomodo de los residuos de la cosecha de maíz del ciclo anterior en curvas a nivel.



Acomodo de rastrojo en curvas a nivel.

El módulo de innovación La Desviación, en el municipio de Santa María Ozolotepec, Oaxaca, funciona como un punto de encuentro entre productores locales, en donde se realizan actividades agrícolas que ponen en práctica tecnologías promovidas por la estrategia MasAgro en terrenos de laderas. El objetivo del módulo es generar un esquema de extensionismo e impacto, ya que con base en los diagnósticos participativos con los productores, se ha percibido que

consideran que el rastrojo de maíz del ciclo anterior es basura y les estorba al momento de realizar la siembra, lo que ocasiona que lo retiren o le prendan fuego. De ahí surge la idea de generar alternativas que los productores puedan ver y practicar, para que obtengan un mejor rendimiento por medio de la adopción y adaptación de técnicas sustentables.

En el ciclo primavera-verano 2017 se sembró maíz en curvas a nivel y se optó por dejar

los rastrojos de manera ordenada. La parcela cuenta con un sistema de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), por lo que parte del rastrojo se ha depositado en la curva de los árboles para funcionar como filtro. Con el acomodo de rastrojo en curvas a nivel se aplicó el principio de manejo de coberturas en [Agricultura de Conservación](#) y se demostró que:

- Evita la pérdida de suelo por erosión hídrica en terrenos con pendientes mayores de 15%.
- El rastrojo no estorba al momento de la siembra.
- Las estacas de las plantas del ciclo anterior sirven como guía de siembra.
- No es necesaria la quema de rastrojo.

Los productores, al observar las actividades, generaron dinamismo, comunicación e intercambio de experiencias. Así, el equipo técnico de la Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas SC y el productor cooperante del módulo, Donaldo López Ruiz, en colaboración con la estrategia MasAgro y el Hub Pacífico Sur, brindan alternativas prácticas y sencillas a productores de la región Sierra Sur-Ozolotepec del estado de Oaxaca.*

Nestlé se abastecerá al 100% DE MAÍZ Y TRIGO NACIONAL

Por: Con información de CIMMYT.org

Comprará 175,000 toneladas de maíz y 50,000 de trigo al año para la producción de sus cereales y alimento para mascotas. La iniciativa generará una derrama económica anual de 1,000 millones de pesos.



Esta colaboración beneficiará a 2,200 productores.



Visita al museo del CIMMYT luego de la firma del convenio.

Nestlé firmó un convenio de colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para satisfacer al 100% su demanda de estos granos con maíz y trigo producidos en México de forma sustentable, a más tardar en 2022. Para lograrlo, anunció la creación del Plan Maíz, un programa para apoyar el desarrollo de agricultores nacionales, principalmente del área del Bajío.

A través del CIMMYT, y con una inversión superior a los cinco millones de dólares aportada por Nestlé, la Sagarpa, el Gobierno de Guanajuato e instancias internacionales, el proyecto iniciará en la región del Bajío, generando una derrama económica para el país de hasta 1,000 millones de pesos al año, beneficiando a 2,200 productores que incrementarán sus ingresos por la mejora en la productividad y menores costos

de producción, además de contar con recursos para la compra de semilla, asistencia técnica e infraestructura para la comercialización.

“Como parte del propósito de Nestlé de contribuir a desarrollar comunidades más prósperas y en línea con el objetivo del Plan Nacional Agrícola 2017-2030, recientemente anunciado por la Sagarpa, hemos decidido crear el Plan Maíz. Hoy importamos más de 90% del maíz

y 100% del trigo que utilizamos para la producción de nuestros cereales y alimento para mascotas. Sabemos que México tiene el potencial de producción de estos granos localmente y también que nosotros tenemos la experiencia para apoyar el desarrollo del agro nacional, como ya lo hemos hecho con Plan Nescafé, Plan Cacao y Compromiso Lácteo”, explicó Marcelo Melchior, presidente ejecutivo de Nestlé México.

previenen la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos y que reducen la vulnerabilidad de los productores mexicanos a los efectos del cambio climático”, agregó el representante del organismo internacional.

El Plan Maíz de Nestlé contempla además el manejo integral de la biodiversidad, que incluye innovación agrícola para un menor uso de agua, buenas prácticas para el manejo de plagas y la fijación de nutrientes en la tierra, con el fin de lograr un mínimo

del Estado de Guanajuato; Marianne Bänziger, directora general adjunta del CIMMYT; Bram Govaerts, representante regional del CIMMYT para América Latina; además de ejecutivos de Nestlé, Nestlé Purina y Cereales Nestlé. *

Para conocer más, visita:
<https://www.nestle.com.mx/csv>



Momento de la firma del convenio.

“El Plan Maíz de Nestlé es una estrategia de abastecimiento responsable para impulsar el potencial productivo y el bienestar de los productores de maíz y de trigo de Guanajuato a través de las prácticas intensivas sustentables que promueve MasAgro”, señaló Bram Govaerts, representante regional del CIMMYT para América Latina. “Queremos, además, que este grano sea producido con prácticas agrícolas que

impacto ambiental inherente a las actividades agrícolas. Aproximadamente 70% del maíz que Nestlé utiliza para abastecerse es utilizado en la producción de alimentos para mascotas, como: Pro Plan®, Dog Chow® o Beneful; y 30% en cereales como Corn Flakes®, Fitness® y Cereal Nesquik®.

Al anuncio asistieron el subsecretario de la Sagarpa, Jorge Narváez; Paulo Bañuelos, secretario de Desarrollo Agroalimentario y Rural del gobierno

Nestlé es la empresa líder a escala mundial en nutrición, salud y bienestar. Da empleo a más de 339,000 personas en 468 fábricas situadas en 86 países, y sus productos se venden en todos lados. Con más de 85 años de presencia en México, Nestlé también es la empresa líder en nutrición, salud y bienestar en el país, contando con el respaldo de 32 centros de investigación globales, 17 fábricas en 7 estados y 16 centros de distribución, en los cuales se generan más de 14,500 empleos directos. Nestlé sustenta su estrategia de Creación de Valor Compartido generando beneficios concretos para la sociedad mexicana, fomentando la calidad de sus productos alimenticios y basando su crecimiento en el impulso a la nutrición, salud y bienestar con productos elaborados para todas las etapas de la vida y que cuidan a los consumidores en sus distintas edades. Visite: www.nestle.com.mx

MasAgro desde ayer

Hacia un reconocimiento a la contribución de esfuerzos previos a la iniciativa

Por: Carolina Camacho Villa, Sonia Aparicio Sánchez, Adair Zepeda Villareal, Gloria Martínez García, Alejandro Ramírez López y María Boa Alvarado. CIMMYT.

“MasAgro es de ayer” fue una frase que escuchamos de don Francisco, agricultor michoacano, quien mencionó que su experiencia en la **Agricultura de Conservación** (AC) empezó décadas antes de que comenzara este programa. Luego de conversar con él y otros agricultores, técnicos e investigadores que han trabajado juntos desde hace mucho tiempo en esta innovación, concluimos que la adopción de innovaciones ocurre en procesos muy largos. Y no estamos equivocados, son varios los expertos que aseguran que estos procesos implican periodos de varias décadas, durante las cuales hay mucha gente involucrada, por lo que debemos pensar que iniciativas como MasAgro contribuyen a ellos con uno o varios “ladrillos” (Rogers, 2003; Cooley y Linn, 2014).

Este artículo busca evidenciar los esfuerzos previos que otras instituciones y organizaciones han realizado y que han servido de base para las actividades que actualmente se llevan a cabo en el contexto de esta iniciativa. Para lograrlo, hacemos uso de la información recopilada durante la “Documentación de procesos de implementación de los nodos de innovación”, realizada durante 2015 y 2017 por el Programa de Socioeconomía del CIMMYT, y que cubrió los hubs Valles Altos, Pacífico Norte, Bajío, Chiapas y Pacífico Sur. Dicha información nos sirve para responder dos preguntas: ¿de qué fechas datan estos esfuerzos previos? y ¿cuáles han sido las organizaciones o instituciones que los han llevado a cabo? Con ello deseamos reconocer y agradecer estos esfuerzos, sin los cuales no sería posible hablar de los logros que se han alcanzado con MasAgro en los ocho años del proyecto.

¿CUÁNDO SE REALIZARON ESTOS ESFUERZOS PREVIOS?

La documentación, basada en entrevistas a agricultores, técnicos, investigadores y gerentes de los hubs, además de documentos sobre las diferentes regiones que cubren estos nodos de innovación, nos permitió hacer una reconstrucción histórica de los eventos más importantes que han permitido su desarrollo. Al hacerla, fueron evidentes tres grandes etapas:



A. Establecimiento de la parcela de validación GreenSeeker en el cultivo de maíz, Hub P. Francisco comenta sobre su experiencia en Agricultura de Conservación. D. Instalación d



c

1. Eventos previos en la región que sirvieron como base del trabajo actual.
2. Primeros esfuerzos de MasAgro relacionados con las etapas de diseño y de desarrollo de los hubs (Martínez, Almekinders y Camacho, 2014).
3. Operación del hub, donde se presenta la información más relevante desde que empezaron a operar como hubs MasAgro.

Las fechas de las que datan los esfuerzos previos a MasAgro son diferentes en cada hub. Esto se debe a que están relacionados con las experiencias anteriores que se tuvieron con las tecnologías que promueve cada hub o con las actividades previas del CIMMYT en la región. Por ejemplo, la AC, que es una de las innovaciones más promovidas por la iniciativa, tiene como antecedentes los esfuerzos realizados en diferentes regiones de México en labranza de conservación (LC). Dichos esfuerzos datan desde la década de los setenta en la región del Bajío, de los ochenta en Chiapas y de los noventa en Oaxaca. Por su parte, la presencia física del CIMMYT en Texcoco y en Ciudad Obregón, mediante sus oficinas principales y sus campos experimentales, da una visión mucho más amplia de la relación de esta institución con las regiones que conforman los hubs de Valles Altos y Pacífico Norte. Lo anterior nos recuerda la importancia de contemplar y dar seguimiento a procesos regionales de innovación agrícola que comenzaron décadas atrás y de aprovechar los vínculos construidos previamente para avanzar en dichos procesos.



d

pacífico Norte. B. Foros regionales MasAgro con productores innovadores para mejorar la competitividad en la producción de granos. C. El productor don...
e una plataforma poscosecha en Hub Valles Altos.

ESFUERZOS PREVIOS DE MASAGRO EN LOS HUBS

<1970

1980



HUB VALLES ALTOS

- † Establecimiento del CIMMYT.
- † Proyecto piloto "Plan Puebla" en colaboración con Colpos y la UACH².
- † Investigadores del CIMMYT trabajan la LC y promueven la capacitación con el INIFAP y FIRA.
- † Establecimiento de la estación experimental CIMMYT-Toluca.



HUB BAJÍO

- † El CIMMYT difunde información relacionada con la LC.



HUB PACÍFICO NORTE

- † Se crea la OEE⁵ y se establecen parcelas de experimentación y métodos de extensión.
- † Los doctores Laird y Borlaug realizan ensayos sobre trigo.
- † Establecimiento de estaciones experimentales del CIMMYT.
- † Introducción de la siembra en camas y riego en surcos iniciado por el doctor Moreno, del INIFAP.



HUB CHIAPAS



HUB PACÍFICO SUR



HUB VALLES ALTOS

- † Establecimiento de ensayos de LC con productores colaboradores.
- † Inicio de pruebas de siembra con cobertura en parcelas experimentales del CIMMYT.
- † Mejoramiento de maíces de la región por el CIMMYT.
- † El CIMMYT desarrolla tecnologías de siembra en camas de ensayos y viveros de trigo.



HUB BAJÍO

- † Promoción de la LC por el CIMMYT y FIRA.
- † Creación de Cenapros⁶, promovido por el INIFAP, retomando la LC y la cero labranza.
- † Surge el Centro de Desarrollo Tecnológico Villadiego de FIRA.



HUB PACÍFICO NORTE

- † Trabajos sobre LC por el CIMMYT y FIRA.



HUB CHIAPAS

- † LC promovida por el CIMMYT, el INIFAP³, el gobierno estatal, FIRA⁴ y otros organismos.
- † Programas de conservación de suelos promovidos por los gobiernos federal y estatal.
- † Estudios sobre la degradación de suelos por el INIFAP y el CIMMYT.



HUB PACÍFICO SUR

1 Colegio de Postgraduados.

2 Universidad Autónoma Chapingo.

3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

4 Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.

5 Oficina de Estudios Especiales.

6 Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible.

7 Asociación para la Agricultura Sostenible en Base a Siembra Directa A. C.

8 Instituto Tecnológico de Estudios de Chiapas.

9 Global Environmental Facility.

10 Milpa Intercalada con Árboles Frutales.

11 Agroservicios Integrales Para el Desarrollo Sostenible S. C.

12 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

13 Unión de Sociedades de Producción Rural del Sur de Sonora, S. A. de C. V.

14 Asociación de Organismos de Agricultores del Sur de Sonora, A. C.

15 Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora A. C.

16 Asociación de Agricultores del Río Sinaloa Poniente, A. C.

17 Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

18 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

1990



HUB VALLES ALTOS

† Se retoman los experimentos de LC en trigo.



HUB BAJÍO

† Se funda Asosid⁷ con intervención de Javier Usabiaga, FIRA, el CIMMYT y organizaciones de productores.

† Surgen empresas locales de maquinaria.



HUB PACÍFICO NORTE

† FIRA promueve capacitaciones sobre LC.

† Se inician experimentos para comparar prácticas de agricultores con el sistema de camas permanentes con residuos de cosecha.



HUB CHIAPAS

† Consolidación del “Club de Labranza”.

† El CIMMYT, el INIFAP, el ITECH⁸ y Colpos¹ promueven la LC mediante diferentes estrategias, como parcelas demostrativas e investigación participativa.



HUB PACÍFICO SUR

† Estudio sobre el potencial de LC en la Mixteca Oaxaqueña (INIFAP-CIMMYT).

† El INIFAP implementa ensayos de LC en la zona Mixteca.

† Proyecto de Manejo Sustentable de Laderas (PMSL) del Colpos, con apoyo de los gobiernos estatal y federal y del GEF⁹.

† Desarrollo de la MIAF¹⁰ por el Colpos.

† “Proyecto Oaxaca”, CIMMYT-INIFAP.

2000 a la fecha



HUB VALLES ALTOS

† Investigadores del CIMMYT establecen líneas de investigación bajo AC.

† El CIMMYT inicia proyecto de extensión.

† Creación de la plataforma Asgrow[®]-CIMMYT.

† Colaboración CIMMYT-Colpos para muestreo de suelos y análisis de costos.

† El CIMMYT inicia los eventos demostrativos sobre AC. Primer curso de Técnico Certificado en AC.



HUB BAJÍO

† Asosid instala módulos con trabajos relacionados con la LC y la AC.

† Asosid, Agrodessa¹¹ y el IMTA¹² firman convenio de colaboración.

† Fundación Produce en Querétaro se involucra en la estrategia de extensión.



HUB PACÍFICO NORTE

† El CIMMYT comienza un proyecto estratégico de extensión.

† Consolidación de la colaboración con el Sistema Producto Trigo con base en la AC.

† Colaboraciones entre Ussprus¹³ y la AOASS¹⁴.

† El CIMMYT establece la plataforma en Ciudad Obregón, y el INIFAP, en Valle de Mayo.

† Establecimiento del Proyecto Estratégico de Módulos con Fundación Produce.

† Vinculación con otros actores clave como el PIEAES¹⁵, la AARSP¹⁶, Asgrow[®] y el Tecnológico de Sonora.



HUB CHIAPAS

† El INIFAP promueve la AC para combatir la erosión de los suelos.

† El CIMMYT, el INIFAP y el ITTG¹⁷ unen esfuerzos para minimizar los estragos del cambio climático y la degradación de suelos.

† La Sagarpa¹⁸ libera el fondo para la investigación “Dr. Norman E. Borlaug”.



HUB PACÍFICO SUR

† El CIMMYT atiende la demanda de capacitación de técnicos del Fondo para la Paz.

¿QUÉ ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES LOS HAN LLEVADO A CABO?

Durante las reconstrucciones, fueron varias las organizaciones o instituciones referidas como actores que realizaron eventos clave para explicar el desarrollo de los diferentes hubs. Muy diversas instituciones, organizaciones y empresas hicieron una contribución significativa a los procesos de innovación regionales. Ejemplo de esto es el INIFAP, uno de los principales actores clave con diversos esfuerzos previos e intervenciones. También tenemos que mencionar a FIRA, Colpos, Asosid, la Fundación Produce, el Club de Labranza y la UACH, entre otros. Actualmente, muchas de estas organizaciones, empresas e instituciones colaboran con el CIMMYT para alcanzar el propósito de fortalecer la seguridad alimentaria de México.

Por otra parte, también pudimos identificar individuos que han jugado un papel importante en eventos previos a MasAgro, aunque para este artículo no podríamos nombrarlos a todos. Sin embargo, todos estos investigadores, profesionales y líderes sociales, a través del desarrollo de tecnologías o con su determinación de posicionarlas a escala local o regional, han contribuido a entretelar los esfuerzos actuales que se llevan a cabo no sólo en MasAgro, sino en otros proyectos de la Estrategia de Intensificación Sustentable para América Latina del CIMMYT.



Recorrido de campo y diálogo con productores en un módulo del Hub Chiapas.

Los agricultores no consiguen apropiarse de un sistema de innovación a menos que tenga una base familiar (Rogers, 2003). Los esfuerzos previos a MasAgro han fundado los cimientos del proceso de implementación y adopción de tecnologías en los hubs, ya que, con la experiencia, el trabajo de actores clave, las lecciones aprendidas y las iniciativas para el desarrollo local a través del establecimiento de proyectos estratégicos, de alguna manera han tejido esfuerzos que han evolucionado en lo que hoy es MasAgro.

El Programa MasAgro surge de un entorno favorable al que se ha impulsado para que rinda más y mejores resultados. Por lo tanto, “MasAgro es de ayer” y, por ello, agradecemos profundamente las colaboraciones previas, sinergias y esfuerzos particulares que lo anteceden, ya que cada iniciativa es valiosa en la construcción del largo proceso de fortalecer la seguridad alimentaria de México. ✪

Literatura citada

- Cooley, L., y Linn, J. F. (2014). *Taking innovations to scale: methods, applications and lessons*. Washington DC: Results for Development Institute.
- Martínez, T. E., Almekinders, C. J. M., y Camacho, T. C. (2014). *Reporte del Taller de MasAgro desde la visión de los gerentes de hubs*. Texcoco, México: CIMMYT. Internal Document.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. (5.a ed.) New York: Free Press.

Baja emergencia de trigo en AC con SIEMBRA EN SECO

Soluciones para su mejora en el Valle del Yaqui



Foto 1. Solarización de suelo en la estación experimental del CIMMYT en el Valle del Yaqui, cerca de Ciudad Obregón, Sonora, en 2013.

Aunque esta técnica requiere un control de malezas con herbicidas selectivos al inicio de la temporada, es cierto que ahorra agua de riego y permite fechas más flexibles para el establecimiento del cultivo.

Los productores del Valle del Yaqui se preocupan por el agua. Y deben hacerlo porque vivir en un ambiente árido, con restricción de recursos hídricos y predicciones sobre el cambio climático, los obliga a tener como prioridad la preservación de este líquido, lo que es una razón para implementar los sistemas de producción basados en la **Agricultura de Conservación (AC)**. Por lo general, la AC en la zona del Valle del Yaqui emplea la técnica de camas permanentes para la producción de trigo, que se siembra en húmedo; es decir, se irriga el campo antes del establecimiento de la semilla para que la primera generación de maleza germine y se controle antes de la siembra del trigo. Sin embargo, esta práctica tiene los siguientes inconvenientes: 1) uso excesivo de agua para el riego de presiembra; 2) esperar a que los campos sequen lo suficiente antes de sembrar, y 3), en caso de que se presenten lluvias fuera de temporada, la siembra se retrasa y el rendimiento disminuye. Un sistema alternativo al descrito es la siembra en seco, donde la semilla se establece directamente en la tierra seca y el campo se riega después de la siembra del cultivo. Aunque esta técnica requiere un control de malezas con herbicidas selectivos al inicio de la temporada, es cierto que ahorra agua de riego y permite fechas más flexibles para el establecimiento del cultivo. Se ha observado, sin embargo, que la siembra



Foto 2. Solarización de suelo en la estación experimental del CIMMYT en el Valle del Yaqui, cerca de Ciudad Obregón, Sonora, en 2013.

de trigo en seco sobre camas permanentes resulta en una menor emergencia, en comparación con la siembra en húmedo, lo cual a menudo afecta los rendimientos.

Por esto, el CIMMYT realizó investigaciones sobre las causas de la germinación reducida y sobre varios productos para el tratamiento de semillas con potencial



para aumentar la emergencia de las plántulas y el crecimiento al principio de la temporada. Para empezar el estudio, era importante conocer si la reducción

era causada por factores bióticos o abióticos. Para encontrar una respuesta a nuestro cuestionamiento, fue implementado un ensayo con el objetivo de reducir las poblaciones de patógenos y otros organismos en el suelo; la idea principal fue ver la densidad de germinación en suelo no tratado y suelo con poblaciones microbianas reducidas. En tiempos pasados el uso de ciertos productos químicos para el control de patógenos en el suelo, como el bromuro de metilo, era una práctica común, pero hoy en día estas técnicas son restringidas debido al daño que ocasionan los gases de efecto invernadero al medio ambiente.

Por lo tanto, fue utilizada una técnica alternativa llamada solarización. En la solarización del suelo se utiliza plástico para conseguir un ambiente muy caliente y así lograr la muerte de patógenos y semillas de malezas como una alternativa eficaz al uso de tratamientos químicos. Si su aplicación es correcta, con temperaturas y duración adecuadas, se puede esperar que los microorganismos sean afectados hasta los primeros 15 cm de profundidad del suelo. Para que la solarización funcione de manera adecuada, es importante que el suelo sea humedecido antes de colocar el plástico, esto asegura la conductividad térmica del suelo y la bioactividad de los patógenos. Además, es importante que el plástico sea sellado adecuadamente y se le dé buen mantenimiento, para asegurar que la circulación de aire bajo el plástico sea mínima; esto garantizará altas temperaturas para poder matar a los microorganismos. La solarización puede reducir drásticamente las poblaciones de patógenos en el suelo; sin embargo, no se espera que lo esterilice completamente. Después del procedimiento, se espera que la reinfestación de microorganismos

ocurra aproximadamente entre tres y cuatro meses.

El experimento de solarización se llevó a cabo en la estación experimental del CIMMYT en el Valle del Yaqui, cerca de Ciudad Obregón, Sonora, en 2013. Antes de comenzar el ciclo otoño-invierno, a mediados de noviembre, la mitad del área que fue usada en el ensayo se solarizó (fotos 1 y 2) y lo demás se dejó sin tratamiento. El área fue regada el 20 de agosto de 2013, en preparación de la solarización, y el 24 de septiembre fue instalado el plástico y se inició el procedimiento. El plástico fue retirado el 12 de noviembre, y se sembró trigo un mes después en las parcelas donde se llevó a cabo la solarización y donde no, tanto en suelo seco como en húmedo. Para la siembra, se utilizó trigo duro variedad Cirno a una densidad de 80 kg/ha, que fue sembrado con cuatro diferentes tratamientos de semilla:

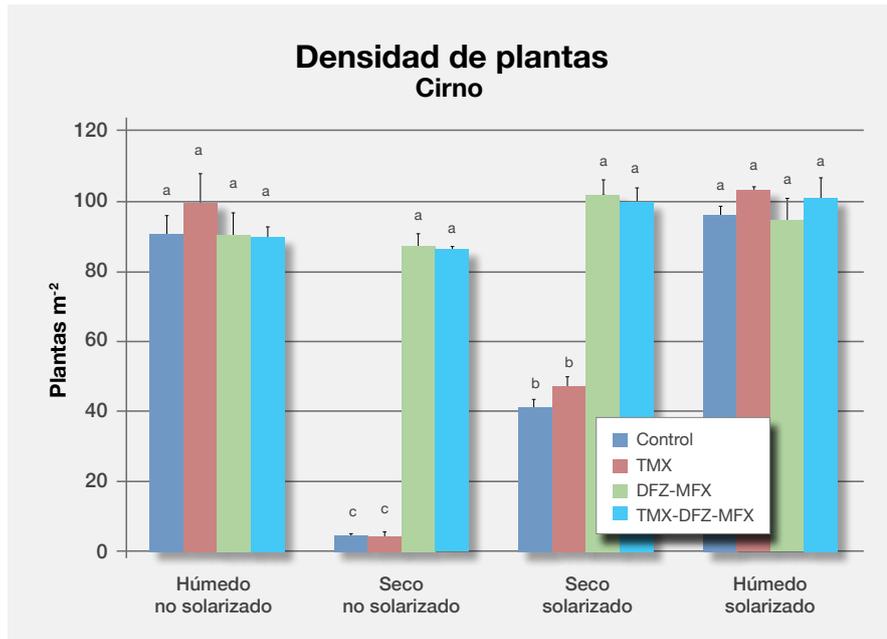
1. Control sin tratamiento
2. Tiametoxam (TMX)
3. Difenoconazol (DFZ)– Mefenoxam (MFX)
4. TMX-DFZ-MFX

El tiametoxam es un insecticida con efectos precursores de potencializar el crecimiento bajo ciertas circunstancias. Difenoconazol y mefenoxam son fungicidas.

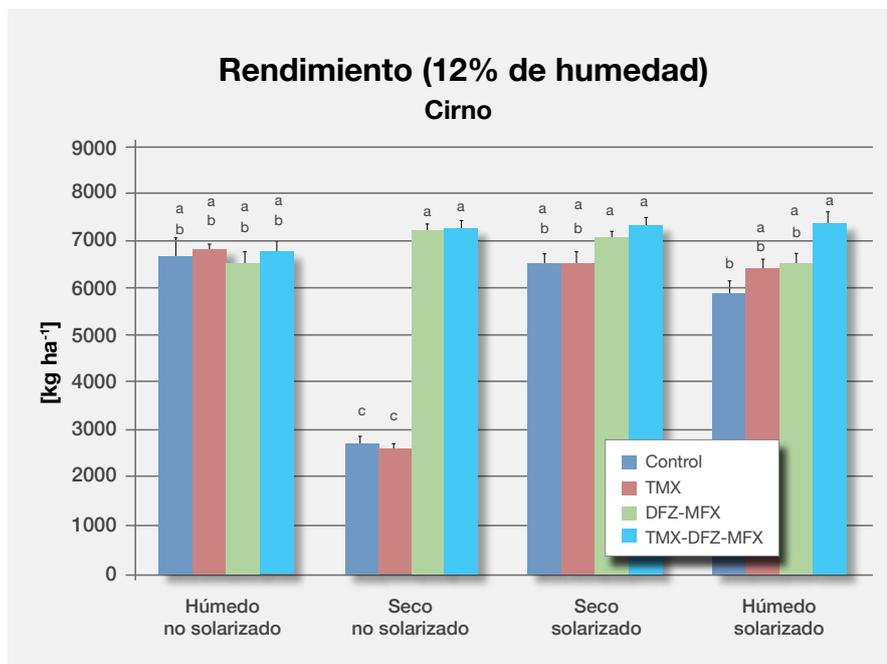
SIEMBRA EN HÚMEDO

En parcelas de siembra en húmedo no hubo diferencia entre los tratamientos de semilla, con respecto a la densidad de plantas (gráfica 1). El tratamiento con tiametoxam no tuvo ventaja sobre el tratamiento control. Por otra parte, no existió diferencia en densidad de plantas entre parcelas con o sin solarización. Así

Gráfica 1. Densidad de plantas en siembra en seco y húmedo sobre parcelas con y sin solarización. Los tratamientos de semilla que se incluyen son: tiametoxam (TMX), difenoconazol (DFZ) y mefenoxam (MFX). Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).



Gráfica 2. Rendimiento de siembra en seco y húmedo sobre parcelas con y sin solarización. Los tratamientos de semilla que se incluyen son: tiametoxam (TMX), difenoconazol (DFZ) y mefenoxam (MFX). Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).



mismo, no hubo diferencias en rendimiento de grano entre parcelas solarizadas y no solarizadas (gráfica 2). Este resultado no es sorprendente, ya que no se observó emergencia reducida; sin embargo, sí se observó un efecto del tratamiento de semilla. En parcelas solarizadas, la combinación de los tratamientos de semilla tiametoxam-difenoconazol-mefenoxam presentó un rendimiento superior que la que no fue tratada (testigo).

SIEMBRA EN SECO

En la siembra en seco, se vieron claros efectos de la solarización en densidad de plantas (gráfica 1) y en rendimiento (gráfica 2) en los tratamientos control y tiametoxam. La densidad de plantas fue incrementada por solarización de 4 plantas/m² a más de 40 plantas/m². Aunque este valor es menor que la densidad de plantas reportadas en siembra en húmedo, no se observaron diferencias en el rendimiento de grano. El rendimiento en parcelas solarizadas fue igual de alto que en parcelas sembradas en húmedo.

Estos resultados muestran que la reducción de emergencia y rendimiento bajo siembra en seco es por una causa biológica. Cuando se reducen las poblaciones de patógenos en el suelo, los valores de emergencia aumentan y las diferencias en rendimiento desaparecen. Los resultados muestran que el tratamiento de semilla sólo con tiametoxam no mejora la densidad de plantas ni el rendimiento.

Por el contrario, los tratamientos de semilla que contenían difenoconazole y mefenoxam tuvieron efectos positivos. Cuando la semilla es tratada con estos fungicidas, no hay diferencias en la densidad de plantas y el rendimiento entre siembra

en seco y en húmedo. Por lo tanto, parece que la reducida emergencia en siembra en seco es causada por hongos.

¿DIFENOCONAZOL O MEFENOXAM?

El experimento llevado a cabo en 2013 fue con la combinación de tratamientos de semilla difenoconazol-mefenoxam, los cuales tuvieron efectos positivos. Para tener claro cuál producto era el responsable de incrementar la densidad de plantas, se llevó a cabo un experimento de seguimiento en 2014. En este experimento se tuvo un tratamiento con sólo mefenoxam, con el objetivo de ver si éste tenía un efecto positivo. El experimento constó de seis tratamientos en total:

1. Control
2. Mefenoxam (MFX)
3. MFX-difenoconazol (DFZ)
4. MFX-DFZ-fludioxonil (FDL)
5. MFX-DFZ-FDL-sedaxan (SDX)
6. MFX-DFZ-FDL-SDX-tiametoxam (TMX)

La germinación y densidad de plantas fueron mejoradas por todos los tratamientos aplicados.

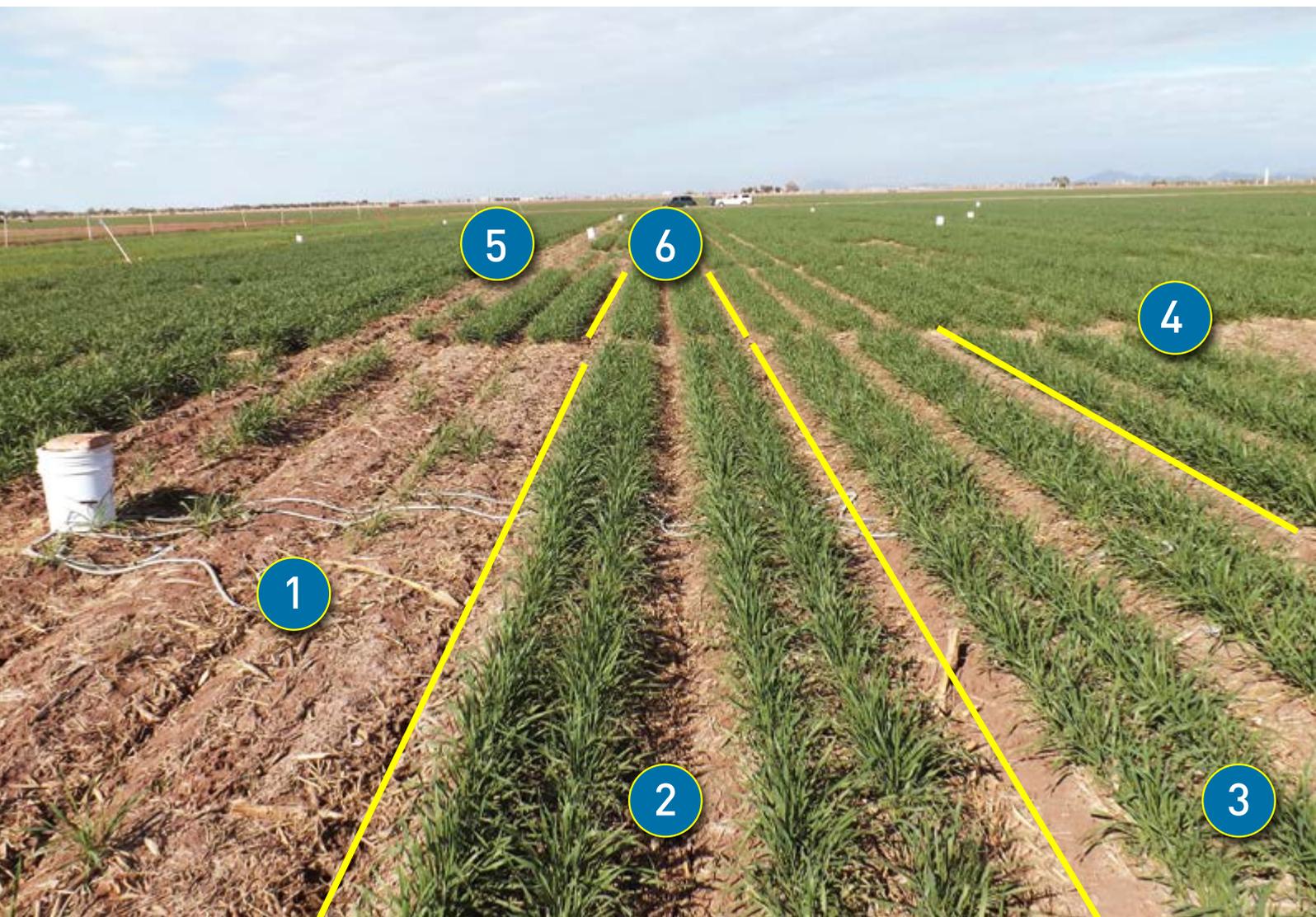


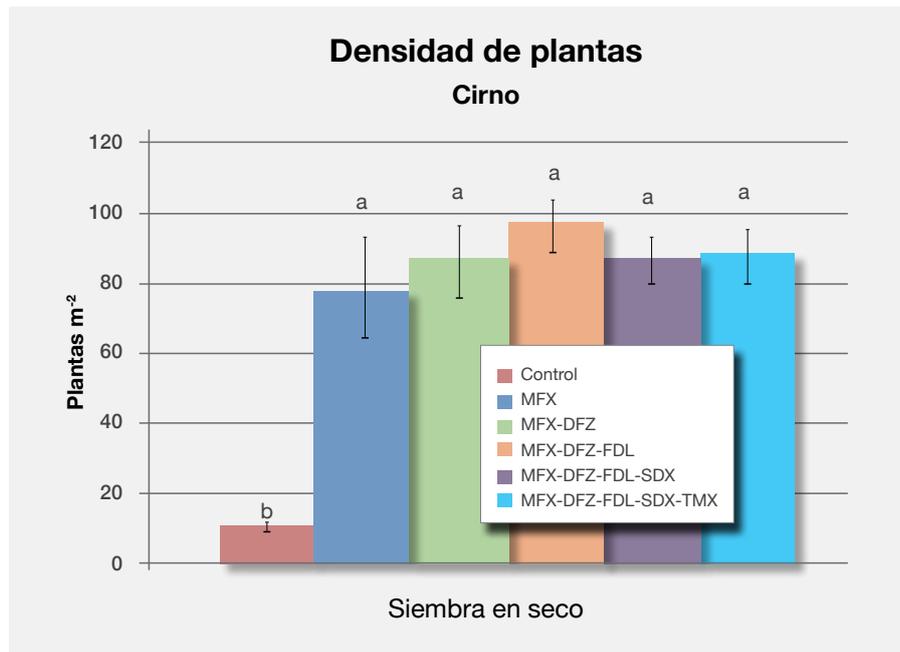
Foto 3. Parcelas de siembra en seco cuatro semanas después de la siembra: 1) control, sin tratamiento de semilla; 2) MFX; 3) MFX-DFZ; 4) MFX-DFZ-FDL; 5) MFX-DFZ-FDL-SDX; y 6) MFX-DFZ-FDL-SDX-TMX. Abreviaciones: MFX (mefenoxam), DFZ (difenoconazol), FDL (fludioxonil), SDX (sedaxan), TMX (tiametoxam). El tratamiento control presentó muy baja densidad de plantas, mientras que el tratamiento con MFX tuvo mayor densidad. La adición de otros productos no incrementó más la densidad de plantas.

La densidad de plantas, del tratamiento 2 al 6, se puede observar en la foto 3, donde en control se ve muy poca densidad. Esta observación fue confirmada con el conteo de densidad de plantas (gráfica 3). En el tratamiento control sólo se contaron 10 plantas/m². Este número fue incrementado con los tratamientos de semilla, donde se contaron de 80 a 100 plantas/m². Las diferencias entre los tratamientos de semilla no fueron significativas. Resultados similares fueron observados en el rendimiento de grano. El rendimiento en el tratamiento control fue alrededor de 2.8 t/ha (gráfica 4), y se incrementó significativamente en todos los tratamientos de semilla, que estuvieron alrededor de las 5.1 t/ha, sin existir una diferencia significativa entre ellos. Los experimentos mostraron que la reducción de emergencia en siembra en seco bajo el esquema de **Agricultura de Conservación** es por causa biológica. Esto se puede reducir con solarización de suelo y complementarse con un adecuado tratamiento de semilla. Con el tratamiento correcto, la densidad de plantas y el rendimiento son iguales que en siembra en húmedo. El experimento de seguimiento mostró que el tratamiento de semilla con mefenoxam es suficiente para tener estos efectos. La adición de otros ingredientes activos no mejora más el rendimiento.

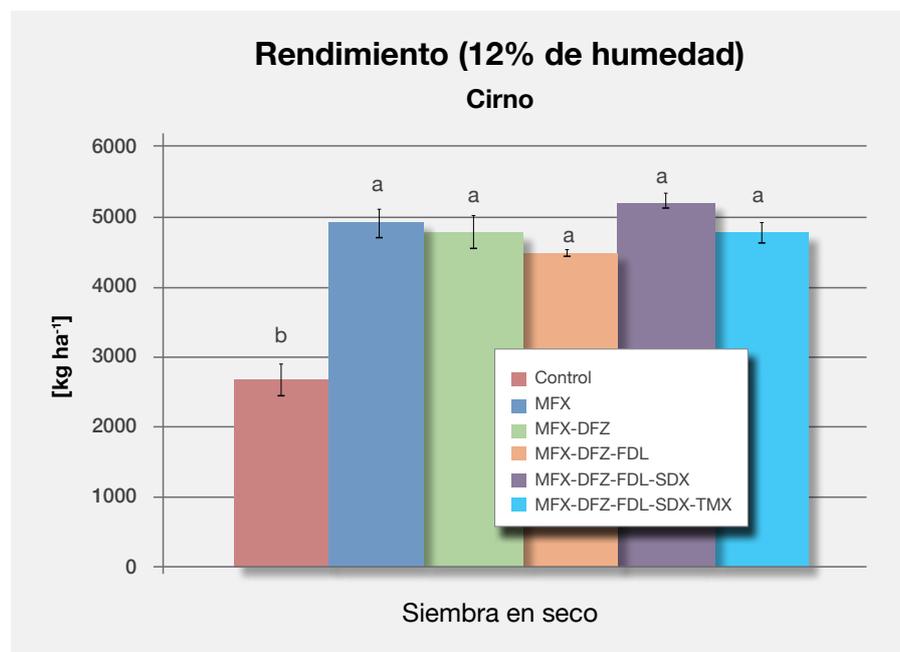
CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos en los experimentos, se recomienda tratar la semilla con productos que contengan mefenoxam cuando se realice siembra de trigo en seco bajo el esquema de **Agricultura de Conservación**. Este tratamiento evitará la reducción en densidad de plantas y el bajo rendimiento, ayudando a la obtención de rendimientos similares que en siembra en húmedo. ✦

Gráfica 3. Densidad de plantas en siembra en seco con seis diferentes tratamientos de semilla. MFX (mefenoxam), DFZ (difenoconazol), FDL (fludioxonil), SDX (sedaxan), TMX (tiametoxam). Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).



Gráfica 4. Rendimiento de grano en siembra en seco con seis diferentes tratamientos de semilla. MFX (mefenoxam), DFZ (difenoconazol), FDL (fludioxonil), SDX (sedaxan), TMX (tiametoxam). Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).



Semillas que dan VIDA

Yenisey Reyes Iturbe, CIMMYT



En el pueblo de Santa Inés Varela de la Luz, Tlachichuca, Puebla, todos conocen al señor Antonio Raymundo Aburto de Jesús. Don Toño y su esposa, Lupita, son originarios de esta localidad. Son padres de tres hijos, y al comenzar su matrimonio no contaban con ninguna propiedad. Por ello, su primera meta fue comprar unas pequeñas parcelas, lo cual lograron a base de mucho esfuerzo y trabajo.

Luego de tener sus tierras, don Antonio se enfrentó a un nuevo reto: saber trabajarlas. Don Toño supo entonces cuán importante es el conocimiento, ya que aunque contara con la tierra, los insumos y la maquinaria, sin el conocimiento, los resultados no serían favorables. Aprendió a trabajar la tierra igual que todos los productores de la zona: de manera tradicional. Las prácticas que realizaban no contribuían a la conservación del suelo, ya que acostumbraban quemar los residuos de las parcelas, sin saber que esto perjudicaba las condiciones nutrimentales de su suelo.

Hace algunos meses llegó a la localidad el ingeniero Senén Dolores, quien le platicó a don Antonio sobre PROAGRO Productivo y el acompañamiento técnico que éste realiza para transmitir el menú tecnológico y las prácticas sustentables a los productores, con el propósito de mejorar sus rendimientos y producción. Don Toño se interesó inmediatamente; en la comunidad nunca habían contado con la presencia de un asesor técnico, y por eso, cuando el ingeniero Senén le platicó acerca de la **Agricultura de Conservación** y las prácticas sustentables con las que contaba PROAGRO Productivo, el señor Antonio convocó a sus vecinos y compañeros ejidatarios.

Desde entonces, don Toño ha sido pieza clave para el éxito del componente en la localidad, ya que al haber sido parte del Comisariado

ejidal del pueblo dos veces, la gente confía en él y acude a sus llamados e invitaciones. Sin embargo, al iniciar no se contaba con un salón o algún lugar para recibir las capacitaciones, por lo que él gestionó el préstamo de varias bancas con la escuela de la comunidad. Y es que, aunque sólo cursó estudios hasta cuarto grado de primaria, eso nunca lo ha detenido. Como él mismo dice: “Mi nivel de educación no me ha impedido desenvolverme y buscar beneficios para los pobladores de Santa Inés. Hablo con quien haya que hablar, sean ingenieros, presidentes municipales o personas importantes”.

Su gestión tuvo buenos resultados y la escuela de la comunidad les donó algunas bancas que ya no utilizaban para establecer un salón de clases en su propia casa. A partir de ese momento, el hogar de don Toño se convirtió en un lugar de transferencia de conocimiento y tecnología, donde 80 productores se reúnen periódicamente para aprender juntos.

El acompañamiento técnico que el ingeniero Senén Dolores Bernabé ha realizado en esta comunidad ha tenido buenos resultados, ya que a partir de su intervención los productores han modificado su modalidad de siembra. Antes estaban acostumbrados a sembrar de dos a tres granos por golpe, a una distancia de entre 50 y 70 cm; sin embargo, él les enseñó a sembrar sólo un grano a una distancia de 30 cm.

Los resultados fueron notables, las mazorcas que sembraron con la nueva técnica son mucho más grandes que las que sembraban con el método anterior. Tal y como lo describe don Toño, “el ingeniero explicó que si sembramos dos o tres granos en el mismo lugar, las plantas compiten entre sí, y por eso no crecen. Pero si ponemos sólo un grano por golpe,



EnLace se ha convertido en un medio de transmisión de conocimiento para don Toño y

los nutrientes le llegan a la planta solita y crece más grande”.

Los cambios en la producción también han sido notables, ya que en el pasado el señor Antonio obtenía un rendimiento de 3 a 3.5 toneladas de maíz por hectárea en promedio; sin embargo, a partir



para todos los productores que asisten a las capacitaciones.

del acompañamiento técnico que ha recibido, su rendimiento ha aumentado significativamente, con una producción de 4 a 6 toneladas por hectárea.

A partir de los buenos resultados que tuvieron en este ciclo, muchos de los productores que en un

principio no creían en las técnicas de siembra que el ingeniero les había propuesto se han acercado al señor Antonio para preguntarle qué es lo que está haciendo. De esta forma, los resultados hablan por sí mismos y el aumento en la producción ha sido el medio para que más productores se

interesen y quieran integrarse al Componente PROAGRO Productivo.

Dentro del acompañamiento técnico, el ingeniero Senén también les ha enseñado varias prácticas sustentables, como el uso de biofertilizantes, la elaboración de lombricompostas y el uso de

lixiviados. La elaboración de compostas ha traído beneficios a los productores, ya que además de aprovechar el estiércol de su ganado, al incorporarlo al terreno aumentan los nutrientes y reducen los costos de producción, pues no compran la misma cantidad de fertilizante.

Otro de los impactos que el acompañamiento técnico ha tenido en los productores de esta comunidad es en el manejo en poscosecha, ya que a partir de las capacitaciones que han recibido sobre almacenamiento de grano, los productores han utilizado tanto silos como bolsas herméticas para guardar su grano y evitar las grandes pérdidas que comúnmente tenían como consecuencia de las plagas.

“El ingeniero nos ha mostrado técnicas fáciles que nos permiten —a bajo costo— mejorar nuestra producción, y por eso estamos muy agradecidos con él y con el CIMMYT”. El señor Antonio tiene especial afecto por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ya que hace algunos años, a través de la organización “Ayudémonos para vivir”, él y otros productores asistieron a las instalaciones del Centro en Texcoco.

“Es como si hubiera llegado a otro mundo”, comentó don Antonio, quien en ese viaje tuvo la oportunidad de recorrer las instalaciones, observar la maquinaria y las tecnologías que hay en la institución, entrar al Banco de Germoplasma y conocer la revista *Enlace*. “A mí no me gusta ver tele, a mí me gusta ver libros. Yo leo varias cosas, pero la que más me impacta es la revista *Enlace*, que



Don Antonio y su familia. Él y su esposa tienen a su cuidado a sus dos nietas.

viene del CIMMYT, porque aprendo mucho”, señaló el productor.

Aunque sólo cursó hasta cuarto de primaria, el productor es un lector asiduo, y comenta que gracias a la revista ha conocido los testimonios de productores de diferentes partes del mundo que siembran con técnicas sustentables de *Agricultura de Conservación*. También ha leído casos de científicos galardonados por sus logros y descubrimientos en la agricultura, situación que lo emociona, ya que espera que todos estos descubrimientos pronto lleguen a él a través del acompañamiento técnico del ingeniero Senén.

Es así como *Enlace* se ha convertido en un medio de transmisión de conocimiento para don Toño y para todos los productores que asisten a las capacitaciones. Cada vez que se reúnen, todos leen los artículos que les resultan interesantes. En algún número de la revista, el señor Toño leyó acerca de las sembradoras de precisión y las ventajas que representan

para los productores al momento de la siembra. Por lo que, ahora el reto del productor es gestionar una sembradora para la comunidad, ya que sabe que con esta tecnología los tiempos de siembra y el costo de producción podrían disminuir considerablemente.

“Nosotros no queremos que nos regalen nada, estamos dispuestos a pagar por usar la sembradora. Sólo les pedimos que nos ayuden a conseguirla”. En los casos que lee, ha identificado las tecnologías y las prácticas que los productores están realizando en otros lugares y le pregunta al ingeniero si se pueden aplicar en sus tierras o no.

Ganarse la confianza de los productores es uno de los puntos más importantes para que el acompañamiento técnico sea exitoso. La relación y el vínculo que han creado el ingeniero Senén y el productor Antonio va más allá del trabajo. “Considero al ingeniero Senén mi amigo, yo he aprendido mucho de él, pero yo creo que él también ha aprendido mucho de mí”.

Ambos se consideran un equipo y han unido esfuerzos para lograr que más productores se unan al componente. Cada vez que el ingeniero Senén realiza alguna capacitación o visita las parcelas de los demás participantes del componente, don Antonio lo hospeda en su casa. Son estas ocasiones las que han permitido que la amistad entre ellos se fortalezca, pues conversan y comparten anécdotas y experiencias. “Prefiero mil veces el acompañamiento técnico que un incentivo económico o un apoyo en especie. El mayor aprendizaje que me ha enseñado el ingeniero es a compartir el conocimiento. El ingeniero ya es parte de mi familia y siempre le vamos a estar agradecidos por todas sus enseñanzas”, comenta el productor.

Don Toño, además de dedicarse a la siembra, es artesano. Con sus

granos de maíz y otras semillas realiza portadas para adornar las entradas de las iglesias en las fiestas patronales. La elaboración de las portadas es una actividad familiar en la que participan todos los integrantes, hasta sus nietas más pequeñas. Él es quien realiza los diseños de las portadas, ya que desde pequeño le gustó dibujar e incluso ganó varios premios de dibujo en la escuela primaria. Menciona orgulloso que nadie le enseñó a hacer las portadas, sino que él solo aprendió y en todo el tiempo que ha trabajado en ello nunca ha repetido ningún diseño.

Una vez que él traza el diseño, las mujeres entran en acción. Su esposa, sus hijas y sus nietas son las que rellenan los dibujos con semillas de maíz de diferentes colores que ellos han sembrado en sus parcelas. El resultado son

portadas hermosas que adornan las entradas de las iglesias en las fiestas patronales de los pueblos vecinos. “Mis nietas saben que somos de campo y que de ello vivimos, así que esta actividad nos brinda un ingreso económico extra”, señala el productor.

Don Antonio está a cargo de sus dos nietas. Su hijo, el padre de las niñas, no pudo regresar a Estados Unidos a trabajar, y junto con la madre de las niñas —que es estadounidense—, decidió que sus hijas se criaran con sus abuelos en México, en un lugar más tranquilo. Su madre les llama cada semana; sin embargo, las niñas cada vez le entienden menos, ya que ella solamente habla inglés y las dejó de ver hace tiempo. El idioma se está convirtiendo en un problema de comunicación entre ellas.



Don Antonio es también artesano. Con granos de maíz y otras semillas diseña portadas que adornan las entradas de las iglesias en las fiestas patronales de los pueblos vecinos.

Es muy común que los jóvenes de la comunidad vayan a Estados Unidos en busca del sueño americano. El hijo del productor estuvo un tiempo allá, y seguirá intentando volver hasta lograrlo. “Yo tengo la esperanza que mi hijo, al igual que muchos jóvenes, no sólo de mi comunidad, sino del país, se convencerán de que aquí en México existen buenas oportunidades. Con el acompañamiento técnico estamos logrando mejores resultados y esperamos que mejor año con año. El campo sí es negocio. Ojalá mi hijo vea que el campo sí es negocio y que no es necesario irse de su país y dejar a su familia para tener una vida digna”, concluyó el productor. *



174 años de trigo The Broadbalk Wheat Experiment

Un ensayo a muy largo plazo

Por: Andy Macdonald (Sustainable Agricultural Sciences Department, Rothamsted Research, Harpenden, Herts, AL5 2JQ, UK), Simon Fonteyne y Nele Verhulst (CIMMYT, El Batán, México).



Del 15 al 17 de mayo de 2017 se organizó el primer taller “Global Long Term Experiment Network (LTEN) Workshop” en Rothamsted, Reino Unido. El objetivo fue compartir experiencias entre científicos que manejan ensayos agrónómicos a largo plazo y fomentar sinergias entre las instituciones.

Organizaciones de todo el mundo estuvieron presentes, representando a la investigación en México, Inglaterra, Argentina, Uruguay, India y otros países. Por parte del CIMMYT, Bruno Gerard, M. L. Jat, Christian Thierfelder y Nele Verhulst participaron en el taller. El doctor Bruno Gerard presentó el trabajo del CIMMYT en ensayos a largo plazo sobre intensificación sustentable en México, India y África.

El ensayo presentado por la institución organizadora, Rothamsted Research, destacó de todos los demás, siendo el ensayo científico de mayor plazo en el mundo. El “Broadbalk Wheat Experiment” lleva más de 170 años y ha generado información de valor inestimable, sobre todo en la producción de trigo desde su inicio en 1843. Es una, demostración extraordinaria de la posibilidad de producir alimentos de manera sustentable y de los efectos a largo plazo que surgen de las decisiones del manejo de cultivo. El experimento ayuda a comprender el efecto de factores como fertilizantes, rotación de cultivo, cal, estiércol, herbicidas, fungicidas y otros factores de manejo sobre la sustentabilidad de un sistema productivo.

El ensayo de Broadbalk fue sembrado por primera vez en 1843 con trigo de invierno y cosechado en el verano de 1844. Al inicio del experimento se comparó el efecto de la aplicación de estiércol y varios fertilizantes inorgánicos

Foto: Broadbalk, iniciado en 1843.
(Rothamsted Research 2017.)

que contenían nitrógeno, fósforo, potasio, sodio y magnesio en el rendimiento de trigo de invierno. El ensayo está ubicado en el sueste de Inglaterra en un suelo franco arcillo limoso con 19-39% de arcilla. El clima es templado húmedo.

El ensayo está dividido en 18 parcelas de 320 m de largo y 6 m de ancho. Al inicio, la labranza se hizo con yunta, el control de malezas se hizo de manera manual con azadón y la cosecha se hizo con guadaña. Después de la Primera Guerra Mundial, los tratamientos del ensayo se fueron adaptando a la falta de la labor manual.

El ensayo se subdividió en cinco secciones y la práctica de descanso se introdujo para controlar malezas. Cada sección fue descansada un año por cada cinco. En 1968 el ensayo se subdividió aún más, en 10 secciones, y se introdujeron variedades semienanas modernas. También se empezó la rotación de cultivos en cinco secciones.

Desde 1982, la rotación de cultivos fue un año de descanso, un año de papas y tres años de trigo de invierno. En 1996 esa rotación cambió a avena de invierno, maíz forrajero y tres años de trigo. En las otras secciones sólo trigo de invierno ha sido cultivado desde el inicio (trigo continuo).

Una parte del ensayo fue abandonada en 1882 y se permitió la regeneración de la vegetación natural; el trigo sobrevivió por cuatro años y después la parcela se convirtió en bosque nativo.

MANEJO ACTUAL

Cada cinco años, al final de la rotación, se reevalúa la variedad de trigo. Viejas variedades se reemplazan por nuevas de trigo harinero de invierno con un rendimiento

más alto. En lugar de usar la yunta para la labranza, ahora se utiliza un tractor con arado de vertedera, y en vez de cosechar a mano, ahora se utiliza una trilladora especialmente diseñada para parcelas experimentales.

Desde los años cincuenta, las malezas son controladas con herbicidas y las enfermedades con fungicidas, en la mayoría de las parcelas. Para evaluar el efecto de estos pesticidas también existen tratamientos sin herbicidas o fungicidas. Desde 1986 se incorpora el rastrojo en uno de los tratamientos. Desde 1954 también se aplica cal agrícola cuando es necesario para mantener el pH a 7.

RESULTADOS

Los rendimientos de grano y paja son determinados cada año y las muestras son analizadas por contenido de nitrógeno y otros elementos, para luego ser archivadas. Así, el ensayo ha acumulado una serie de muestras de grano desde 1843 (gráfica 1).

En los primeros años, los mejores rendimientos fueron de alrededor de 3 t/ha. Ahora, los rendimientos más altos son de alrededor de 13 t/ha con fertilizante químico o con estiércol más fertilizante químico en el primer año de trigo en la rotación después de maíz forrajero. La evolución del rendimiento de grano también demuestra el impacto de los avances en la tecnología agrícola en los dos últimos siglos. Los mayores incrementos en rendimientos fueron causados por nitrógeno, nuevas variedades, rotación de cultivos, aplicación de herbicidas y fungicidas.

La fertilización incrementó el rendimiento de 1 t/ha a un promedio de 3 t/ha y la introducción de

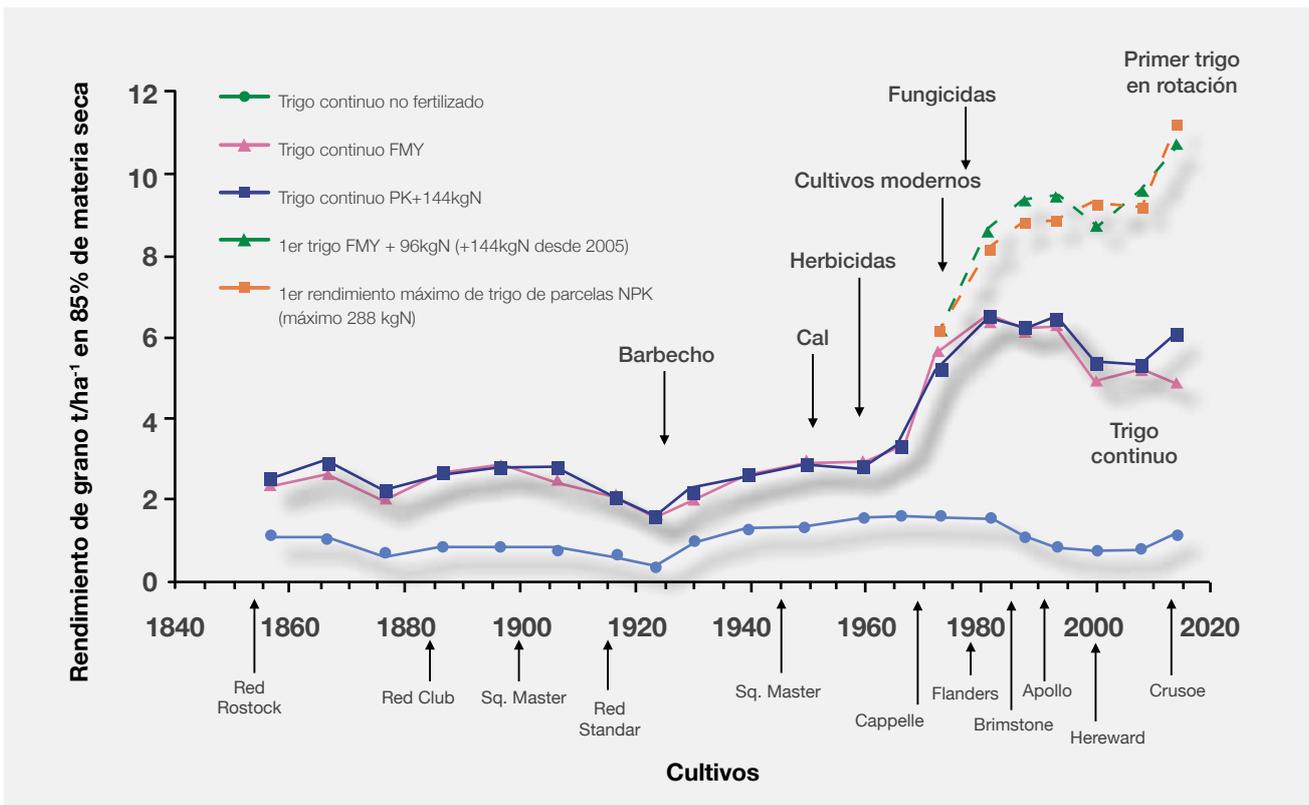
variedades semienanas modernas en los años sesenta dobló el rendimiento a 6 t/ha. En comparación con el trigo de monocultivo, los rendimientos de trigo en rotación son de dos a tres toneladas más altos en el primer año de trigo en la rotación.

Las mediciones del contenido de nitrógeno en el agua de los drenes demostró que ciertas cantidades de nitrógeno se pierden, hasta cuando no se aplica algún fertilizante. El nitrógeno proviene de deposición atmosférica y de la degradación de materia orgánica. Adicionalmente, el nitrógeno en el estiércol que se aplica en otoño, como es la práctica tradicional en el norte de Europa, es liberado durante el invierno cuando el cultivo no lo ocupa.

Con el tiempo, el ensayo a largo plazo también ha servido para investigar aspectos de la agronomía que no fueron previstos al principio. Por ejemplo, investigaron el efecto del contenido de materia orgánica y el contenido de arcilla en la fuerza necesaria para hacer el barbecho.

Las pérdidas de nitrógeno son generalmente más altas cuando se aplica más de 200 kg N/ha o cuando se aplica largas cantidades de estiércol anualmente. Dichas pérdidas son mayores debido a

Gráfica 1. Broadbalk: rendimientos medios de grano de trigo de invierno a largo plazo.



Fuente original: © Rothamsted Research 2017. Bajo licencia Creative Commons Atribución 4.0 International License.

la larga duración del ensayo en los tratamientos con estiércol; el contenido de materia orgánica es más alto en los tratamientos con estiércol, lo que causa que una mayor cantidad de nitrógeno sea liberado por mineralización.

Las mediciones de contenido de materia orgánica en el suelo muestran que la aplicación de estiércol ha superado en más del doble el contenido de carbón en el suelo. El mayor efecto de la aplicación de estiércol se dio en las primeras décadas del ensayo, después el suelo llegó a un nuevo equilibrio, incrementando lentamente el contenido de materia orgánica.

La materia orgánica en los tratamientos con fertilización química

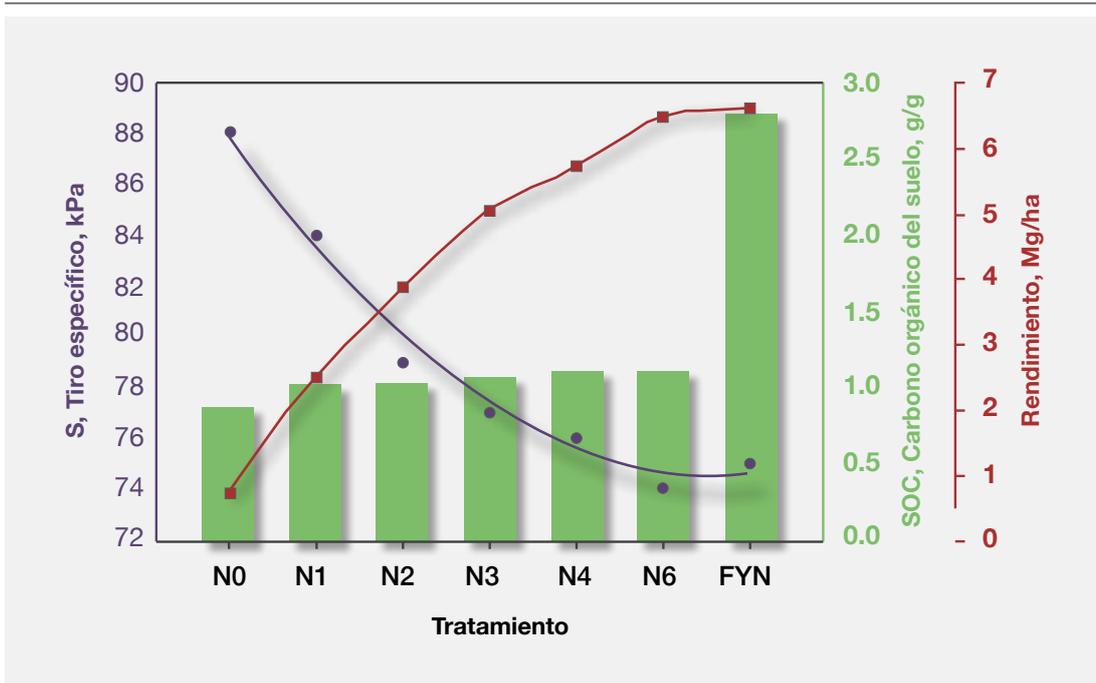
de nitrógeno incrementó paulatinamente, esto probablemente por la aportación de materia orgánica en raíces y rastrojo. En el tratamiento sin fertilización, el contenido de materia orgánica ha quedado relativamente constante desde 1844.

Con el tiempo, el ensayo a largo plazo también ha servido para investigar aspectos de la agronomía que no fueron previstos al principio. Por ejemplo, investigaron el efecto del contenido de materia orgánica y el contenido de arcilla en la fuerza necesaria para hacer el barbecho.

En la gráfica 2 se puede ver que una mayor cantidad de materia orgánica requiere un menor

esfuerzo del tractor para jalar el arado. Entonces, los dos ciclos de fertilización diferentes han tenido un efecto profundo en la calidad del suelo, incluso afectando el uso de combustible del tractor. El archivo de muestras de grano y de suelo ha permitido evaluar efectos que nunca se había pensado que fueran posibles con la tecnología de su tiempo. De esta manera, hasta los efectos de la deposición atmosférica de sulfuro y nitrógeno han podido ser evaluados desde el inicio del experimento en 1844. Actualmente se están usando los datos de rendimiento junto con datos de tiempo a largo plazo, medidos en la estación meteorológica de Rothamstead para evaluar los efectos del cambio climático en la producción de cultivos.

Gráfica 2. Relación entre tiro específico (●), (una medida para la resistencia del suelo contra la labranza), materia orgánica en el suelo y rendimiento de trigo (■) en Broadbalk.



Fuente: Watts et al. (2006) Soil Use and Management 22, 334-341.

CONCLUSIÓN

Los ensayos a largo plazo como Broadbalk son un recurso inestimable para la investigación de sustentabilidad en la agricultura. Demuestra el gran valor que tiene el poder evaluar los mismos tratamientos durante un largo periodo. Los resultados del ensayo demuestran que, bajo las condiciones locales y con una fertilización adecuada, aplicación de estiércol y un buen manejo agronómico, es posible mantener o incrementar los rendimientos de trigo con aplicación de fertilizante, estiércol o ambos.

Sin embargo, el ensayo ha servido para mucho más que evaluar los efectos de fertilización. Broadbalk también ha generado información sobre aspectos de la agricultura como la rotación de cultivos, calidad del suelo, pérdida de nitrógeno y diversidad de malezas, así como los efectos de avances en tecnología como la introducción de herbicidas, fungicidas o variedades semienanas. *

Agradecimiento

Agradecemos a los curadores de datos del archivo electrónico Rothamsted (e-RA) por el acceso a los datos de rendimiento de Broadbalk. Los Experimentos de Rothamsted a largo plazo son apoyados por el UK Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC) y el Lawes Agricultural Trust bajo la National Capabilities programme grant.



El Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC) es uno de los siete consejos de investigación que trabajan juntos como Research Councils UK (RCUK).



**ROTHAMSTED
RESEARCH**

Rothamsted Research es un centro de investigación sin fines de lucro líder en el mundo que se enfoca en la ciencia agrícola estratégica en beneficio de los agricultores y la sociedad en todo el mundo.

El TRIGO es importante

PRESENTE Y FUTURO

Conoce más en:
wheat.org



2.15 millones
de hectáreas



Área en la que se cultiva trigo cada año en el mundo

- El equivalente al territorio de Groenlandia.
- Es el cultivo básico con más regiones de siembra, desde Escandinavia hasta el Cono Sur de Sudamérica.



Cada año se comercializan cerca de **50 mil millones** de dólares en trigo.



La demanda de trigo aumentará cerca de

60%
para 2050



2.5 millones Consumidores de trigo en el mundo en **89 países**



Debido al cambio climático, si los agricultores continúan empleando las variedades y prácticas actuales, puede presentarse hasta **30% de reducción** en el rendimiento de trigo en Asia del Sur.



SIP
Programa de
Intensificación
Sustentable

Descubre cómo la Agricultura de Conservación te ayuda a aumentar los rendimientos y hacerlos más estables

LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, UN SISTEMA SUSTENTABLE

Descarga la Ficha técnica 2, para tener más información y recomendaciones sobre el tema.
<https://goo.gl/zYP3GU>



Consulta éste y otros de nuestros materiales en:
<http://conservacion.cimmyt.org/es/publicaciones>

AC Ficha técnica 2

La Agricultura de Conservación, un sistema sustentable

Beneficios de la Agricultura de Conservación

Beneficios	Atenuación y mitigación
<p>Alentando la retención de agua del suelo a través de técnicas del suelo que mejoran la infiltración y el ciclo del agua, se reduce el consumo de agua.</p> <p>Se reduce el consumo de agua y se mejora la eficiencia del agua al aumentar la eficiencia, así como el almacenamiento de agua en el suelo. Esto disminuye el riesgo de sequía y mejora la capacidad de respuesta del suelo.</p> <p>Se mejoran las condiciones de crecimiento del cultivo y se reduce el riesgo de pérdida de nutrientes por erosión.</p> <p>Esto mejora el almacenamiento de agua en el suelo y el ciclo del agua.</p>	<p>Alentando la retención de agua del suelo a través de técnicas del suelo que mejoran la infiltración y el ciclo del agua, se reduce el consumo de agua.</p> <p>Se reduce el consumo de agua y se mejora la eficiencia del agua al aumentar la eficiencia, así como el almacenamiento de agua en el suelo. Esto disminuye el riesgo de sequía y mejora la capacidad de respuesta del suelo.</p> <p>Se mejoran las condiciones de crecimiento del cultivo y se reduce el riesgo de pérdida de nutrientes por erosión.</p> <p>Esto mejora el almacenamiento de agua en el suelo y el ciclo del agua.</p>

Problemas y soluciones al implementar la AC

- Forma de pensar**

El primer desafío es cambiar la mentalidad de los agricultores y los inversionistas para que vean la AC como una inversión a largo plazo que genera beneficios sostenibles.

Solución: Educar a los agricultores y los inversionistas sobre los beneficios a largo plazo de la AC y proporcionarles apoyo técnico y financiero para que puedan implementar la AC.
- Retención de nutrientes**

La pérdida de nutrientes es un problema común en la agricultura convencional, especialmente en suelos con poca materia orgánica.

Solución: Implementar prácticas de conservación que aumenten la materia orgánica del suelo, como el uso de abonos verdes y la siembra directa.
- Control de malezas**

El control de malezas es un desafío en la agricultura de conservación, especialmente cuando se utilizan cultivos de cobertura.

Solución: Utilizar técnicas de control de malezas que sean compatibles con la conservación, como el uso de herbicidas de acción localizada y el control manual.

Más Agro

GUADALUPE ALONSO MATA

La calidad del grano, determinante para una buena cosecha y comercialización

Por: Ramón Barrera. MasAgro Guanajuato

“No podemos dejar que el campo envejezca más. Tenemos que atraer a los jóvenes, a los hijos de los productores”.

En agricultura, la cosecha se refiere a la recolección de los frutos, semillas u hortalizas de los campos en la época del año en que están maduros. Marca el final del ciclo de un cultivo y, para que ésta sea buena, se debe haber llevado un buen manejo del cultivo con el fin de obtener granos de calidad para el consumo humano.

Estos conceptos los tiene bien claros Andrea María Guadalupe Alonso Mata, administradora y presidenta de Productores Agrícolas de la Nueva Era SPR de RL de Irapuato, quien dentro de la organización promueve la agricultura sustentable para asegurar la calidad del grano cuando llega la cosecha y la comercialización, para alcanzar los incentivos que establece la agricultura por contrato en beneficio del agricultor.

Lupita, como la conocen dentro de la organización, es agricultora y administra y coordina las operaciones de la sociedad, desde la compra de los insumos, hasta la comercialización del grano, actividad principal a la que se dedica esta sociedad de productores. En entrevista con Enlace, nos habla acerca de las experiencias que han tenido para comercializar granos en el ciclo primavera-verano.

Revista Enlace (AC).- ¿Cómo inició Productores Agrícolas de la Nueva Era?

Guadalupe Alonso (GA).- Somos una sociedad de producción rural muy joven. Nació en la comunidad de San Vicente, en el municipio de Irapuato en 2013, como una necesidad de organizarnos tanto para comprar insumos por volumen para lograr mejores precios como para la comercialización. Surgió también para cambiar la mentalidad del productor: ahora debemos hacer agricultura por contrato, ya no podemos aventurarnos a sembrar y esperar a ver quién viene a comprarnos la cosecha, que es el momento del ciclo donde siempre nos va mal, y es el intermediario el que se lleva la ganancia.

Los productores deben estar organizados porque hay que enfrentar los retos de la modernidad y los retos del medio rural, incluso deben organizarse para pedir apoyos y gestión del gobierno. La gente tiene confianza en la organización, iniciamos con 30 socios y actualmente suman más de 100.

AC.- ¿Cuál es la producción que registra a la fecha Productores Agrícolas de la Nueva Era?

GA.- Iniciamos hace tres años con 300 toneladas en trigo y cerca de 1,000 en sorgo. Actualmente, en trigo la producción es de unas 2,500 toneladas y en sorgo, el año pasado, unas 4,000 toneladas. Este año es muy poco el sorgo, la mayoría es maíz: 2,000 toneladas de maíz amarillo y unas 1,500 de sorgo.

AC.- ¿Qué estrategias han buscado hasta hoy para poder asegurar una calidad del grano que beneficie la comercialización y la agricultura por contrato?

GA.- En la zona estábamos acostumbrados a que una máquina iba y cosechaba sorgo y luego maíz; entonces, al iniciar la cosecha, las trilladoras tenían residuos del cultivo anterior. Actualmente estamos viendo la posibilidad de contratar una de las máquinas trilladoras de la zona (que cumpla con las especificaciones y que sea relativamente nueva) que pueda utilizarse exclusivamente para trillar maíz amarillo, y con ello asegurar la limpieza del grano.

Con esta acción se pretende abaratar los costos, al emplear una sola trilladora para todos los productores y que así el beneficio sea general. Además, con una máquina correctamente calibrada es posible asegurar la calidad del grano.

AC.- ¿Qué tecnologías poscosecha emplean para la conservación del grano?

GA.- No contamos con silos para el almacenamiento del grano después de la cosecha. En el caso del trigo, se almacena en tráilers, mientras que el maíz —que es más delicado de manejar— se procura almacenar con el proveedor, es decir, se cosecha y se hace entrega directa.

AC.- ¿Cómo repercute la calidad del grano en los contratos de comercialización de su organización?

GA.- La calidad del grano es determinante para alcanzar la bonificación. En el último año hemos estado hablando con consumidores directos y hemos estado observando lo que requieren. En el maíz amarillo que tenemos contratado, la calidad viene desde la semilla, no se comercializa otro tipo de semilla que no sea la que está en el contrato. Por otra parte está el manejo de la trilla: el maíz no debe ir quebrado para que se pueda acceder a la bonificación.

Un ejemplo de cómo influye la calidad del grano con la comercialización es el contrato con Bimbo, quien ya nos especificó qué tipo de semilla requiere y cuáles son las bonificaciones a la entrega del grano.

La calidad del grano no depende sólo de la cosecha, sino que viene desde la siembra, con el manejo

agronómico. Un reto para nuestra organización es incursionar en la siembra de trigos fuertes por la proteína, porque tiene una bonificación dentro del esquema de la agricultura por contrato. Nuestro objetivo no es únicamente sembrar y que nos paguen el grano como sea, sino buscar esas bonificaciones que, al final, son premios al trabajo del agricultor que impulsa una agricultura sustentable. También la trilla es muy importante, es el examen final de la cosecha.

AC.- ¿Cómo ha sido el apoyo que han recibido por parte de MasAgro?

GA.- Junto con MasAgro hemos recibido apoyo de Cesaveg. Hemos ido conociendo y adentrándonos en nuevas modalidades de siembra, como es la **Agricultura de Conservación**. La hemos puesto en práctica y la gente está comprobando con hechos, en las parcelas, que sí funciona. Poco a poco ha ido cambiando la mentalidad tradicionalista del productor, en buena parte gracias a la capacitación y la asistencia técnica de MasAgro.

A mí me interesa que la gente aprenda, se informe y se nos quite la ignorancia, que es lo que nos atrasa. No podemos dejar que el campo envejezca más.

Tenemos que atraer a los jóvenes, a los hijos de los productores. La base de un pueblo es la alimentación, ¿qué va a pasar si la descuidamos? *



LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA en maíz y su impacto ambiental

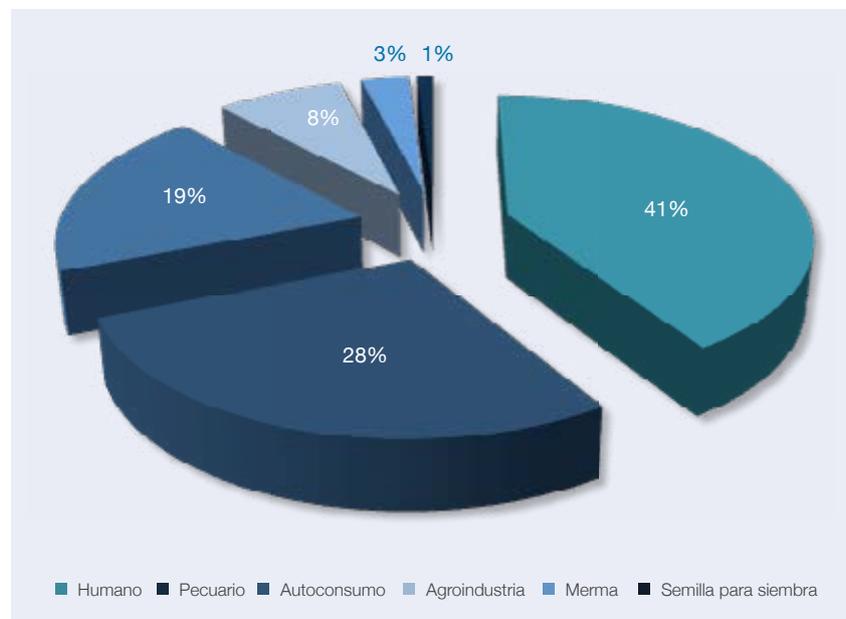
Por: Jesús I. Madueño Martínez. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa.

En México, el maíz es el principal producto de la agricultura debido a la superficie sembrada, los volúmenes de producción y la cantidad consumida. Con base en la estadística de los granos básicos del periodo 2000-2015, a escala nacional el consumo aparente anual de maíz es, en promedio, de 28 millones de toneladas, de las cuales, también en promedio, la producción nacional, aporta 21 millones y la importación contribuye con 7 millones, representando estas últimas 25% del consumo aparente. El consumo aparente *per cápita* es de 254 kg. (Caballero, 2011).

El alto consumo se debe a la diversidad de usos, además de la alimentación. De acuerdo con estimaciones de la Sagarpa y considerando el promedio de 28 millones de toneladas de consumo aparente, 16.8 millones (60%) se utiliza en la alimentación humana, de los cuales 5.3 millones (19%) es en forma de autoconsumo por sus productores y 11.5 millones (41%) lo consume la población no productora, que lo adquiere ya transformado en tortilla y otros productos.

El siguiente uso es el pecuario, que se estima asciende a 7.8 millones de toneladas (28%); le sigue el uso como materia prima de la industria almidonera, que se estima en 2.2 millones de toneladas (8%); las mermas ascienden a 840,000 toneladas (3%) y su uso como semilla se estima en 280,000 toneladas (1%).

Gráfica 1. Usos principales del maíz en México y sus porcentajes respectivos.



En la gráfica 1 se presentan los diferentes usos del maíz en México y sus porcentajes respectivos en cada rubro.

En los últimos años, los cambios tecnológicos para el mejoramiento de la producción del maíz se han basado principalmente en generar híbridos con mayor potencial productivo, los cuales son más demandantes de nutrientes, específicamente de nitrógeno.

El estado de Sinaloa es el principal productor de maíz a escala nacional, principalmente debido a la gran superficie de siembra que se destina para su cultivo. Las estadísticas agrícolas indican

que en el ciclo otoño-invierno 2015-2016 se sembraron 563,516 hectáreas bajo condiciones de riego, alcanzando un rendimiento promedio por hectárea de 10.9 toneladas (SIAP, 2015)

La agricultura sinaloense, bajo sistema de producción intensiva, utiliza excesivamente fertilizantes (principalmente nitrogenados), lo que ocasiona una degradación ambiental. Sin embargo, obtener altos rendimientos de maíz es complejo, al estar determinado por la expresión de genes relacionados con la absorción de nutrientes, la fotosíntesis, la transpiración, la translocación y el metabolismo de la planta de maíz, así como

por la interacción de esos genes en diferentes ambientes. El maíz es una planta C_4 , por ello realiza más fotosíntesis que una planta C_3 , como el frijol (Milton y Allen, 2003). La adaptación, al igual que el rendimiento de los híbridos, es directamente afectada por la respuesta al nivel de fertilidad del suelo y a las diferentes prácticas de labranza.

LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ

La planta es una fábrica biológica que convierte las materias primas en raíces, tallos, hojas, flores y frutos. Estas materias primas son los elementos esenciales, como nutrimentos, de los cuáles la mayoría proviene del suelo y algunos de la atmósfera (carbono y oxígeno). La fotosíntesis es el proceso fundamental en la producción de cultivos, suministra el carbono reducido que sirve para la construcción de biomasa y la energía química para el metabolismo (Loomis y Connor, 2002). Las hojas son las unidades funcionales de la fotosíntesis del

cultivo, su eficiencia en la captación y la utilización de la energía solar determina la productividad. El área foliar y su disposición determinan la intercepción de la radiación solar por el cultivo y la distribución de la iluminación entre las hojas individuales. La máxima producción del cultivo requiere la captación completa de toda la radiación solar incidente, y sólo puede ser conseguida con niveles suficientes de agua y nutrientes. Cuando el suministro de agua o nutrimentos es escaso, la productividad se reduce por la captación incompleta de radiación y/o por una utilización menos eficiente de ésta.

La función del nitrógeno

El nitrógeno juega un papel esencial como constituyente de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y hormonas del crecimiento, pues alarga las fases del ciclo del cultivo. La mayor parte de las plantas depende absolutamente para su crecimiento del nitrógeno inorgánico absorbido

del suelo en forma de iones nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+).

Tanto el amonio como el nitrato pueden ser absorbidos por las plantas de maíz. En general, el amonio se encuentra presente en el suelo en cantidades mucho menores que el nitrato y está fuertemente ligado al complejo de intercambio catiónico.

Se considera que la acumulación del nitrógeno en la parte aérea del maíz alcanza valores de 240 a 300 kg durante su ciclo de vida, según el híbrido considerado, con tasas máximas de hasta 3.7 kg/ha/día, que se mantiene prácticamente constante entre los 25 y los 100 días después de la emergencia (tabla 1).

La respuesta de la planta al N depende de las condiciones del suelo, la especie de cultivo en particular y el suministro del nutriente. Las variedades con un alto potencial de rendimiento responden especialmente a los fertilizantes nitrogenados. La eficiencia del uso de fertilizante nitrogenado depende mucho de factores como el suministro de agua y la presencia de

otros nutrientes en el suelo. Una alta eficiencia agronómica se obtiene si el incremento de rendimiento por unidad de N aplicada es alto. Una recuperación satisfactoria se logra si el fertilizante aplicado no se pierde (lixiviación, desnitrificación) o se fija al suelo, sino que es más ampliamente absorbido por el cultivo. Una alta eficiencia fisiológica del uso de N se logra en cultivos de cereales cuando una alta proporción del N absorbido se utiliza en la formación de grano.

Tabla 1. Extracción de macro y oligo nutrientes del suelo para producciones cercanas al techo genético del maíz.

Elemento	Grano	Paja	Rendimiento (grano) t/ha			Paja	
			10	12	14	t/ha	
	%	%					
			kg extraídos				
N	1.59	0.93	159	191	223	112	
Ca	0.05	0.62	5	6	7	74	
P	0.3	0.09	30	36	42	11	
Mg	0.11	0.13	11	13	15	16	
K	0.33	1.63	33	40	46	196	
S	0.11	0.1	11	13	15	12	

Los nutrientes aplicados en los cultivos y no utilizados constituyen una pérdida financiera para el agricultor y una considerable pérdida económica en el ámbito nacional.

LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Las zonas agrícolas del noroeste de México que están alterando los ecosistemas costeros a través de la contribución a la carga de nutrientes proceden de los valles de Mexicali, en Baja California; del Yaqui y del Mayo, en Sonora; y del Carrizo, del Fuerte y Culiacán, Sinaloa; además de otras áreas pequeñas en donde se practica la agricultura intensiva. Según Paez (2001), el aporte del nitrógeno proveniente de la agricultura de los estados de Sinaloa y Sonora constituye 20,920.0 t y 28,436.0 t respectivamente. En consideración a la carga global de nitrógeno estimada que se desperdicia por la agricultura en el estado de Sinaloa y Sonora considerando una dosis de nitrógeno para maíz de 300 kg N/ha, se podrían utilizar para fertilizar 69,733,33 ha y 94,786.66 ha para cada uno de los estados.

Existe una preocupación creciente acerca de las pérdidas de nutrientes de las plantas hacia el ambiente. Tales pérdidas se originan a través de la lixiviación hacia aguas subterráneas y las emisiones

a la atmósfera. Los fertilizantes minerales son una fuente de los nutrientes de las plantas usados en los sistemas de producción vegetal. Los nutrientes aplicados en los cultivos y no utilizados constituyen una pérdida financiera para el agricultor y una considerable pérdida económica en el ámbito nacional. La implementación de medidas amortiguadoras se concentrará probablemente en las fuentes de aquellos nutrientes que son fáciles de regular, siendo el uso de fertilizantes minerales un primer objetivo.

Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz y el nitrógeno es de los que más pueden influir en su comportamiento final, de ahí la importancia y la necesidad de conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar los requerimientos de fertilización.

Principales efectos negativos de un mal manejo agronómico



Quema de residuos de cosecha.

1. Uno de los principales problemas ambientales generados por la aplicación excesiva de fertilizantes en la agricultura es la contaminación de nitratos.
2. Los lixiviados de nitrógeno que proceden de los suelos sembrados con maíz debido a la aplicación excesiva de fertilizante constituyen una amenaza para la calidad del agua.
3. Pérdida de la productividad del suelo, ocasionada principalmente por problemas de compactación y erosión del mismo, así como también la disminución del porcentaje de materia orgánica al no incorporar los residuos de cosecha (quema de residuos de cosecha o empacamiento como alimento forrajero).
4. La explotación intensiva del suelo agrícola y la práctica del monocultivo (maíz/maíz) implican la degradación paulatina del suelo.

La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente entre la etapa fenológica V5-V6), asegura un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada (Andrade, 1996).

Bibliografía

- Andrade, F., Cirilo, A., Uhart, S. y Otegui, M. (1996). *Ecofisiología del cultivo de maíz*. Argentina: La Barrosa.
- Caballero, M. (2010). *Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas*. Informe Técnico. Sagarpa.
- Loomis, R. S. y Connor, D. J. (2002). *Ecología de cultivos. Productividad y manejo de sistemas agrarios*. Madrid: Mundi Prensa.
- Milton, P. J. y Allen, S. D. (2003). *Mejoramiento genético de las cosechas*. México: Limusa.
- Páez, O. F. (2001). *Camaronicultura y medio ambiente*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Programa Universitarios de Alimentos y El Colegio de Sinaloa.
- SIAP. (2014). *Anuario de estadístico de cultivos*.

Algunas recomendaciones para reducir los efectos negativos de contaminación y degradación en los sistemas de producción agrícola provocados por la fertilización nitrogenada excesiva y malas prácticas agrícolas

1. Incorporación de los residuos de cosecha en los suelos agrícolas para aumentar el porcentaje de materia orgánica y su fertilidad natural.
2. Promover la rotación de cultivos (leguminosas/gramíneas) y reducir gradualmente la práctica del monocultivo.
3. Realizar análisis de suelo para propiciar un mejor manejo de la fertilización mediante recomendaciones de un profesional de la agronomía.
4. Propiciar una fertilización balanceada mediante los tres fertilizantes más utilizados por las plantas (N, P y K).
5. Reducir o cambiar los métodos de labranza del suelo; esto permitirá disminuir la compactación y degradación.
6. Utilizar tecnologías que nos permitan mejorar el uso del nitrógeno en el cultivo del maíz.
7. Utilizar diferentes fuentes de fertilizantes nitrogenados, como fertilizantes líquidos o granulados, y reducir el uso del amoníaco anhídrido.*

5. La resistencia del productor agrícola a realizar análisis de suelo puede causar fertilizaciones arbitrarias y excesivas, lo que conlleva a incrementar los costos de producción y propiciar la degradación y contaminación del suelo y aguas subterráneas por lixiviación de nitratos.
6. La utilización de amoníaco anhídrido como principal fuente de nitrógeno aumenta las pérdidas por volatilización y, al mismo tiempo, incrementa la muerte de organismos desintegradores de materia orgánica.
7. El arrastre de nutrientes por escorrentía, provoca principalmente por la forma de suministrar el agua a los cultivos.



Aplicación de amoníaco anhídrido.



Sistema de riego por gravedad (eficiencia de 50-60%).

El sistema POSCOSECHA DE MAÍZ en México

Diagnóstico mediante encuestas a pequeños productores

Por: Jessica González Regalado, Ariel Rivers y Nele Verhulst (Programa de Intensificación Sustentable, CIMMYT).

En algunas partes de México, las pérdidas poscosecha se han estimado hasta en 25% (Arahon Hernández y Carballo Carballo, 2014; García-Lara y Bergvinson, 2007). Estas pérdidas limitan la cantidad y calidad del alimento disponible para usar en el hogar, además de reducir las oportunidades de los agricultores de vender su grano cuando los precios son altos. Prácticas adecuadas de poscosecha pueden ayudar a prevenir estas pérdidas, al tiempo que ayudan a los agricultores a mantener la calidad deseada del grano para su uso final.

Las decisiones que toman los agricultores con respecto a sus prácticas de poscosecha y sus métodos de almacenamiento son extremadamente diversas, dependen de la tradición, el conocimiento de las alternativas, las condiciones ambientales locales y la disponibilidad de tecnologías. Debido a esta diversidad de enfoques del manejo de poscosecha, existen pocos resúmenes y casos de estudio a escala regional en México sobre cómo los agricultores toman decisiones sobre la cosecha, sus prácticas de secado y almacenamiento.

Tenemos comprensión de las plagas que pueden causar daño, pero existe poca información sobre cuáles plagas perciben los agricultores como causantes del mayor



El Estado de México y Oaxaca son los estados que reportan un mayor uso de silos metálicos herméticos, con 20.5% y 37.4%, respectivamente.

daño en los granos en estados y regiones específicas en México (García-Lara y Bergvinson, 2007). Por estas razones evaluamos la perspectiva de los pequeños agricultores sobre aspectos de su sistema de poscosecha, con el fin de ayudar a priorizar las intervenciones para minimizar las pérdidas en diferentes áreas. Para obtener esta perspectiva, los colaboradores del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) realizaron una encuesta entre 2013 y 2016 a pequeños agricultores rurales, debido a que creemos que con ellos existe mayor oportunidad de intervención para reducir las pérdidas de poscosecha (Gitonga et al., 2013).

Este diagnóstico proporciona, desde la perspectiva de los pequeños productores, un resumen sobre la comprensión básica de algunas de las prácticas que utilizan para secar y conservar su grano en ciertos estados y las fuentes clave de pérdidas asociadas con estas prácticas. Estos resultados

son valiosos para identificar los tipos de intervenciones aplicables a regiones específicas, así como para desarrollar la visión al futuro para el sistema poscosecha de maíz para pequeños productores y las acciones al respecto, las cuales se describirán en el artículo "Poscosecha para pequeños productores de maíz en México. ¿Dónde estamos? ¿A dónde queremos llegar? ¿Cuál es nuestro papel en el camino?", por publicarse en el número 41 de *Enlace*.

CARACTERÍSTICAS DEL DIAGNÓSTICO

El diagnóstico se realizó en algunas localidades de los estados de Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán (mapa 1). Los agricultores seleccionados fueron, generalmente, los que asistieron a un curso de poscosecha o un evento de demostración. La recolección de datos se hizo de 2013 a 2016, a través de una entrevista semiestructurada que incluyó más de un centenar de preguntas sobre su sistema de cultivo y sistema poscosecha. Esta información fue recabada por colaboradores (universidades, institutos de investigación, grupos de agricultores,

asesores agrícolas, etc.) que trabajan en conjunto con el CIMMYT y que, entre otros temas, investigan el comportamiento de diversas prácticas de almacenamiento de grano en diferentes ambientes y capacitan a los agricultores y otras partes interesadas en prácticas apropiadas de almacenamiento de grano.

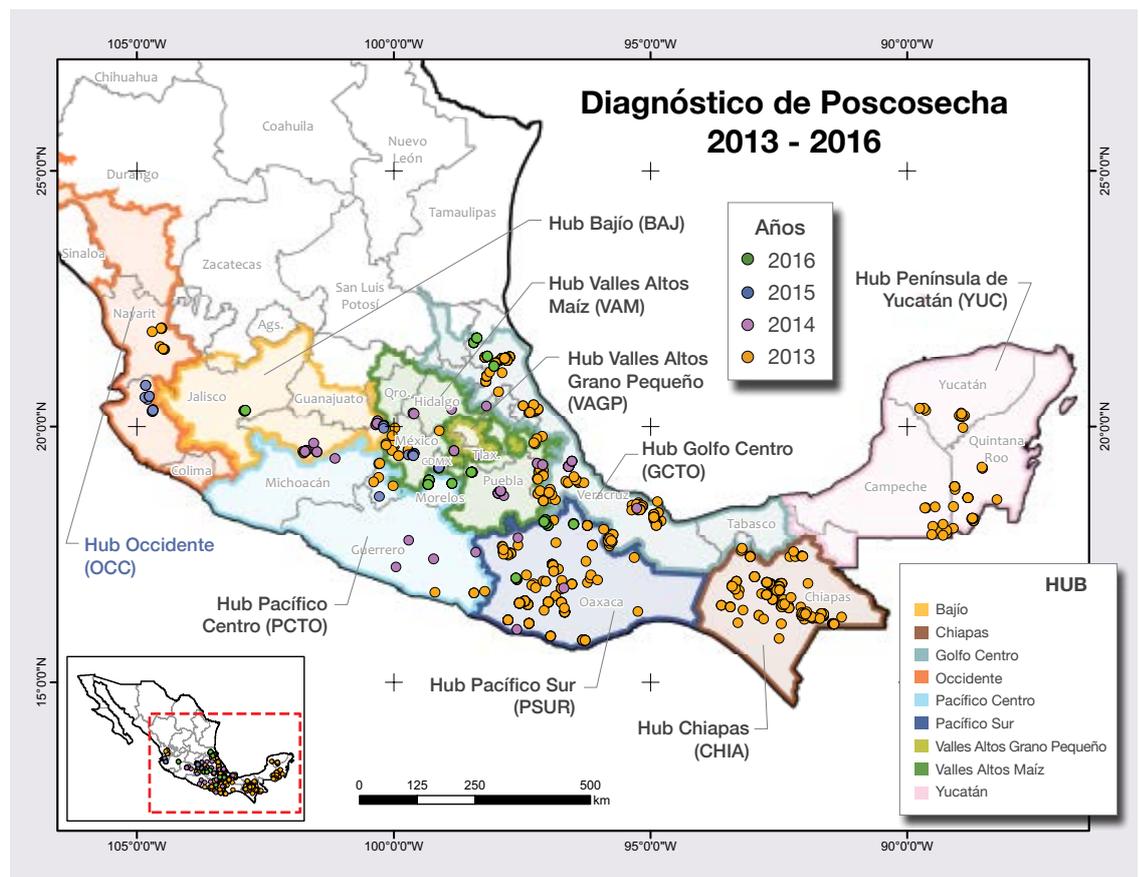
Se consideraron para este estudio 1,299 entrevistas hechas en 13 estados mexicanos. Se hicieron menos de 10 entrevistas en los estados de Chihuahua (1), Hidalgo (5), y Tlaxcala (1), que no fueron incluidas por ser un número demasiado pequeño. No todos los productores proporcionaron respuestas a todas las preguntas y, en estos casos, solamente reportamos el número de

productores que respondieron a la pregunta. Los datos se presentan promediados por estado.

Agradecimientos

La colección de datos fue apoyada mediante el financiamiento del proyecto Desarrollo sustentable con el productor, como parte de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), financiado por la Sagarpa. Los autores de este artículo desean agradecer a muchos colaboradores locales por su apoyo en la colección de los datos locales.

Los hubs representan áreas agroecológicamente distintas. Un punto de datos representa una encuesta, aunque no se proporcionaron coordenadas para todas las encuestas (n = 719).



Mapa 1. Lugares en cada estado y hubs donde se hizo el diagnóstico.

RESULTADOS

1 Características de los encuestados



Edad promedio de los agricultores: **más de 40 años.**



Tamaño promedio de las familias: **más de cuatro integrantes.**



En la mayoría de los estados, más de 75% de los agricultores reporta que la **agricultura** es su **principal actividad económica.**



Sistema de producción que se caracterizó: **pequeños agricultores.**

2 Superficie cultivada

De **1.42 ha** de Nayarit



a **4.42 ha** en Puebla



3 Régimen hídrico

94% de los agricultores cultiva bajo **temporal**



3% depende de **ambas** fuentes de agua

2% utiliza **riego**

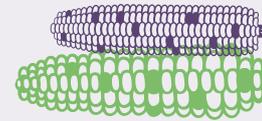
4 Tipos de maíz



80% siembra maíces **nativos**



17% siembra maíces **híbridos**



3% siembra una **combinación** de los dos

5 Rendimiento promedio

3.8 t/ha
El más alto
Michoacán



0.7 t/ha
El más bajo
Yucatán



8 Manejo de secado de grano

4%

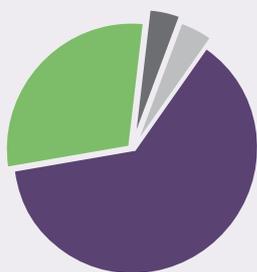
seca el grano tanto en su casa como en el campo

29%

seca el grano en su **casa**

NO

seca su grano



63%

seca el grano en el **campo**

Cuadro 1. Secado de grano por estado y por lugar.

Estado	Núm. de informantes	Campo	Casa	Ambos	No aplica
Chiapas	265	79%	11%	0%	11%
Guerrero	10	30%	60%	10%	0%
Jalisco	17	29%	59%	12%	0%
Ciudad de México	15	0%	100%	0%	0%
Estado de México	39	15%	69%	15%	0%
Michoacán	98	31%	61%	5%	3%
Morelos	32	31%	50%	19%	0%
Nayarit	12	0%	100%	0%	0%
Oaxaca	72	64%	33%	3%	0%
Puebla	39	39%	56%	5%	0%
Quintana Roo	45	96%	0%	4%	0%
Veracruz	321	74%	22%	3%	2%
Yucatán	15	100%	0%	0%	0%
TOTAL	980	63%	30%	4%	4%

7 Problemas durante el secado

55% **sin** problemas durante el secado

25% **lluvias** atípicas

7% **gorgojo** del maíz (*Sitophilus zeamais* M.)

55% **robos** en el campo (ratas, aves e infestaciones por otros insectos y hongos)

6 Tiempo de Almacenamiento

- Los resultados fueron muy variables dependiendo del estado.
- Con excepción del Estado de México y Veracruz, el tiempo promedio de almacenamiento fue mayor a medio año en todos los estados (cuadro 2).

menor tiempo **Ciudad de México**



mayor tiempo **Estado de México**

9 Cantidad de grano almacenado



Mayor
cantidad
Puebla



Cantidad
media
más baja
Yucatán

en promedio los
productores
almacenan
1.6 t/maíz
(Cuadro 2)

Cuadro 2. Promedio (\pm desviación estándar) del número de meses de almacenamiento y cantidad promedio de maíz almacenado (\pm desviación estándar) en cada estado.

Estado	Tiempo de almacenamiento (meses)			Cantidad de maíz (kg)		
	N	Prom.	(\pm ds)	N	Prom.	(\pm ds)
Chiapas	268	6.89	(3.34)	270	1,288	(1,063)
Guerrero	10	7.40	(2.55)	7	1,629	(816)
Jalisco	19	8.13	(2.95)	20	1,780	(1,706)
Ciudad de México	15	3.43	(2.01)	15	2,013	(1,689)
Estado de México	39	10.60	(6.37)	38	1,912	(1,336)
Michoacán	101	8.55	(4.01)	97	2,259	(2,086)
Morelos	32	8.06	(2.46)	32	1,626	(937)
Nayarit	12	7.92	(1.00)	12	1,175	(333)
Oaxaca	357	7.15	(3.56)	351	1,720	(1,908)
Puebla	35	8.20	(6.01)	31	3,552	(3,869)
Quintana Roo	45	8.16	(4.08)	45	1,600	(1,104)
Veracruz	320	5.52	(2.66)	313	1,190	(1,337)
Yucatán	11	6.64	(1.03)	15	947	(596)
Total	1264	6.97	(3.69)	1246	1,569	(1,680)

10 Plagas más comunes indicadas por los agricultores (n = 1,140)

- Raramente, otros insectos, aves y otras especies silvestres fueron citados como preocupaciones.
- Los estados húmedos informan pérdidas asociadas con diversos hongos.
- En Morelos, Puebla, Michoacán y Yucatán estiman mayores pérdidas asociadas con el gorgojo del maíz.



34%
Roedores



87%
Gorgojo
del maíz (*Sitophilus*
zeamais M.)



5%
Hongos



37%
Palomilla
de grano (*Sitotroga*
cereallega O.)

11 Contenedor de almacenamiento

- Existen agricultores que almacenan su grano en algún lugar de su casa, por ejemplo, en el patio, la cocina u otro (cuadro 3).



22%
Tradicional
cuexcomates,
trojes, etc.



34%
Costal de
polipropileno



Cuadro 3. Uso de cada tipo de contenedor de almacenamiento.

Estado	Total de agricultores	Costal	Tambo	Silo metálico hermético	En la casa	Bolsa de plástico	Sacos de polipropileno	Estructura de madera tradicional	Otro*
Chiapas	270	3%	2%	0%	9%	7%	30%	50%	0%
Guerrero	10	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Jalisco	22	0%	32%	0%	5%	9%	55%	0%	0%
Ciudad de México	15	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Estado de México	39	5%	10%	21%	44%	0%	21%	0%	0%
Michoacán	101	5%	38%	8%	8%	3%	30%	7%	2%
Morelos	32	0%	59%	3%	0%	3%	16%	13%	6%
Nayarit	12	0%	0%	0%	58%	0%	42%	0%	0%
Oaxaca	356	1%	24%	37%	1%	1%	30%	6%	0%
Puebla	37	0%	32%	3%	5%	3%	51%	5%	0%
Quintana Roo	44	11%	2%	0%	21%	2%	25%	39%	0%
Veracruz	322	7%	11%	4%	5%	1%	45%	26%	1%
Yucatán	15	0%	0%	0%	7%	7%	0%	87%	0%
Total	1275	4%	17%	13%	7%	3%	34%	22%	1%

*Incluye botellas de plástico y tanques de agua, los cuales estaban representados en menos de 1% del total individual.

12 Uso de tecnologías a escala regional

- En Morelos y Guerrero indicaron el uso de **tambos de plástico o metal** para almacenar su grano.

- En Morelos, **pocos** agricultores (3%) utilizan el **silo metálico hermético**.

- En general, hay una **baja adopción de tecnologías herméticas de almacenamiento**, con excepción del Estado de México y Oaxaca, donde 20.5% y 37.4% de los agricultores usan silos metálicos herméticos, respectivamente (cuadro 3).



13 Tratamientos aplicados (n = 927) para minimizar pérdidas



40 productores **NO** usan equipo de protección al aplicar un insecticida al grano (cuadro 4).

14 Pérdidas

- Los agricultores reportan estimaciones de **pérdidas más bajas** cuando **utilizan uno de los tratamientos mencionados**.

- Donde los agricultores no emplean un tratamiento para su grano durante el almacenamiento, también reportan estimaciones promedio más bajas de sus pérdidas totales (cuadro 5). *

Cuadro 4. Porcentajes de agricultores que indican el uso de diferentes tipos de tratamientos de grano en cada estado.

Estado	N	Plantas aromáticas	Polvos inertes o insecticidas	Polvos inertes	Insecticidas	Ningún tratamiento
Chiapas	246	0%	1%	1%	63%	35%
Guerrero	5	0%	0%	0%	60%	40%
Jalisco	16	0%	0%	0%	100%	0%
Ciudad de México	15	0%	0%	0%	100%	0%
Estado de México	28	0%	0%	11%	43%	46%
Michoacán	85	1%	5%	24%	64%	7%
Morelos	31	0%	0%	0%	100%	0%
Nayarit	11	0%	0%	18%	82%	0%
Oaxaca	174	3%	1%	5%	56%	35%
Puebla	18	0%	0%	0%	94%	6%
Quintana Roo	44	0%	2%	23%	68%	7%
Veracruz	240	0%	2%	7%	65%	26%
Yucatán	14	0%	0%	100%	0%	0%
TOTAL	927	1%	2%	8%	64%	25%

Cuadro 5. Promedio (\pm ds) de pérdidas totales estimadas reportadas para cada tipo de tratamiento que los agricultores informan usar, con el tratamiento y sin el tratamiento.

Tratamiento	Pérdidas sin tratamiento			Pérdidas con tratamiento (\pm ds)		
	N	Prom.	(\pm ds)	N	Prom.	(\pm ds)
Plantas aromáticas	8	70.63	(40.75)	7	13.57	(9.88)
Polvos inertes e insecticidas	14	53.21	(34.12)	13	8.85	(8.88)
Polvos inertes	77	60.97	(32.80)	75	11.92	(12.11)
Insecticidas	578	53.61	(29.58)	575	11.79	(12.55)
Sin tratamiento	222	20.29	(17.64)			
Todos los tratamientos	899	54.06	(31.05)	670	11.77	(11.48)

Literatura citada

Arahon Hernández, G., Carballo Carballo, A. (2014). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. Montecillo, Texcoco, Mexico: Sagarpa.

García-Lara, S., Bergvinson, D. J. (2007). Programa integral para reducir pérdidas poscosecha en maíz. *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas* 33, 181-189.

Gitonga, Z. M., De Groote, H., Kassie, M., Tefera, T. (2013). Impact of metal silos on households' maize storage, storage losses and food security: An application of a propensity score matching. *Food Policy* 43, 44-55.



Ejemplo de tecnología hermética: bolsa plástica hermética en San Luis Potosí en 2016.



Ejemplo de grano dañado por insectos, 25 de febrero de 2016, Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

Evaluación de sistemas de manejo CON BASE EN AC

Plataforma Villaflores, Chiapas, PV 2015

Por: Rubén de la Piedra Constantino y Rodolfo Vilchis Ramos, CIMMYT.

Son muchos los desafíos que enfrenta la agricultura al practicarse en ambientes cada vez más degradados, con recursos más limitados y bajo la incertidumbre del cambio climático. En la actualidad, los sistemas de producción que utiliza la mayoría de los productores chiapanecos no han sufrido cambios con relación a cómo se empleaban hace 20 años, y la producción está en retroceso a causa de una serie de problemas que están limitando el rendimiento de los cultivos, dentro de los que destacan la degradación de suelos, el bajo contenido de materia orgánica, las deficiencias nutricionales, el complejo mancha de asfalto, el estrés hídrico, el uso inadecuado de herbicidas y los altos costos de producción. En la región Frailesca existen sistemas de producción donde los agricultores cultivan el maíz en rotación con el cultivo de frijol o con el cultivo de sorgo en forma intercalada, sistemas que han demostrado ser productivos y que permiten hacer mejor uso del suelo y del agua.

Ante la perspectiva de buscar y generar nuevos sistemas alternativos de producción que ayuden a los agricultores a mejorar los rendimientos de manera sustentable y económicamente viable, se planeó y estableció la plataforma de investigación con sistemas de manejo con base en **Agricultura de Conservación (AC)**, que tiene como objetivo: "Contribuir al desarrollo de una agricultura sustentable en la región Frailesca, Chiapas, que ayude a hacer frente al cambio climático y a contribuir a la seguridad alimentaria y al bienestar social mediante la generación de tecnologías basadas en los principios de AC". Lo que se busca con estos sistemas, es obtener mayor producción en una misma unidad de superficie, diversificando los sistemas productivos, y así mejorar la rentabilidad económica de los sistemas de producción, sin alterar de forma negativa el ambiente.

El ensayo se estableció durante el ciclo agrícola PV 201, en la plataforma de investigación Villaflores, ubicada en terrenos del rancho San Ramón, Villaflores, Chiapas, pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas. Los factores evaluados fueron:

1. Rotación de cultivos: maíz monocultivo; maíz en rotación con frijol y en relevo intercalando frijol, canavalia, dolichos y sorgo.
2. Práctica de labranza: labranza convencional, labranza mínima y camas permanentes anchas.
3. Manejo de rastrojo: remover, parcial y dejar.
4. Fertilización: 160-46-60, 60-46-60 + abono orgánico y 60-46-60.

En total se evaluaron 12 tratamientos. En la tabla 1 se muestra la descripción de los tratamientos que conformaron la investigación. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; el tamaño de parcela consistió en seis surcos (distancia entre surcos de 77.5 centímetros) por 40 metros de longitud (área de parcela 186 m²).

Tabla 1. Descripción de tratamientos en la plataforma Villaflores, ciclo PV 2015.

No. tratamiento	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Fertilización
1	MM, LC, R, F1	Maíz-Maíz	Labranza convencional	Remove	160-46-60
2	MM, LM, P, F1	Maíz-Maíz	Labranza mínima	Parcial	160-46-60
3	MM, CPA, P, F2	Maíz-Maíz	Camas permanentes anchas	Parcial	60-46-60
4	MM, CPA, R, F1	Maíz-Maíz	Camas permanentes anchas	Remove	160-46-60
5	MM, CPA, P, F1	Maíz-Maíz	Camas permanentes anchas	Parcial	160-46-60
6	MM, CPA, D, F1	Maíz-Maíz	Camas permanentes anchas	Dejar	160-46-60
7	MF, CPA, P, F1	Maíz-Frijol	Camas permanentes anchas	Parcial	160-46-60
8	MS, CPA, P, F1	Maíz-Sorgo	Camas permanentes anchas	Parcial	160-46-60
9	MD, CPA, P, F1	Maíz-Dolichos	Camas permanentes anchas	Parcial	160-46-60
10	MC, CPA, P, F1	Maíz-Canavalia	Camas permanentes anchas	Parcial	160-46-60
11	MF, CPA, P, F1	Maíz-Frijol*	Camas permanentes anchas	Parcial	160-46-60
12	MM, LM, P, F2O	Maíz-Maíz	Labranza mínima	Parcial	60-46-60+10 t/ha abono orgánico

*la rotación es unicultivo. Abreviaciones: labranza: convencional = LC, mínima = LM, camas permanentes anchas = CPA; cultivos: maíz monocultivo = MM, maíz en rotación con frijol = MF, maíz en relevo intercalando canavalia = MC, dolichos = MD y sorgo = MS

La práctica de labranza convencional (LC) incluyó dos pasos de rastras, así como el paso de un arado profundo. En labranza mínima (LM) se preparó el suelo mediante dos pasos de rastras. A los tratamientos de LC y LM también se les trazaron camas anchas.

En los demás tratamientos, el único laboreo de suelo que se llevó a cabo fue el trazo de camas permanentes anchas a 1.55 metros de distancia, teniendo como propósito principal evitar problemas de anegamiento de agua.

En lo que al manejo del rastrojo se refiere, el tratamiento MM,CP,R,F1 se dejó sin rastrojo, ya que se retiró 100%, mientras que en el tratamiento MM,CP,D,F1 se dejó todo el rastrojo como cobertura. A los demás tratamientos se les dejó 50% de rastrojo como cobertura del suelo.

La siembra se realizó el 7 de julio de manera manual, utilizando como semilla Dekalb-390. La fertilización se realizó empleando las dosis tal como se especifica en la tabla 1. A todos los tratamientos se les hizo una primera aplicación de 60 unidades de nitrógeno por hectárea mezclado con 46 unidades de fósforo y 60 de potasio, utilizando urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio de forma manual y superficial. A los tratamientos de fertilización F1 se les hizo una segunda aplicación de 100 unidades de nitrógeno por hectárea a los 45 días después de la siembra. Prácticamente el ciclo 2015 se considera como Año Uno, ya que a partir de este ciclo se estableció el manejo completo de cada uno de los tratamientos evaluados.

RESULTADOS

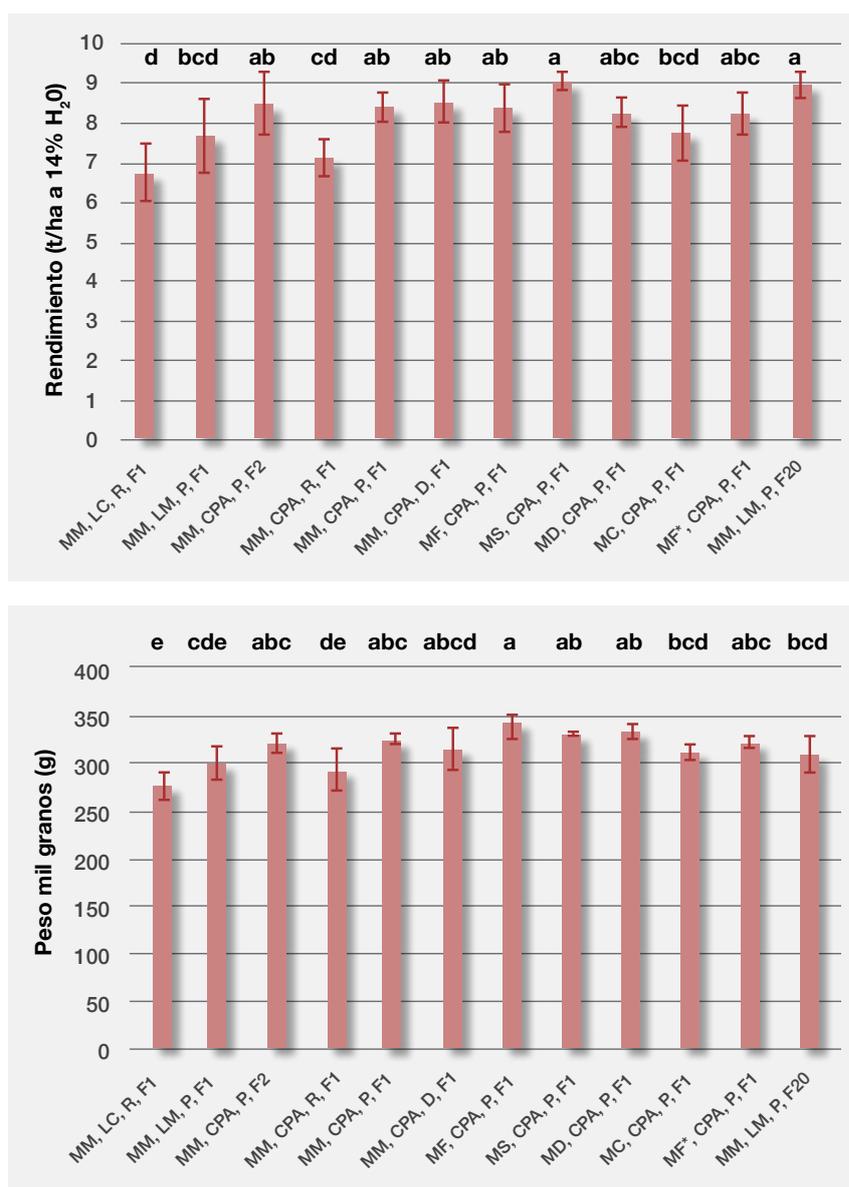
Para entender el comportamiento de los tratamientos con respecto a su tolerancia al estrés hídrico, es importante destacar la forma en que se presentó el ciclo de lluvias. Al inicio del temporal las precipitaciones fueron abundantes, pero durante el ciclo vegetativo del cultivo las precipitaciones fueron muy erráticas, presentándose periodos críticos de sequía de hasta 25 días sin llover, situación que afectó tanto el desarrollo y crecimiento del cultivo, como el rendimiento obtenido. Esta situación climática (25 días sin llover), acompañada con el tipo de suelo presente en la plataforma (textura franco arenosa) y las altas temperaturas alcanzadas durante el día, permitió observar claras diferencias entre los tratamientos que fueron manejados con cobertura de rastrojo y camas anchas contra los tratamientos donde se incorporó y se retiró todo el rastrojo, además de que se laboreo el suelo (labranzas convencional y mínima).

Rendimiento de maíz

Al realizar el ANOVA, se encontró un efecto significativo del tratamiento agronómico sobre el rendimiento ($p = 0.0081$) y el peso de mil granos ($p = 0.0019$). Durante el desarrollo del cultivo se observó cierta variabilidad a nivel de repeticiones en el crecimiento de las plantas, a pesar de que se realizó el mismo manejo agronómico en las cuatro repeticiones. Esto se vio reflejado en el análisis con un efecto significativo de repetición sobre rendimiento y peso de mil granos ($p < 0.0001$). El número de granos por m² no mostró efecto de tratamiento ni de repetición.

Los tratamientos con remoción completa de rastrojo (MM,LC,R,F1 y MM,CPA,R,F1) resultaron en los

Gráfica 1. (a) Rendimiento de maíz al 14% de humedad (t/ha) y (b) peso de mil granos (g) de los 12 tratamientos instalados en la plataforma de investigación Villaflores, Chiapas, PV 2015.



Las barras representan el error estándar del promedio. Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por un t-test a $p < 0.05$. Para explicación de abreviaciones, ver tabla 1.

rendimientos más bajos (6.75 y 7.17 t/ha), significativamente más bajo que los otros tratamientos, con excepción de MM,LM,P,F1; MD,CPA,P,F1; MC,CPA,P,F1 y MF,CPA,P,F1 (gráfica 1a). Estos tratamientos con remoción de rastrojo fueron los que mostraron en las plantas un estrés hídrico más severo que los demás tratamientos durante la sequía que se presentó. La cobertura de rastrojo ayuda a la infiltración y la conservación de agua en el suelo, lo que da una ventaja durante periodos de sequía.

El tratamiento con labranza mínima y retención parcial de rastrojo (MM,LM,P,F1) también se vio afectado en el desarrollo y crecimiento del maíz, mostrando en las plantas un estrés hídrico un poco menor al presentado por las plantas de los tratamientos con remoción de rastrojo (foto 1). Su rendimiento de 7.73 t/ha fue significativamente más bajo que el de los tratamientos con el rendimiento más alto (MS,CPA,P,F1 y MM,LM,P,FO).

Los tratamientos con siembra intercalada de frijol, dolichos y canavalia (MF,CPA,P,F1; MD,CPA,P,F1 y MC,CPA,P,F1) mostraron resultados aceptables de rendimiento y además tuvieron el beneficio de evitar de manera importante la incidencia de malezas, teniendo un mejor control en el tratamiento donde se sembró maíz/canavalia. Este resultado se atribuye al sombreado proporcionado por la cobertura de estas leguminosas que, acompañadas con el sombreado del cultivo de maíz, hicieron que disminuyera de manera importante la penetración de la radiación solar hacia la superficie del suelo, logrando con ello la poca emergencia de malezas (foto 3a, 3b).

Los rendimientos más altos se lograron con los tratamientos de rotación en relevo con sorgo en camas anchas (MS,CPA,P,F1, 9.06 t/ha) y maíz monocultivo con la aplicación de abono orgánico en labranza mínima (MM,LM,P,F2O, 8.97 t/ha). La reducción de la fertilización nitrogenada de 160 a 60 kg de N/ha en MM,CPA,P,F2 no redujo el rendimiento en comparación con otros tratamientos en camas permanentes anchas. El peso de mil granos mostró diferencias similares a las observadas en el rendimiento, sugiriendo que gran parte de las diferencias en rendimiento se pueden atribuir a diferencias en el peso de grano (fig. 1b).



Foto 1. Efecto del estrés hídrico; izquierda: tratamiento con remoción de rastrojo, derecha: tratamiento sin remoción de rastrojo.

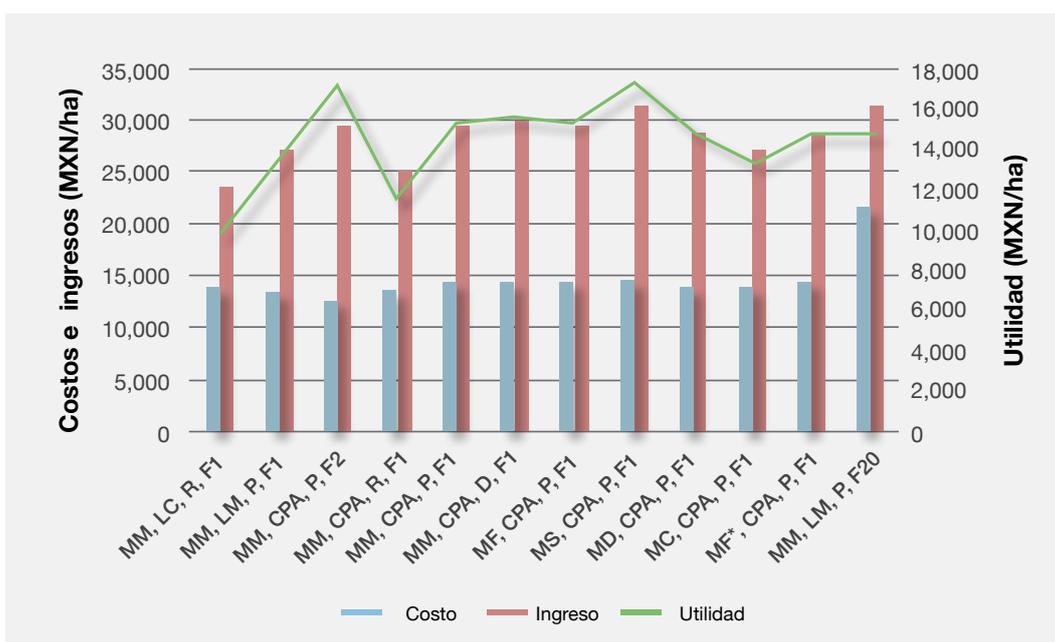


Foto 2. (a) Alta presencia de malezas sin cultivo de relevo y (b) baja presencia de malezas por efecto de sombreado del cultivo de relevo (canavalia).

Rentabilidad

En la gráfica 2 se presentan los resultados de ingresos generados, costos de producción y la utilidad obtenida por cada uno de los tratamientos evaluados. Los ingresos están determinados por los rendimientos obtenidos y variaron entre \$31,706 MXN/ha para MS,CPA,P,F1, con el rendimiento más alto, y \$23,618 MXN/ha para MM,LC,R,F1, con el rendimiento más bajo. Con respecto a los costos de producción, el mayor costo fue obtenido por el tratamiento MM,LM,P,F2O y está directamente

Gráfica 2. Ingresos, costos de producción y utilidad neta (MXN/ha) de 12 sistemas de manejo con base en AC instalados en la plataforma de investigación. PV 2015.



relacionado con la aplicación de las 10 t/ha de abono orgánico.

Las mejores utilidades fueron obtenidas por los tratamientos MM,CPA,P,F2 (\$19,127 MXN/ha) y MS,CPA,P,F1 (\$18,967 MXN/ha), ambos manejados en camas permanentes anchas con retención parcial de rastrojo. En las camas permanentes hubo una disminución de los costos de producción por la reducción del laboreo del suelo (\$1,500 y \$800 MXN/ha). Además, en el tratamiento MM,CPA,P,F2 se redujo el costo de la fertilización al disminuir la dosis de nitrógeno aplicada.

En el tratamiento MM,LC,R,F1 el margen de utilidad resultó ser el más bajo (\$11,138 MXN/ha) por la relación entre el rendimiento bajo obtenido y el costo del laboreo del suelo (\$1,500). El tratamiento con remoción de rastrojo en camas permanentes anchas (MM,CPA,R,F1) también resultó con utilidad baja (\$12,982 MXN/ha) por su

rendimiento bajo. A pesar de resultar en un rendimiento alto de 8.97 t/ha, el tratamiento MM,LM,P,F20 no logró una rentabilidad alta (\$12,280 MXN/ha) en comparación con los otros tratamientos, debido al alto costo (\$9,200.00) que implica aplicar 10 t/ha de abono orgánico.

CONCLUSIONES

Los tratamientos manejados bajo camas permanentes anchas y cobertura de rastrojo mostraron las ventajas que tienen estos componentes tecnológicos para hacer frente a los efectos de la sequía que se presentó durante el ciclo agrícola PV 2015. Tuvieron el mejor crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz, así como los mejores rendimientos, en comparación con los sistemas con labranzas convencional y mínima, manejados con remoción e incorporación del rastrojo, los cuales se vieron afectados en su desarrollo y rendimiento de manera importante.

Las mejores utilidades fueron obtenidas por los tratamientos con camas permanentes anchas y coberturas de rastrojo, correspondiendo a los tratamientos MS,CPA,P,F1 y MM,CPA,P,F2. En contraste, las menores utilidades fueron obtenidas por los tratamientos que llevaron laboreo del suelo y no tuvieron cobertura de rastrojo o fueron incorporados, correspondiendo a los tratamientos MM,LC,R,F1; MM,LM,P,F1 y MM,CPA,R,F1. También la incorporación de 10 t/ha de abono orgánico impactó de manera negativa a la utilidad. Es necesario la continuidad de la evaluación para clarificar los beneficios del uso de abonos orgánicos.

Una vez más, quedan demostrados los beneficios que aportan los sistemas manejados con base en **Agricultura de Conservación** para hacer frente a los efectos del cambio climático.*

Buena Milpa

Éxitos de 2017

Por: Ana Christina Chaclán. Proyecto Buena Milpa.



CASO 1. PARCELAS MODELO PERMITEN CAPACITAR A AGRICULTORES

Aves de razas criollas para proveer de proteínas a las familias, quienes también han recibido capacitaciones para poder elaborar concentrados caseros, jarabes expectorantes y champú desparasitante externo, así como para realizar la selección de huevos para continuar con el ciclo de producción de aves.

Juana Quinillo tiene nueve hijos, dos ya están casados y siete todavía viven con ella. Trabaja duro en el campo para sacarlos adelante, ya que su esposo sufre ataques de epilepsia y se le dificulta hacer labores de campo. Ella vive en Santa Lucía La Reforma, Totonicapán, aproximadamente a 200 kilómetros de la capital de Guatemala, y para llegar a su hogar hay que ingresar por carreteras de terracería en mal estado.

Doña Juanita cuenta que antes de empezar a trabajar en el programa que el Proyecto Buena Milpa ejecuta junto con CDRO en Totonicapán, no tenía mucha experiencia de trabajo en el campo, y que cuando tenía dinero compraba alimentos en el mercado, de lo contrario comían sólo frijol o maíz. Ahora ya cuenta con aves de raza criolla, cosechador de lluvia, semillas de frijol, huerto familiar, árboles frutales, sistemas de riego y aboneras orgánicas, y, sobre todo, ya ha recibido capacitaciones para saber manejar su parcela.

El Proyecto Buena Milpa y CDRO, su aliado estratégico en Totonicapán, implementaron 95 parcelas demostrativas en 19 comunidades de ese departamento; la mayoría cuenta con las seis tecnologías impulsadas: cosechadores de agua de lluvia, minigranjas de pollos criollos, huertos familiares, árboles frutales, sistemas de riego, aboneras orgánicas y semillas de frijol en asociación con maíz.

Wilber Pacheco, técnico agrícola de CDRO, menciona que esta iniciativa ha sido de mucho beneficio para las familias del área rural, porque ya no tienen que recorrer largas distancias desde su comunidad hacia el centro del municipio para comprar verduras o ir de su casa al río para recolectar agua, sino que ya tienen un medio con el que pueden desarrollarse. Destaca que las

personas están muy contentas por el apoyo que reciben y siguen trabajando para tener alimentos para su familia y para vender.

María Elena Chum, de Pologuá, comparte que hace dos años empezó a trabajar con el proyecto y ha recibido varias tecnologías y capacitaciones que le permiten cuidar sus cultivos y diversificar su dieta, así como vender el excedente de su cosecha para comprar sus medicinas para la diabetes.

Diego Ixcotoyac Lux, de Santa Lucía La Reforma, afirma que ha visto un cambio en las familias beneficiadas y que, gracias a las capacitaciones, adquirieron conocimientos que les permiten mejorar su alimentación. Y le agradece a Buena Milpa el insumo recibido: árboles frutales, tinaco para cosecha de lluvia, semilla de frijol, sistema de riego, aboneras orgánicas y siembra de hortalizas.

Otro propósito de la implementación de las parcelas demostrativas es permitir que los vecinos las visiten y conozcan cómo funciona cada tecnología, para que puedan replicar las que estén a su alcance, y, de esa manera, diversificar los cultivos y las dietas y contribuir a la conservación de agua y suelos.



A. María Elena Chum saca agua de su cosechador de agua de lluvia, que por ahora le permite tener agua en su casa, ya que no cuentan con ese servicio. B. Árboles frutales, que además de dar frutos para la alimentación de las familias servirán para que no se pierdan los nutrientes de los terrenos. C. Agricultores de Santa María Chiquimula muestran su cosecha de frijolluego de cinco años de no poder producirlo en su parcela. D. Huertos familiares que permiten diversificar las dietas de las familias del área rural.

CASO 2. FAMILIAS DEL OCCIDENTE DE GUATEMALA DIVERSIFICAN SUS CULTIVOS Y DIETAS



Silvia Pilar López Cabrera compartió semillas de frijol con sus compañeras de Cader.

Este año el Proyecto Buena Milpa contribuyó a la validación y multiplicación de semillas de frijol de vara y bolonillo del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y coordinó su distribución entre los socios para que llegaran a 5,700 familias de Quetzaltenango, Totonicapán, San Marcos, Quiché y Huehuetenango.

Se monitoreó el rendimiento en las parcelas para conocer los resultados y darle seguimiento a la próxima fase, que es levantar la cosecha y duplicar el número de beneficiados en 2017, ya que éstos deben compartir con un vecino una libra de semilla del frijol cosechado.

“Las familias dejaron de producir el frijol porque las semillas que tenían ya no eran productivas y decidieron sembrar sólo maíz como monocultivo, eliminando la diversificación de la finca. Además, los métodos de fertilización que usan en el maíz han reducido la producción, por lo que muchos han dejado de sembrar maíz y frijol; pero algunos vieron que no les traía cuenta y prefirieron comprar el maíz y dejar de sembrar”, explica Héctor Castro, extensionista de Agricultura Familiar de la Agencia de Extensión Rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), de Santa María Chiquimula, Totonicapán.

Castro resalta que esta iniciativa es muy importante porque los agricultores agradecen haber recibido las semillas y las capacitaciones, ya que les servirán en los años venideros para producir sus propios alimentos. “Aunque hubo algunos problemas en la producción por plagas y enfermedades, creo que se alcanzó 85% de éxito, ya que hemos pasado a cada parcela tomando datos con las tabletas y hemos visto experiencias muy buenas. Las personas dicen que ya han cosechado

el frijol en vaina y le han dado de comer a su familia, y hasta los esposos felicitan a sus esposas por haber participado en el programa, porque la semilla que obtuvieron es muy productiva y no tiene problemas de acame debido a la cantidad de follaje que tiene el frijol”, añade Castro, y comenta que los agricultores están conscientes de que deben donarle una parte del producto final a sus vecinos.

“Algunos no mostraron mucho interés porque tenían miedo de probar una nueva semilla de frijol, ya que pensaron que podrían ser transgénicos, pero ahora que ven los resultados, están más convencidos y quieren semilla para el siguiente año”, puntualiza Castro.

Producir para autoconsumo

En la casa de Juana Josefa Castro Osorio, agricultora de Santa María Chiquimula, tenían cinco años sin sembrar frijol porque las semillas que tenían ya no producían, pero con las variedades que recibieron este año obtuvieron excelentes resultados que los motivan a continuar con la siembra.

“En la casa consumimos cuatro libras de frijol a la semana, y como sembré de dos clases, la cosecha me servirá para tener alimento por un año. Además, lo cociné en ejote y en frijol y, aunque ya coseché una parte, todavía tengo más en el campo. Y ya vendí una parte porque tuve una alta producción”, cuenta doña Juana.

La agricultora explica que este año le dieron la buena idea de sembrar maíz y frijol en la misma fecha, porque ya tienen frijol para consumir y para semilla, mientras que en otros lados todavía está floreado el frijol, y a veces se pierde la cosecha porque cuando levantan el maíz pasan rompiendo el frijolito.

“Sembré 14 onzas de semilla en una cuerda, pero tuve problemas en la mitad del terreno —por los animales que se comieron las raíces— y sólo coseché media cuerda, pero estuvo bien cargada. El otro año planeo sembrar dos o tres cuerdas, así ya no tendremos que comprar frijol”, cuenta el agricultor Santiago Abac Ajtun, de Momostenango.

El ingeniero Mario Roberto de León, de la Agencia Municipal de Extensión Agrícola del MAGA, comenta que además de entregar el frijol, se ha capacitado a los agricultores en temas de proceso agronómico, conservación de suelos y control de plagas y enfermedades del cultivo. “También se prevé trabajar capacitaciones relacionadas al proceso de poscosecha, sobre cómo mantener el cultivo después de la cosecha, y el almacenamiento”.

Compartir semillas

En Concepción Chiquirichapa Silvia Pilar López Cabrera cosechó dos quintales de frijol en cinco cuerdas de terreno, y a finales de octubre les entregó semillas a cuatro compañeras de su Centro de Aprendizaje para el Desarrollo Rural (Cader), quienes deben sembrarla el próximo año y, al cosechar, compartir una libra con otra agricultora que no tenga esta variedad.

La liberación de dos variedades nuevas de frijol es parte de uno de los ejes de trabajo del Proyecto Buena Milpa, que busca diversificar los cultivos y las dietas de las familias del occidente de Guatemala para fortalecer la seguridad alimentaria y disminuir la pobreza. *



A. Agricultores resaltaron que las variedades de frijol tienen un alto rendimiento. B. Parte de la cosecha de frijol que don Santiago Abac Ajtun levantó en su parcela en Momostenango. C. Juana Josefa Castro Osorio, junto a su esposo, muestra parte de su cosecha de frijol.



Reconoce los síntomas de deficiencia de nutrientes en PLANTAS DE CEBADA

La cebada (*Hordeum vulgare L. emend. Bowden*), como el resto de los cultivos de grano pequeño, puede llegar a sufrir deficiencias nutricionales. Poder identificar los síntomas de éstas es importante para llevar a cabo diagnósticos acertados e iniciar su corrección.



Figura 1. Planta de cebada con deficiencia de nitrógeno (N).



Figura 2. Planta de cebada con deficiencia de fósforo (P).

1. DEFICIENCIA DE NITRÓGENO (N)

Las plantas con deficiencia de nitrógeno presentan achaparramiento, tallos delgados y hojas verde claro. Las plantas afectadas carecen de vigor y producen espigas pequeñas con pocos granos. Con deficiencia aguda, muchos macollos jóvenes no desarrollan espigas y mueren antes de madurar. El N es móvil en la planta y en suelos con baja disponibilidad se mueve fácilmente de las hojas viejas a las más jóvenes. Los síntomas de deficiencia aparecen primero y son más graves en las hojas viejas, mientras que las hojas jóvenes se mantienen verdes y aparentemente sanas (figura 1).

2. DEFICIENCIA DE FÓSFORO (P)

Las plantas con deficiencia de fósforo presentan achaparramiento, tallos cortos y gruesos, y follaje verde oscuro. Con frecuencia, en casos severos, las plantas no producen espigas. El P es móvil en la planta y en suelos con baja disponibilidad se mueve fácilmente de las hojas viejas a las más jóvenes. Los síntomas aparecen primero y son más graves en las hojas viejas, mientras que las hojas jóvenes, por lo general, no se ven afectadas. Las hojas viejas desarrollan un color morado oscuro en las puntas, el cual avanza hacia la base de la hoja, abarcando todo su ancho (figura 2). El tallo y las vainas de las hojas inferiores también pueden desarrollar una coloración morada rojiza.



Figura 3. Planta de cebada con deficiencia de potasio (K).

3. DEFICIENCIA DE POTASIO (K)

La deficiencia de potasio causa tallos cortos y plantas achaparradas. En condiciones de deficiencia severa, muchos macollos jóvenes mueren antes de producir espigas, mientras que los macollos maduros producen espigas pequeñas con pocos granos. El K se mueve fácilmente de las hojas viejas a las más jóvenes, por lo que los síntomas aparecen primero en las hojas viejas (figura 3). Las hojas jóvenes en crecimiento activo toman K de las partes más viejas de la planta; por lo tanto, pueden permanecer verdes y aparentemente sanas. Las hojas viejas desarrollan una clorosis de color amarillo claro, comúnmente seguida por una necrosis. Ambas comienzan en la punta de la hoja y pueden avanzar a lo largo de los márgenes, hacia la base. Por lo general, la región de la nervadura central permanece verde.



Figura 4. Planta de cebada con deficiencia de azufre (S).

4. DEFICIENCIA DE AZUFRE (S)

Las plantas con deficiencia de azufre presentan achaparramiento, falta de vigor y madurez tardía. El amacollamiento está deprimido y, a menudo, sólo pocos macollos producen espigas con grano. En cultivos jóvenes se desarrolla un amarillamiento general en toda la planta, síntoma que puede confundirse con la deficiencia de N. El S es inmóvil en la planta y en suelos con baja disponibilidad es difícil que se mueva de las hojas viejas a las más jóvenes. Los síntomas aparecen primero y son más graves en las hojas jóvenes, que se tornan amarillo claro, mientras que las hojas más viejas, por lo general, permanecen verdes. El patrón de amarillamiento aparece de manera uniforme en toda la hoja, afectando tanto a las nervaduras como a los tejidos intervenales (figura 4).



Figura 5. Planta de cebada con deficiencia de hierro (Fe).

5. DEFICIENCIA DE HIERRO (Fe)

La deficiencia de hierro en la cebada causa achaparramiento, tallos delgados, follaje de color verde claro a amarillo, y reduce drásticamente la producción de macollos. Con deficiencia severa, muchos macollos mueren sin producir espigas con granos. Cuando la deficiencia es muy grave, las plantas suelen tener un solo tallo principal. El Fe es inmóvil en la planta, por lo que en suelos con baja disponibilidad no se mueve de las hojas viejas a las más jóvenes, las cuales presentan los síntomas primero y con mayor gravedad, mientras que las hojas más viejas, por lo general, se ven sanas y mantienen su color verde oscuro (figura 5). Se desarrolla una clorosis amarillo claro en los tejidos entre las nervaduras, dejándolas verdes y prominentes.

Con deficiencia severa de Fe, las hojas nuevas pueden aparecer completamente sin clorofila y volverse oscuras o color amarillo claro, en general. En esta fase avanzada es muy difícil diferenciar entre la deficiencia de Fe y S, aunque las plantas deficientes en Fe tienen una apariencia general más oscura que las plantas deficientes de S.

6. DEFICIENCIA DE ZINC (Zn)

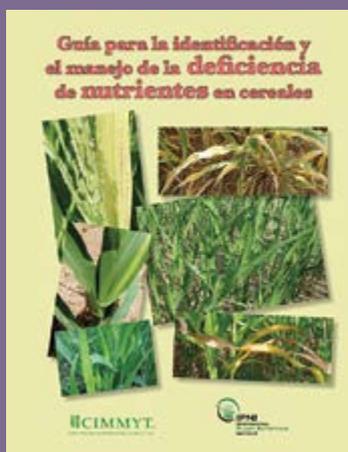
- La deficiencia de zinc provoca acortamiento de los entrenudos, dando a la planta una apariencia de pasto enano y copetudo.
- El rendimiento del grano se reduce drásticamente, incluso en caso de deficiencia leve.
- El Zn es parcialmente móvil en la planta, por lo que los síntomas aparecen primero en las hojas que se desarrollan a la mitad del tallo, mientras que las hojas más jóvenes y más viejas se mantienen aparentemente sanas (figura 6).*

Referencias

Kumar Sharma, M. y Kumar, P. (2017). *Guía para la identificación y el manejo de la deficiencia de nutrientes en cereales*. Texcoco: IPNI/CIMMYT. (Versión original en inglés, IPNI, 2011.)



Figura 6. Planta de cebada con deficiencia de zinc (Zn).



Utiliza la Guía para la identificación y el manejo de la deficiencia de nutrientes en cereales editada en español por el CIMMYT y el IPNI. Es una excelente herramienta para ayudarte a encontrar y resolver los problemas nutricionales de cereales en el campo y así incrementar su productividad.



Puedes descargarla en:
<https://goo.gl/xpZHXo>

Ceremonia de graduación TÉCNICO CERTIFICADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE 2016-2017

Hub Sistemas Intensivos Pacífico Norte



Como parte de la estrategia del programa de Intensificación Sustentable del CIMMYT, a través de proyectos como MasAgro, 20 profesionales fueron acreditados con el grado de técnico certificado en Agricultura Sustentable por el Hub Sistemas Intensivos Pacífico Norte, como parte de la generación 2016-2017.

Ellos son nuestros aliados, promotores y agentes de cambio para que la agricultura sustentable sea el sistema de producción más rentable y competitivo. Se espera que ayuden a encontrar las soluciones a las barreras o limitantes que enfrenta el productor a través de la innovación y que sean los encargados de llevar la ciencia al campo. Este grupo de nuevos técnicos certificados se preparó durante un año en 12 sesiones de trabajo con los siguientes temas: introducción a la AC; diseño multiescala de sistemas de producción; gestión de la innovación; cosecha y manejo de residuo; monitoreo y análisis de datos (GIS); diagnóstico y Año Cero; monitoreo y análisis de datos (BEM); maquinaria especializada en AC; fertilidad; sensor GreenSeeker y GreenSat; calidad de grano; perfil de variedades; agua y suelo y tecnificación de riego; comunicación para el desarrollo y la innovación; manejo de plagas y enfermedades; manejo de malezas y calibración de aspersoras. Se certificaron seis técnicos de SACSA, quienes darán apoyo al proyecto de Kellogg Company de compra responsable de maíz en Sinaloa.*





CELEBRACION DE GRADUACION

HUB SISTEMAS INTENSIVOS PACIFICO NORTE







SIP
Programa de
Intensificación
Sustentable

DIRECTORIO
01 800 462 7247
TELÉFONO



www.facebook.com/accimmyt



@ACCIMMYT



www.youtube.com/user/CIMMYTCAP

<http://conservacion.cimmyt.org>

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



Enlace es un material de divulgación del CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, realizada en el marco de la Estrategia de Intensificación Sustentable en América Latina. La estrategia recibe el apoyo del Gobierno Federal de México, a través de la Sagarpa; el Gobierno del estado de Guanajuato, a través de la SDAyR; la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID); Kellogg Company; Fundación Haciendas del Mundo Maya Naat-Ha; Fomento Social Banamex; Nestlé; Catholic Relief Services; el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA); Syngenta; Rabobank; Pioneer; y los programas de investigación del CGIAR: Maíz (CRP Maize), Trigo (CRP Wheat), Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFA). El CIMMYT es un organismo internacional, sin fines de lucro, sin afiliación política ni religiosa que se dedica a la investigación científica y a la capacitación sobre los sistemas de producción de cultivos básicos alimentarios.

