

EnlAce[®]

La revista de la Agricultura de Conservación

**MÉXICO GENERA SOLUCIONES
PARA EL MUNDO CON CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DE PUNTA**



Año XII, abril - junio 2021

Innovar brinda
mayores
oportunidades **24**

Sustitución
de plaguicidas
altamente
peligrosos **42**

Asociación de
especies de cereales
y leguminosas, opción
forrajera para temporal
crítico en la Mixteca
Alta de Oaxaca, México **58**

57

La Charla con Natalia Palacios, Carolina Cortés, María Inés Beltrán – Tips técnicos: Agricultura de Precisión

Este material es de distribución gratuita. Prohibida su venta.



Año XII. Número 57
abril - junio 2021

DIRECTORIO

Director General del CIMMYT
Martin Kropff

**Director General Adjunto de
Mejoramiento y Genética, y Director
de Recursos Genéticos en CIMMYT**
Kevin Pixley

**Chief Operating Officer
Director General Adjunto
de Investigación S&I a.i.
Director Global
de Desarrollo Estratégico**
Bram Govaerts

Gerente de Divulgación
Georgina Mena

Coordinador de Comunicación
Francisco Alarcón

Revista Enlace

Coordinación editorial
Gabriela Morales
cimmyt-editorial-enlace@cgiar.org

Diseño y diagramación
Mayra Servín

Corrección de estilo
Fernando Morales
Gloria Elisheba
Gabriela Morales

Comité editorial
Francisco Alarcón
Tania Casaya
Simon Fonteyne
Bram Govaerts
Gabriela Morales
Víctor López
Georgina Mena

**Ilustración de portada
e interiores**
Mayra Servín

Coordinación de contenidos
Francisco Alarcón
Gabriela Morales

Colaboración especial
Kevin Pixley
Wen Zhengyu
Akshaya Biswal
Mario Pacheco

- 3 Carta editorial
- 4 La ciencia aplicada al campo contribuye a construir un mundo más justo y saludable
- 6 Razones para no quemar el rastrojo
- 8 MasAgro Guanajuato mantiene excelentes resultados en 2020
- 10 Establecen CNA y CIMMYT acuerdo por el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria
- 11 Acuerdan CONCAMIN y CIMMYT colaborar para el desarrollo agrícola sostenible y la seguridad alimentaria de México
- 12 El CIMMYT y el John Innes Centre anuncian una colaboración estratégica en la investigación del trigo
- 13 Un nuevo proyecto recargará acuíferos y reducirá el uso del agua en la agricultura en un 30%
- 14 Latitudes
Cultivando nuevas oportunidades de maíz para América Latina
- 18 El precio del maíz y el valor de su producción sustentable
- 20 El impacto de la pandemia por COVID-19 en México y Centroamérica
- 24 Innovar brinda mayores oportunidades
- 27 Calidad, productividad y rentabilidad con semillas certificadas
- 28 Fortalecen prácticas agrícolas para transformar los sistemas agroalimentarios globales con base en Cultivos para México



35
**México genera soluciones
para el mundo con ciencia
y tecnología de punta**

45
**Natalia Palacios, Carolina
Cortés, María Inés Beltrán**
Mujeres sin límite por la agricultura

60
Tips técnicos
Agricultura de Precisión

- 30 La Agricultura Sustentable, clave para la resiliencia del sector agroalimentario
- 32 Expectativas agroalimentarias 2021
- 40 Del monocultivo a la diversificación de oportunidades
- 42 Sustitución de plaguicidas altamente peligrosos: un requisito necesario para el Manejo Agroecológico de Plagas
- 48 Agricultura regenerativa en cerca de 15,000 hectáreas con proyectos sustentables de maíz y trigo
- 50 Prácticas agrícolas sustentables aumentan el rendimiento del maíz, revelan investigaciones mexicanas
- 52 ¿Es posible restaurar las tierras de cultivo?
- 55 EL DATO
Alternativas al uso del fuego
- 58 Asociación de especies de cereales y leguminosas, opción forrajera para temporal crítico en la Mixteca Alta de Oaxaca, México
- 63 La Lente del Desarrollo Sustentable

**“UNA EXCELENCIA EN CIENCIA
PUEDE GENERAR INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA,
QUE EN CONJUNTO CON PRODUCTORES Y
ACTORES DE LA CADENA,
TAMBIÉN PUEDE GENERAR IMPACTOS
PARA LA SOCIEDAD EN GENERAL.”**

BRAM GOVAERTS, CIMMYT



Carta editorial

La ciencia es fundamental para el desarrollo agroalimentario que requiere más que nunca la colaboración de diversos actores para enfrentar los retos que hoy se nos presentan como el cambio climático y la seguridad alimentaria. Desde hace varias décadas, se ha dado un impulso al desarrollo del conocimiento y nuevas tecnologías que abonan sin duda a un campo más sustentable, resiliente y sostenible.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ofrece soluciones para el futuro que se articulan con actores del sector agroalimentario a través de la investigación conjunta, el intercambio de conocimiento y el cuidado del ecosistema. Se han redoblado esfuerzos con el sector público y privado, la agroindustria, la academia y el sector social para llevar a los productores conocimiento científico, innovación y transferencia tecnológica con el objetivo de lograr que las actividades productivas detonen un mayor dinamismo en el sector agroalimentario.

De esta forma y a través de convenios y acuerdos de colaboración se construyen puentes para el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria en México permeando sin duda otras

latitudes. En el CIMMYT el compromiso por contribuir a través de la ciencia en la construcción de un mejor futuro es una constante. En esta edición de EnlACe damos cuenta de ello y mostramos cómo las fortalezas científicas combinadas mejorarán el impacto en los agricultores y los consumidores, abonando a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

EnlACe presenta el Laboratorio de Bioseguridad Carlos Slim Helú, que cuenta con tecnología de punta y la infraestructura necesaria para desarrollar investigación de primer nivel. Desde este gran complejo instalado en México, se trabaja en la Tecnología de Edición de Genes que puede acelerar el mejoramiento de variedades en maíz y trigo de 2 a 3 años, en comparación a los 10 años que normalmente se requieren utilizando procedimientos convencionales.

En esta edición se presentan diversos artículos sobre nuevas investigaciones que aportan al trabajo científico como el estudio “Efectos de la Agricultura de Conservación en la salud fisicoquímica del suelo en 20 ensayos con maíz en diferentes regiones agroecológicas de México” relevante por el número de instituciones que colaboran y por la diversidad de agroecologías que aborda,

que van desde sistemas tradicionales de temporal sembrados a mano hasta los intensivos con riego.

Se ofrece además un nuevo enfoque metodológico propuesto por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y el CIMMYT, denominado Iniciativa de Sistemas Agroalimentarios Integrados (IASI por sus siglas en inglés) que abre la posibilidad de transformar los sistemas agroalimentarios mediante el diseño y ejecución de programas de manejo sostenible de recursos, salud, nutrición y seguridad alimentaria.

Se destacan en este número, avances importantes hacia la sostenibilidad y hacia una agricultura más ecológica al promover el Manejo Agroecológico de Plagas como una vía para realizar la sustitución de plaguicidas altamente peligrosos. El trabajo del CIMMYT en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), priorizan la utilización de productos de bajo impacto ambiental y la reducción gradual del número de aplicaciones de plaguicidas por ciclo agrícola, en beneficio de los productores y el cuidado del ambiente, una muestra más de que la ciencia está detrás del desarrollo agroalimentario.

LA CIENCIA APLICADA AL CAMPO CONTRIBUYE A CONSTRUIR UN MUNDO MÁS JUSTO Y SALUDABLE

■ Por: Fernando Morales Garcilazo, Divulgación – CIMMYT.



Leguminosas y maíces, binomio perfecto.

■ La ciencia del campo y la Agricultura Sustentable contribuyen a mejorar el acceso a una alimentación adecuada.

A más de un año de la declaratoria de la pandemia por COVID-19 y sin que esta termine aún, sus efectos han agudizado disparidades preexistentes que son cada vez más notorios: pobreza, desigualdad, inseguridad alimentaria y malnutrición.

De acuerdo con el reporte “Focos rojos del hambre”, presentado en marzo de 2021 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Programa Mundial de Alimentos (PMA) de la ONU, la hambruna, impulsada por los conflictos y alimentada por las

crisis climáticas y la pandemia por COVID-19, está llamando a la puerta de millones de familias y podría asolar a la población en más de 20 países en los próximos meses.

Lamentablemente, las familias de ingresos más bajos son las que se han visto más afectadas por la pandemia y cuyas condiciones podrían empeorar si no se actúa con urgencia. De acuerdo con el citado reporte, las personas que están en riesgo de morir de hambre suman 34 millones. Además, la población sin acceso a los servicios de salud y aquella cuyos ingresos no son suficientes para adquirir una canasta alimentaria también ha crecido notablemente a consecuencia de la pandemia.

En México, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) estima que la pandemia ha

puesto en condición de pobreza extrema por ingresos a cerca de 10 millones de personas. Adicionalmente, la inseguridad alimentaria (moderada o grave) afecta a cuatro de cada 10 mexicanos y la prevalencia de la subalimentación alcanza a cerca de 9 millones en el país.

La desigual distribución de las repercusiones de la pandemia también se observa en los segmentos de población con padecimientos relacionados con la malnutrición en todas sus formas (desnutrición, insuficiencia de micronutrientes, sobrepeso, obesidad y enfermedades no transmisibles relacionadas con la alimentación). Por esta razón, se trabaja en la construcción de un mundo más justo y saludable.

Para el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y sus colaboradores, la consolidación de sistemas agroalimentarios sustentables es la vía para superar esta crisis doble (económica y de salud): “Tenemos una gran oportunidad. Esta crisis nos ha dado una gran conciencia y la oportunidad de tomar las decisiones correctas para que juntos construyamos un mejor futuro. Hoy es el momento en el cual entre todos podemos construir estos sistemas, extrayendo valor hacia la parte social, hacia la reducción de la migración, hacia el aumento de los ingresos para los productores y, por supuesto, también hacia la salud de los consumidores desde todo lo que el campo produce”, comenta el doctor Bram Govaerts, *Chief Operating Officer* y Director General Adjunto de Investigación y de Desarrollo Estratégico del CIMMYT.

Históricamente los científicos del CIMMYT han hecho notables contribuciones a la salud: el doctor Norman Borlaug

—quien salvó millones de vidas de la hambruna a través de variedades mejoradas de trigo— y la doctora Evangelina Villegas —quien desarrolló variedades de maíz de alto contenido proteico que han ayudado a combatir la desnutrición materna e infantil en muchos países— son ejemplos de ello.

Actualmente, científicos del CIMMYT —como la doctora Natalia Palacios Rojas, especialista en calidad de maíz— colaboran para impulsar la transferencia de la técnica de la nixtamalización en África como una herramienta fundamental para la nutrición, la salud y la seguridad alimentaria de las familias de ese continente y, en México, se trabaja junto con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y diversas organizaciones para impulsar movimientos como Cultivos para México —del que forman parte Maíz para México, Trigo para México, Arroz para México y Frijol para México— para potencializar los programas estratégicos del país en favor de los grupos más vulnerables.

De hecho, la iniciativa Frijol para México recientemente fue incluida en el Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2020, de la FAO, como una política para hacer frente al hambre, la inseguridad alimentaria y todas las formas de malnutrición: “Frijol para México se centra en adoptar nuevas prácticas agrícolas para contribuir al impulso de la productividad del cultivo del frijol, así como a la resiliencia frente al cambio climático, promoviendo así la autosuficiencia alimentaria del país y la reducción de las importaciones”, destaca el documento en la sección sobre las medidas para promover y mejorar el acceso económico a una alimentación adecuada. ✪

RAZONES PARA NO QUEMAR EL RASTROJO

■ Por: Aurelio Baez Pérez y Bartolo González Torres, Hub Bajo.



Condición del suelo con cultivo de maíz sobre camas convencionales sin rastrojo (izquierda) y camas permanentes con rastrojo sobre la superficie (derecha). Villagrán, Guanajuato.

■ La Agricultura de Conservación es un sistema sustentable que incrementa los rendimientos de los productores. Aquí presentamos algunos resultados de la plataforma de investigación Villagrán

La quema de residuos agrícolas (rastros) en el estado de Guanajuato está regulada por la Norma NTA-IEE-005/2007 que establece las especificaciones para su gestión integral así como la prevención y control de la contaminación generada por su manejo inadecuado. Entre sus disposiciones, destaca que la Agricultura de Conservación (AC) es recomendable para reutilizar los residuos de cosecha y evitar así las quemaduras agrícolas.

A pesar de los avances en términos normativos, las quemaduras siguen siendo una práctica común en municipios como Irapuato, Salvatierra, Salamanca, Pénjamo, Tarimoro y Abasolo, donde los productores queman para preparar rápidamente el suelo —por más de 40 años ha predominado una labranza convencional que incluye quemaduras y el movimiento continuo del suelo, favoreciendo la compactación que afecta el drenaje de las parcelas y el crecimiento de las raíces—.

Las quemaduras agrícolas han contribuido al deterioro de la cubierta vegetal, han empobrecido las tierras de cultivo —se estima que el contenido de materia orgánica de los suelos de la zona es menor al 2%— y han hecho que la dependencia a los fertilizantes químicos sea mayor. Además, afectan la salud pública porque exponen a la población aledaña a los contaminantes e incluso llegan a afectar la visibilidad en las carreteras de la zona debido a la alta concentración de contaminantes en temporadas específicas del año.

En el estado de Guanajuato la AC es una opción para reducir la quema de residuos de cosecha, ahorrar agua y disminuir los costos de producción —al dejar el rastrojo se crea una cobertura natural que protege al suelo de la erosión, reduce la pérdida de agua por evaporación, aumenta la capacidad de retención de humedad, disminuye la compactación, mejora la filtración de la humedad, promueve procesos biológicos y permite recuperar la productividad del suelo—. Además, en las parcelas con riego, permite tener los dos cultivos anuales sin desfase en las fechas de siembra que pueden ocurrir por la preparación del terreno.

A pesar de sus amplios beneficios, entre algunos productores aún existe la creencia de que la producción disminuye al implementar este sistema de cultivo. Para mostrar con

resultados los verdaderos efectos de este sistema sustentable, en la plataforma de investigación Villagrán —instalada en 2014 y donde colaboran el Parque Agro Tecnológico Xonotli, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el despacho Consultores y Asesores para la Sustentabilidad Agrícola (CyASA) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)— se evalúan diferentes prácticas de labranza en maíz y trigo.

Al comparar el rendimiento en la plataforma entre 2017 y 2019 (figura 1), por tomar un ejemplo, se observó que los mejores rendimientos se obtuvieron con Agricultura de Conservación, tanto en maíz como en trigo. Esto es, la Agricultura de Conservación permitió obtener 1.92 toneladas por hectárea (t/ha) más en maíz y 0.43 t/ha más en trigo en comparación con la labranza convencional —también se comparó con un sistema híbrido que consiste en preparar de manera convencional en otoño-invierno y hacer siembra directa en primavera-verano—.

La AC permitió tener ahorros de \$4,000 por hectárea en cada ciclo de producción: con este sistema se reducen las labores de labranza (solo se reforman camas), limitando el paso del tractor y reduciendo el tiempo de operación de la maquinaria. Además, el mínimo movimiento permite cambiar paulatinamente la estructura del suelo, favoreciendo la aireación, mejorando el control de malezas, el desarrollo y la productividad de los cultivos.

La condición del suelo al comparar Agricultura de Conservación con labranza convencional es contrastante, ya que sin rastrojo el suelo se agrieta por la pérdida de agua y esto limita la aireación de las raíces —la presencia de grietas es una característica de los suelos tipo vertisol, pero con AC se puede disminuir—.

Con la adición de los residuos de cosecha, a mediano plazo, se pueden mejorar las reservas de nutrientes en el suelo. Ya que esto implica un mejoramiento de la fertilidad del suelo, se puede realizar un ajuste en la dosis de fertilización química, reduciendo aún más los costos de producción y disminuyendo la dependencia a estas fuentes.

Cabe mencionar que la Agricultura de Conservación no es exclusiva para grano; en la plataforma de investigación, por ejemplo, también se ha establecido calabacita con riego por goteo —un cultivo altamente rentable para la zona— y se han obtenido resultados muy favorables. *

Referencias:

- Arreola, J., Hernández, M., García, R., Pons, J. & Fregoso, L. (2006). Labranza de Conservación: alternativa tecnológica para darle sostenibilidad al sistema de producción e granos en Guanajuato. México. Ideas CONCYTEG.
- CCA. (2014). La quema de residuos agrícolas: fuente de dioxinas. Comisión para la Cooperación Ambiental.
- Mandujano Bueno, A. *Diagnóstico regional y técnico. Plataformas Experimentales MasAgro Guanajuato*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- PAOT (2020). *PAOT presenta los primeros resultados de la campaña Quema de Esquilmos*. Gobierno del Estado de Guanajuato.

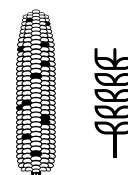
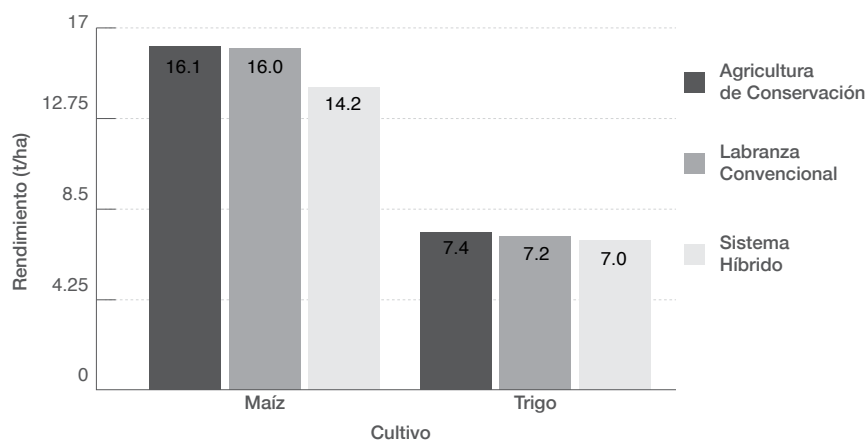


Figura 1. Rendimiento promedio de maíz (PV 2017, 2018 y 2019) y trigo (OI 2017-2018) bajo diferentes prácticas de labranza. Plataforma de Villagrán, Guanajuato.

MASAGRO GUANAJUATO MANTIENE EXCELENTES RESULTADOS EN 2020

■ Por: Fernando Morales Garcilazo. Divulgación – CIMMYT.



Agente de cambio de MasAgro Guanajuato.

■ **Con el programa se crean las condiciones para que el estado sea una referencia nacional en la conformación de sistemas agroalimentarios sólidos y con beneficios para los productores de todas las escalas y también para la agroindustria.**

MasAgro Guanajuato es un programa del gobierno del estado que se impulsa a través de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR) con el soporte científico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para promover una agricultura sustentable y de alta productividad, con prácticas que permiten incrementar hasta 15% o más los rendimientos, reducir 60% las emisiones

de gases contaminantes, usar 70% menos combustible y reducir hasta 30% el consumo de agua, entre otros beneficios.

MasAgro Guanajuato fomenta la investigación y el desarrollo de tecnología agrícola y de extensionismo en sistemas de maíz, cereal de grano pequeño y cultivos asociados en siete plataformas de investigación ubicadas en Irapuato, Ocampo, Acámbaro, Villagrán, Apaseo el Alto, Pénjamo y León.

Con investigación colaborativa y articulación de esfuerzos, en 2020 fue posible impactar positivamente en más de 148,763 hectáreas (ha) en todo el estado. Esto, gracias a la participación de más de 113 actores del sector público y privado, incluyendo a productores, proveedores, empresas, instituciones educativas, centros de investigación y los gobiernos de 21 municipios que han apostado por un enfoque sustentable de la agricultura.

En comparación con prácticas convencionales, los productores que han adoptado las soluciones promovidas por MasAgro produjeron en 2020, 14% más de trigo en riego, 28% más de frijol en temporal y 155% más de maíz nativo. Comparado con el promedio regional, el programa permitió que los productores guanajuatenses que participan en él produjeran 190% más de maíz híbrido en temporal, lo que demuestra el impacto de una intervención efectiva.

La sustentabilidad que promueve MasAgro Guanajuato es rentable: el año pasado los productores de trigo que implementaron innovaciones de MasAgro aumentaron su rentabilidad en 48%, lo que representa un poco más de \$6,000 de ingresos adicionales por hectárea. En el caso de maíz híbrido, el incremento de la utilidad fue de 11.4% en riego y 47% en temporal, lo que representa \$4,726 y \$7,745 más de ingresos adicionales por hectárea, respectivamente. Además, se fortalece la vinculación de productores con cadenas productivas.

MasAgro Guanajuato está creando las condiciones para que el estado sea una referencia nacional en la conformación de sistemas agroalimentarios sólidos y con beneficios para los productores de todas las escalas y también para la agroindustria. Gracias a estas condiciones favorables que ha propiciado, empresas como Nestlé, Kellogg y Heineken actualmente impulsan proyectos que favorecen la producción sustentable del estado.

Entre las acciones del programa destaca también la estrategia de fertilidad integral, la cual ha permitido mapear más de 100,000 ha para que los productores disminuyan costos de producción, incrementen sus rendimientos y se mejore la eficiencia en el uso de fertilizantes, disminuyendo así riesgos para la salud y el medioambiente. Actualmente, están vigentes 10 proyectos de escalamiento de esta estrategia a través de los cuales cerca de 140 mil hectáreas adoptarán mezclas físicas pertinentes.

Es notable también el beneficio ambiental de MasAgro: junto con la Secretaría del Medio Ambiente, la Procuraduría Ambiental y otros actores, se han disminuido significativamente las quemadas agrícolas que impactan negativamente en la calidad del aire. En ciclos recientes, más del 90% de las parcelas de trigo y cebada de la zona sureste del estado en las que después se establece maíz y sorgo ya no se quemaron. Así, MasAgro Guanajuato ha permitido reducir las quemadas en al menos 32 mil hectáreas.

Por supuesto, también hay avances notables en otros rubros: en 2020 los cinco puntos de maquinaria de MasAgro atendieron una superficie de más de 3,160 ha y se logró que tecnología respaldada por el programa estuviera disponible comercialmente. Además, se ha establecido la Prestación de Servicios Locales especializados para incrementar la disponibilidad de maquinaria, se continúa con la validación de variedades óptimas para obtener semilla certificada y se impulsa la estrategia de Cultivos de Servicio para Bajío.

También se avanza en materia de seguridad alimentaria al implementar módulos poscosecha donde se promueven tecnologías que reducen los daños y pérdidas de grano a menos del 1% cuando de forma convencional estas pérdidas pueden ser de hasta 30%. Por supuesto, nada de esto sería posible si no se promoviera el desarrollo de capacidades en productores, técnicos y otros actores clave.

Así, durante 2020, se capacitaban más de 320 técnicos y 1,227 productores vinculados a MasAgro Guanajuato en temas diversos (desde 2013 que inició el programa, a la fecha, se han capacitado cerca de 18 mil agricultores). Con estos resultados, en medio de un contexto de crisis sanitaria y económica a causa de la pandemia por COVID-19, MasAgro Guanajuato confirma que es posible construir sistemas agroalimentarios sustentables y de alta productividad. ✪

ESTABLECEN CNA Y CIMMYT ACUERDO POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

■ Por: CIMMYT



El Consejo Nacional Agropecuario (CNA) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) celebraron un convenio marco de colaboración para impulsar la producción sostenible, el abasto y la rentabilidad de los sistemas agroalimentarios en México. El objetivo de ambos organismos es sentar las bases para lograr una mayor coordinación sectorial a través de actividades o proyectos, desarrollo de capacidades y transferencia de tecnologías que contribuyan a incrementar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de los productores en las diferentes regiones del país.

Juan Cortina Gallardo, Presidente del CNA, señaló que “con la firma de este acuerdo, el CNA cumple con uno de sus principales objetivos al facilitar los procesos de innovación, generación y transferencia de mejores prácticas y tecnologías para hacer que las actividades productivas en las cadenas agroalimentarias y agroindustriales sean más eficientes, pero, sobre todo, sostenibles”.

Consideró una gran ventaja que México sea la sede global del centro de investigación agrícola sin fines de lucro que ha desarrollado más de la mitad de las variedades de maíz y la mayoría de las variedades de trigo que se siembran en todo el mundo, especialmente en los países en vías de desarrollo, además de las prácticas y tecnologías que hacen más sostenibles los sistemas de producción de ambos granos.

“CIMMYT cuenta con su sede orgullosamente en México. La intención es fortalecer la capacidad de respuesta de CIMMYT, este importante centro de innovación, investigación y desarrollo y de México ante cualquier situación adversa en materia agroalimentaria”, agregó el representante del organismo sectorial.

En su oportunidad, Bram Govaerts, *Chief Operating Officer* y Director Global de Desarrollo Estratégico del CIMMYT, subrayó que “Desde hace más de 50 años, México ha sido la cuna de la innovación agrícola para combatir el hambre y alimentar al mundo, ahora es necesario redoblar esfuerzos y colaborar estrechamente con los productores, asociaciones, empresarios e industriales representados en el CNA para dar una respuesta transformacional a la crisis actual para que la agricultura sea, una vez más, el motor de la recuperación y del desarrollo sostenible de México y de México para el mundo. “¡Juntos podemos lograr una evolución verde!”, concluyó.

La Secretaria de Economía, Tatiana Clouthier Carrillo, fungió como testigo de honor en la celebración del acuerdo a través del cual ambas instituciones se comprometieron a emprender proyectos de colaboración específicos para incrementar los rendimientos y disminuir los costos de producción del maíz y del trigo, además de conservar los recursos naturales y proteger los ecosistemas de México. ●

ACUERDAN CONCAMIN Y CIMMYT COLABORAR PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA SOSTENIBLE Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE MÉXICO

■ Por: CONCAMIN y CIMMYT.



Bram Govaerts y Francisco Cervantes Díaz.

■ El convenio busca multiplicar la participación de los pequeños y medianos productores en las cadenas de valor y desarrollar alianzas público-privadas para que más sectores industriales participen en el sector agropecuario.

La Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) firmaron el pasado mes de abril un Convenio Marco de Colaboración para incentivar la participación de diversos sectores industriales en el desarrollo de los productores de granos básicos del país.

Francisco Cervantes Díaz, Presidente de CONCAMIN, señaló que “el objetivo de este acuerdo es establecer un marco de colaboración formal entre industriales, investigadores y productores para diseñar, desarrollar y ejecutar proyectos o iniciativas que fortalezcan la contribución de la industria al desarrollo sostenible de los productores de maíz y de trigo, así como a fortalecer la seguridad alimentaria de todos los mexicanos”.

Las compañías del sector agroalimentario son clave para el desarrollo sostenible e integración de las cadenas de valor del maíz y el trigo, pues desempeñan una función

fundamental al abastecerse de las materias primas que produce el sector agropecuario nacional que, posteriormente, transforman en alimentos y bienes de consumo para toda la población.

Bram Govaerts, *Chief Operating Officer* y Director General Adjunto de Investigación y de Desarrollo Estratégico de CIMMYT, explicó que “en el CIMMYT trabajamos del lado del productor para codesarrollar y validar las prácticas y tecnologías agrícolas sostenibles que impulsan la producción de granos básicos nutritivos y de alta calidad de procesamiento que pueden satisfacer la demanda de la industria mexicana”.

El trabajo de investigación aplicado al desarrollo de sistemas de cereales y granos básicos más productivos, rentables y sostenibles ha facilitado la inclusión de productores de granos básicos del país en programas de abastecimiento local responsable en los que participan compañías agroalimentarias líderes en México y el resto del mundo.

El Convenio Marco de Colaboración busca multiplicar la participación de los pequeños y medianos productores en las cadenas de valor y desarrollar alianzas público-privadas para que más sectores industriales participen en el sector agropecuario. “Existen oportunidades de colaboración en proveeduría de servicios digitales o tecnologías de la información y la comunicación para hacer un uso más eficiente de recursos naturales e insumos productivos, así como en el desarrollo de infraestructura para incrementar la participación y competitividad de los pequeños y medianos productores en el mercado nacional”, observó Cervantes Díaz.

En lo inmediato, el principal objetivo del convenio celebrado es facilitar la producción y abasto de alimentos en México para mitigar los efectos de la pandemia por COVID-19 y fortalecer la seguridad alimentaria de los mexicanos. “Con estas acciones, sentamos las bases para que la industria participe activamente en una recuperación verde que revigore al campo mexicano y fortalezca su contribución al desarrollo económico y a la seguridad alimentaria de todos los mexicanos”, concluyó Govaerts. ✪

EL CIMMYT Y EL JOHN INNES CENTRE ANUNCIAN UNA COLABORACIÓN ESTRATÉGICA EN LA INVESTIGACIÓN DEL TRIGO

■ Por: John Innes Centre



Nueva colaboración para aprovechar investigación y tecnología de punta en la producción de trigo.

El Centro John Innes (JIC, Reino Unido) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), anunciaron una colaboración estratégica para la investigación conjunta, el intercambio de conocimientos y las comunicaciones para promover el esfuerzo global de desarrollar el futuro del trigo, amenazado por los efectos del cambio climático, así como por una mayor frecuencia y propagación de brotes de plagas y enfermedades.

La nueva colaboración, basada en una exitosa historia de logros de investigación conjunta, tiene como objetivo aprovechar la tecnología de punta para encontrar soluciones para los agricultores y consumidores de trigo del mundo.

El Director General Adjunto de Investigación del CIMMYT, Kevin Pixley, señaló que las fortalezas científicas combinadas mejorarán el impacto en los agricultores y los consumidores y, en última instancia, contribuirán a los resultados globales, como el Objetivo de Desarrollo Sostenible 2, de Naciones Unidas “Hambre Cero”.

El director del Centro John Innes, el profesor Dale Sanders, sostuvo que esta asociación de larga data permitirá a los investigadores de ambos institutos centrarse en el futuro, donde el desarrollo sostenible de cultivos resilientes beneficiará a muchas personas en todo el mundo.

Alison Bentley, directora del Programa Mundial de Trigo del CIMMYT, señaló que un elemento clave de esta colaboración

será desplegar las innovaciones en regiones geográficamente diversas y países socios clave del CIMMYT que dependen de la producción de trigo de los pequeños agricultores para su seguridad alimentaria y sus medios de vida.

Áreas temáticas de colaboración:

- Desarrollar y desplegar nuevos marcadores moleculares de rendimiento, resiliencia y rasgos nutricionales en el trigo para facilitar el despliegue de enfoques de mejoramiento genómico utilizando datos sobre la composición genética de la planta para mejorar la velocidad y precisión del mejoramiento.
- Generar, compartir y explotar la diversidad de material genético de trigo producido durante el cruce e identificado en bancos de semillas.
- La búsqueda de nuevas tecnologías y enfoques que aumenten la eficiencia del mejoramiento para introducir rasgos mejorados en nuevas variedades de trigo.
- Desarrollar tecnologías mejoradas para el diagnóstico rápido y la vigilancia de enfermedades.

Los planes para futuras colaboraciones incluyen el establecimiento de un nuevo laboratorio en Norwich, Reino Unido, como parte de la iniciativa *Health Plants, Healthy People, Healthy Plant* (HP3). *

UN NUEVO PROYECTO RECARGARÁ ACUÍFEROS Y REDUCIRÁ EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA EN UN 30%

■ Por: CIMMYT



Campos irrigados bajo prácticas de Agricultura de Conservación.

■ **A través de una alianza con Grupo Modelo y GIZ, el proyecto Aguas Firmes beneficiará a más de 700,000 personas facilitando la adopción de prácticas de intensificación sustentable en más de 4,000 hectáreas.**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) anunció una nueva asociación público-privada de tres años con la agencia de desarrollo alemana GIZ y la compañía de bebidas Grupo Modelo (AB InBev) para recargar acuíferos y fomentar prácticas agrícolas de conservación de agua en estados clave de México.

La asociación, lanzada en abril pasado, tiene como objetivo contribuir a un uso más sustentable del agua en la agricultura. El proyecto promoverá la Agricultura Sustentable y el financiamiento de sistemas de riego eficientes en los estados de Hidalgo y Zacatecas, donde opera Grupo Modelo. El objetivo del CIMMYT es facilitar la adopción de prácticas de intensificación sustentable en más de 4,000 hectáreas durante los próximos tres años, para reducir la huella hídrica de los agricultores participantes.

México corre un alto riesgo de enfrentar una crisis del agua en los próximos años, según el Instituto de Recursos

Mundiales. El país necesita comenzar urgentemente a reducir el uso de los suministros de agua subterránea y superficial disponibles si quiere evitar la crisis que se avecina.

La agricultura representa casi el 76% del consumo anual de agua de México, según lo estimado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Los agricultores, por lo tanto, tienen un papel clave que desempeñar en un uso más sustentable de este valioso recurso natural. “Necesitamos cuidar el ecosistema y mitigar el impacto de la agricultura en el medio ambiente para abordar el cambio climático mediante el logro de sistemas agroalimentarios más sustentables”, dijo Bram Govaerts, *Chief Operating Officer* y Director General Adjunto de Investigación y de Desarrollo Estratégico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

El proyecto Aguas Firmes también busca recargar dos de los acuíferos más explotados de México, mediante la restauración de bosques y la construcción de infraestructura verde. “Nuestra prioridad es el agua, que es la base de nuestro negocio pero, sobre todo, la sustancia de la vida”, dijo Cassiano De Stefano, presidente de Grupo Modelo, una de las empresas cerveceras líderes en México. “Decidimos predicar con el ejemplo invirtiendo considerablemente en la restauración de dos acuíferos que son esenciales para el desarrollo de Zacatecas e Hidalgo”.

La agencia de desarrollo alemana GIZ, uno de los principales financiadores del CIMMYT, también está invirtiendo en esta alianza que beneficiará a 46,000 agricultores en Hidalgo y 700,000 agricultores en Zacatecas. “Estamos muy orgullosos de esta alianza para el desarrollo sustentable que aborda un problema sustancial en la región y fortalece nuestro trabajo en la conservación de la biodiversidad y el uso sustentable de los recursos naturales en México”, dijo Paulina Campos, directora de Biodiversidad de GIZ México.

El CIMMYT lleva a cabo actividades de investigación agrícola participativa con agricultores locales para desarrollar e implementar en colaboración prácticas y tecnologías agrícolas sustentables que ayuden a reducir el consumo de agua en la producción de granos hasta en un 30%. ♦



Cultivando nuevas oportunidades de maíz para América Latina

■ Por: Andrea Carvajal – CIMMYT.

De acuerdo con las Perspectivas agrícolas 2021-2030 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se espera que:

- La superficie mundial cosechada de cereales crezca en 14 millones de ha entre el período base (2018-2020) y 2030.
- El área cosechada en los países desarrollados aumente en 4 millones de ha debido a las ganancias en Rusia, Ucrania

y Australia, y en países en desarrollo en alrededor de 10 M ha, como consecuencia de las ganancias en Asia y América Latina.

- Las superficies mundiales de trigo y maíz se incrementen en 3% y 4%.
- Los rendimientos a nivel mundial crezcan en aproximadamente 9% para trigo y 10% para maíz. Al tiempo que se espera que la producción mundial de maíz crezca en 160 millones de toneladas (t) a 1,3 mil millones de t en la próxima década, con los mayores aumentos en China (35 millones





en América Latina tendrá un rol determinante, para aprovecharlas desde un enfoque sustentable y transformador como el que el Centro viene proponiendo desde México para el mundo, con metodologías como la Iniciativa del Sistema Agroalimentario Integrado (IASI, por sus siglas en inglés) que ya vienen siendo implementadas con éxito en otras latitudes como Colombia; y en las que el fortalecimiento de capacidades es un factor clave.

Un ejemplo de colaboración es el proyecto denominado “Tecnologías de frontera para impulsar la producción sostenible de maíz en las Américas”, también conocido como Tech Maíz, que fue seleccionado de entre 175 propuestas presentadas a la convocatoria del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). El proyecto contribuirá al fortalecimiento de la Red Latinoamericana de Maíz, un mecanismo de integración y cooperación que agrupa a investigadores de nueve institutos públicos de investigación de Iberoamérica (INIA), cinco universidades latinoamericanas y el CIMMYT, para robustecer capacidades de investigadores y técnicos en el uso de nuevas herramientas tecnológicas, transferirlas a los agricultores e impulsar la producción sostenible de maíz en la región; así como apoyar la organización de la Reunión Latinoamericana de Maíz en 2022 y 2024.

En cifras concretas, Tech Maíz aspira capacitar a 80 investigadores y técnicos en el uso de nuevas herramientas tecnológicas sustentables, congregar al menos 600 investigadores, técnicos, profesores y estudiantes en la XXIV y XXV Reunión Latinoamericana de Maíz y fortalecer las capacidades de alrededor de 7,700 pequeños y medianos agricultores de maíz de la región con tecnologías y prácticas agrícolas de intensificación sustentable, que desde el campo contribuyan a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Este proyecto de mediano plazo con impactos de largo aliento, también va de la mano con acciones claves como las emprendidas recientemente por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri) de Perú, que suscribió seis acuerdos de adjudicación de recursos para la realización de seis proyectos de investigación

de toneladas), seguida de los Estados Unidos (32 millones de toneladas), Brasil (18 millones de toneladas), Ucrania (10 millones de toneladas) y Argentina (7 millones de toneladas).

- El consumo mundial de maíz se incrementa en 1,1% anual en el período de proyección, un ritmo más lento comparado con el 3,2% anual en la década anterior.

Sin duda, se trata de un escenario lleno de oportunidades y retos en el que el trabajo en equipo entre el CIMMYT y sus colaboradores

y de transferencia de tecnología agropecuaria con una inversión total de un 1.5 millones de dólares. Entre ellos, hay dos proyectos en los que participa el CIMMYT:

- Uso de la agricultura de precisión: determinación de la biomasa aérea y rendimiento de cultivos maíz y trigo usando aprendizaje automático (*machine learning* en inglés) aplicado a imágenes de vehículos aéreos no tripulados. Socios: CIMMYT e INIA Perú.
- Identificación de genes de local adaptación frente al Cambio Climático y mejora de producción agronómica de maíz morado nativo del Perú. Socios: CIMMYT-INIA Perú-Universidad Nacional Agraria La Molina.

Todo esto sin perder de vista la relevancia y el impacto que sigue teniendo la semilla del CIMMYT en la región y en países como Ecuador, donde la desnutrición crónica infantil es padecida por tres de cada 10 niños menores de 2 años. En este país, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) lanzó a comienzos de 2021 un híbrido de maíz de calidad proteica (QPM) INIAP H-554 - Renacer, que es resultado de varios años de investigación en 38 localidades del país. Renacer se formó con una línea introducida desde el CIMMYT (CML-172) y una línea del INIAP y está recomendado para las principales zonas maiceras de las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Santa Elena y Loja; y presenta rendimientos de entre 7.5 y 12 t/ha.



Productoras de Maíz en la localidad de Agua Dulce en el estado de Chiapas, México.



“Acercarse a las múltiples realidades que enfrentan los países latinoamericanos es también tener la oportunidad de apreciar la importancia y la contundencia que tiene desde una semilla mejorada, pasando por la puesta en marcha de prácticas y tecnologías sustentables, hasta la implementación de metodologías integradoras, para hacer realidad no solo el logro de los ODS, sino la transformación sustentable y duradera de los sistemas agroalimentarios de una región que tanto contribuye a la seguridad alimentaria mundial”, resaltó Bram Govaerts, *Chief Operating Officer* del CIMMYT. ✿

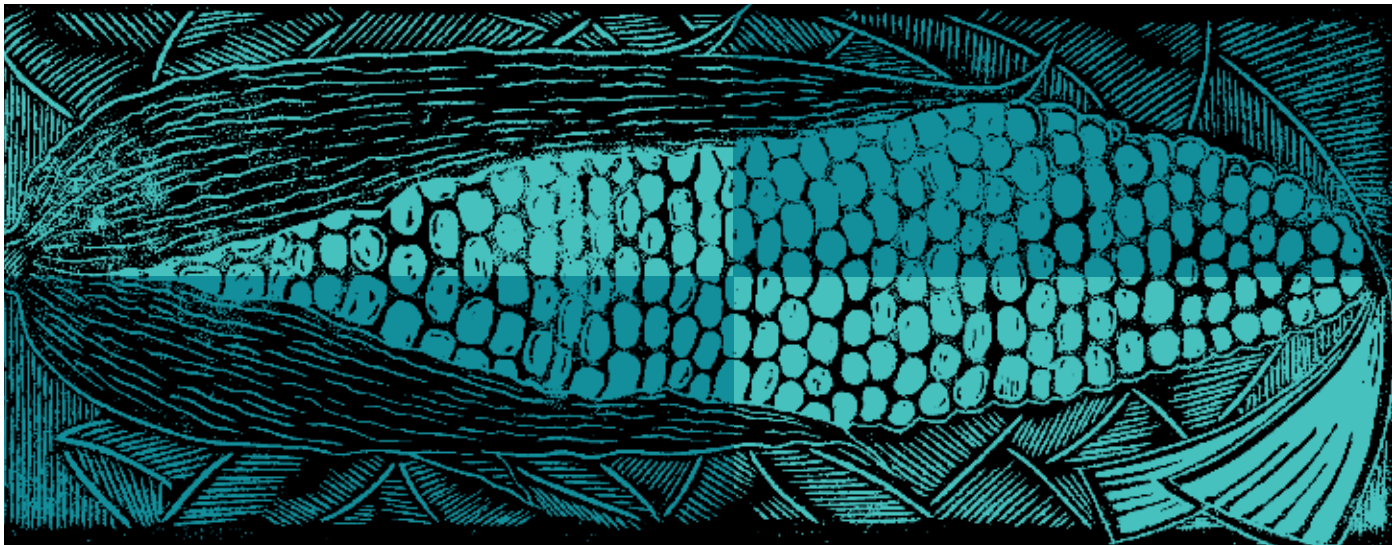
Referencias:

OECD/FAO (2021), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/19428846-en>

ANDINA (2021) *Ejecutarán seis proyectos en apoyo a la innovación productiva de pequeños agricultores*. <https://andina.pe/agencia/noticia-ejecutaran-seis-proyectos-apoyo-a-innovacion-productiva-pequenos-agricultores-841834.aspx>

UNICEF Ecuador (2021) *La desnutrición crónica es un problema que va más allá del hambre*. <https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/la-desnutricion-cronica-es-un-problema-que-va-mas-alla-del-hambre>

LATAM Maize (2021) *Nuevo Híbrido de maíz QPM para la región Costa del Ecuador*. <https://latam.maize.org/nuevo-hibrido-de-maiz-qpm-para-la-region-costa-del-ecuador/>



OBJETIVO S DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Este contenido se vincula con los siguientes ODS

1 FIN DE LA POBREZA	2 HAMBRE CERO	3 SALUD Y BIENESTAR	12 PRODUCCION Y CONSUMO RESPONSABLE	13 ACCION POR EL CLIMA
-------------------------------	-------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



El precio del maíz y el valor de su producción sustentable

■ Por: Fernando Morales Garcilazo. Divulgación – CIMMYT.

Kellogg's

El precio del maíz en el mercado internacional alcanzó recientemente su nivel más alto en los últimos siete años. Después de una ligera pausa en abril, los precios internacionales de este grano subieron casi 83% con respecto al 2020 y en mayo pasado se registró una ligera baja atribuible a un clima más favorable para el avance de las siembras en los Estados Unidos.

Estados Unidos, China y la Unión Europea son grandes consumidores de maíz. Se estima que este año concentrarán cerca del 59% del consumo global de este grano, de manera que lo que allí ocurre impacta en otros países. En este sentido, estas tendencias en los precios del maíz se explican por

diversos factores: los reducidos inventarios del grano en Estados Unidos, los efectos de los fenómenos climatológicos como La Niña en Sudamérica y, sobre todo, el incremento exponencial de las importaciones de maíz por parte de China para alimentar a su ganado.

Si bien muchos agricultores mexicanos se han mostrado entusiastas porque, comentan, hacía muchos años que no veían un panorama tan favorable para el precio de los granos (que en algunos casos ha estado en el orden de los \$6,000 por tonelada), esta situación también puede propiciar (como de hecho ya ha ocurrido en algunas zonas del país) un aumento en los costos de los fertilizantes y otros insumos clave. Esto podría implicar mayores precios

al consumidor que incluso afectarían la rentabilidad de la agroindustria.

En México, esta coyuntura de mercado plantea diversos escenarios. En todos, es oportuna una transición hacia una agricultura más sustentable: el cambio climático y la volatilidad en los mercados ponen al sector en un momento decisivo. El país estima un crecimiento de 2.6% en la producción de maíz grano en el presente ciclo agrícola (se proyecta un volumen de 28.4 millones de toneladas en contraste con las 27.7 millones de toneladas del 2020). A pesar de este crecimiento, las importaciones de maíz amarillo durante el primer trimestre de 2021 también se incrementaron en más del 10% con respecto al mismo periodo en 2020.

¿Cómo puede México sacar ventaja de una situación tan compleja a nivel nacional y global? Por supuesto, no hay una respuesta definitiva, pero es posible que a través de la ciencia aplicada al campo se favorezca una transición hacia un tipo de agricultura que reduzca la incertidumbre y los riesgos para los agricultores. Los beneficios económicos, sociales y ambientales de una transición hacia una agricultura más sostenible están ampliamente probados.

En colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Kellogg fomenta una iniciativa de abastecimiento responsable basada en la compra local de maíz amarillo producido en Guanajuato y Sinaloa con prácticas agrícolas que ayudan a la conservación y regeneración de los recursos naturales. Con la sustentabilidad como eje de los agronegocios, se busca que esta producción cumpla también con las necesidades de calidad de Kellogg.

Producir sustentablemente beneficia también a toda la cadena de valor. A través de este proyecto se promueven relaciones comerciales más sólidas y directas con los agricultores. Desde la siembra, los productores vinculados a esta iniciativa reciben acompañamiento agronómico y comercial que les permite tener mayor certidumbre en la proyección de sus ingresos al cierre de las cosechas. Tener estrategias que permitan a los productores enfrentar las volatilidades del mercado

y la producción es fundamental para lograr sistemas agroalimentarios más resilientes.

Para que las expectativas sobre la producción de maíz sean buenas, el clima —invariablemente— debe ser favorable, pero la realidad es que en medio de un panorama de cambio climático no hay garantía sobre eso. Por esta razón proyectos como este son relevantes, pues las prácticas a través de las que se promueve una mejor (y mayor) producción, también promueven un uso más eficiente de los recursos naturales.

En recientes ciclos agrícolas, los productores que participan en el proyecto con Kellogg lograron reducir el consumo de agua requerido para producir una tonelada de maíz hasta 50% en comparación con prácticas convencionales. También han usado 54% menos combustible en comparación con prácticas no sustentables. La implementación de sistemas como la Agricultura de Conservación les ha permitido a estos productores tener ahorros significativos, pero también han favorecido la estructura y calidad de sus suelos, así como la calidad del aire, pues evitan liberar considerables cantidades de CO₂ a la atmósfera.

Actualmente un grano de maíz producido sustentablemente vale lo mismo que un grano producido de forma convencional, pero esto está cambiando gracias a proyectos como este que apuestan a la producción local y

sustentable. Esta apuesta involucra además a los consumidores, quienes cada día están más interesados en saber cómo se cultivaron y de dónde proceden los alimentos que consumen.

En el ámbito de las políticas públicas, la iniciativa de abastecimiento responsable impulsada por Kellogg y CIMMYT es referencia para el desarrollo de esquemas de colaboración que generan ganancias justas para todas las partes, incluyendo, por supuesto, a los productores agrícolas y el medioambiente donde operan. Por ejemplo, la iniciativa gubernamental Maíz para México busca incrementar la seguridad alimentaria en el país a partir de la integración de la demanda y oferta de maíz en puntos estratégicos para las cadenas de valor de maíz blanco y amarillo. En ese contexto, la adopción de prácticas agrícolas sustentables es uno de los pilares fundamentales de esta iniciativa, que también se acompaña del fomento de acuerdos comerciales más sólidos entre productores y compradores para responder a las necesidades de la agroindustria.

Con colaboraciones como estas, queda de manifiesto el valor del maíz producido en México de forma sustentable, la integración de los pequeños y medianos productores al mercado; el aumento de la productividad con el uso de tecnología; las prácticas agrícolas sustentables que contribuyen a reducir costos y la identificación de zonas focales donde todos los eslabones de la cadena ganan. ✱



 **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**
Este contenido se vincula con los siguientes ODS





El impacto de la pandemia por COVID-19 en México y Centroamérica

■ Por: Gabriela Morales Barrientos, con información de Santiago López Ridaura, investigador del CIMMYT.

La pandemia por COVID-19 ha afectado a todas las poblaciones y sectores del mundo, ha cobrado millones de vidas y los contagios parecen no detenerse; sumado a esta situación, se espera que la pandemia provoque cambios estructurales a largo plazo en todo tipo de actividad humana. El sector agrícola, y más ampliamente el agroalimentario, no se ha librado de este fenómeno, y ha jugado un papel crucial en la magnitud del impacto de la pandemia y sin duda, atravesará transformaciones fundamentales en el futuro.

En este escenario, científicos del CIMMYT, liderados por el doctor Santiago López Ridaura, en colaboración con la Universidad Zamorano de Honduras, Alianza de Bioersity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Consejo de Exportación de Soja de Estados Unidos (USSEC, por sus siglas en inglés), el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), el Servicio de Información Mesoamericano

sobre Agricultura Sostenible (SIMAS) de Nicaragua, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y el Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) de Guatemala, publicaron recientemente un artículo en el que se presenta un análisis descriptivo de los efectos inmediatos más críticos del COVID-19 para diferentes tipos de sistemas agrícolas y sus cadenas de valor asociadas, así como las medidas sanitarias tomadas por los gobiernos en los sistemas agrícolas de Centroamérica y México (CAM).

El estudio que cubre el período desde el inicio de la pandemia en CAM de marzo de 2020 hasta finales de agosto del mismo año, pretende servir como punto de referencia para analizar los efectos a más largo plazo y las estrategias de adaptación desarrolladas por los agricultores y otros actores relevantes en los sistemas agroalimentarios.

A través de una revisión de la información generada en el periodo mencionado (webinars, blogs, publicaciones electrónicas, medios) y 44 entrevistas con informantes clave en México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, se identificaron los principales impactos en los diferentes tipos de sistemas agrícolas en la región.

El estudio parte de dos aspectos del sector agroalimentario estrechamente relacionados con el impacto de la pandemia por COVID-19, uno vinculado con el hecho de que, independientemente del estado de salud y la dinámica del COVID-19, todos los habitantes del planeta necesitan comer. Los hogares en entornos urbanos y rurales, ya sean ricos o de bajos ingresos, necesitan tener alimentos disponibles incluso en épocas de limitaciones significativas en actividades no esenciales, cierres y cuarentenas, como se vio durante el

primer semestre de 2020. En segundo lugar, las enfermedades crónicas transmisibles relacionadas con la alimentación y la nutrición se han asociado claramente con casos agravados de COVID-19, con las principales causas de comorbilidad que incluyen diabetes, presión arterial alta, sobrepeso y obesidad, las cuales están estrechamente relacionadas con la cantidad y la calidad de alimentos disponibles y consumidos por familias urbanas y rurales.

En este contexto, y para una descripción general de los diversos sistemas agrícolas en Centroamérica y México, se distinguen tres categorías amplias de acuerdo a su nivel de integración en el mercado:

1. Corporaciones y grandes agricultores: El tipo de agricultura corporativa y grande involucra principalmente grandes plantaciones vinculadas al modelo de agroexportación o sistemas de producción hortícola a gran escala y operaciones ganaderas para los mercados nacionales y de exportación.
2. Medianos y pequeños agricultores emprendedores: La agricultura empresarial es de menor tamaño y tiene un enfoque de mercado distinto y una lógica de integración de capital financiero e industrial. Se distinguen dos tamaños, mediano y pequeño, relacionados con el tamaño de la finca y la intensidad de trabajo y capital.
3. Pequeños agricultores y agricultores de subsistencia: Los pequeños propietarios y las granjas de subsistencia forman el grupo más grande de CAM. Dependen de la mano de obra y los medios de producción de su familia, utilizan pocos insumos externos, tienen un acceso limitado a los servicios financieros y generan

una parte sustancial de sus ingresos fuera de la finca. Su productividad es baja.

De acuerdo con el estudio, la diferencia entre estos sistemas agrícolas es borrosa y es común encontrar todas las categorías coexistiendo dentro de una misma área geográfica, lo que indica que las características agroecológicas y productivas, así como las condiciones socioinstitucionales locales específicas plantean obstáculos y oportunidades para la existencia de diferentes sistemas agrícolas.

MEDIDAS SANITARIAS Y MECANISMOS DE RESPUESTA ANTE LA EMERGENCIA SANITARIA

El primer caso de COVID-19 en la región se informó en México el 28 de febrero, y fue seguido rápidamente por los demás países centroamericanos. A fines de marzo, todos los países, excepto Nicaragua, implementaron diferentes medidas para contener la propagación del virus. Se implementaron medidas de atención médica, como la contratación acelerada de personal médico en los hospitales y la adquisición directa de equipos médicos.

Más allá de las acciones médicas, los gobiernos nacionales y locales implementaron otras medidas para desacelerar la propagación de la pandemia con efectos esenciales sobre las actividades sociales y económicas, y algunas de ellas tuvieron un efecto directo o indirecto sobre el funcionamiento de los sistemas agrícolas de la región y, de manera más general, sobre los sistemas agroalimentarios regionales.

A partir del estudio se identificaron siete medidas principales con mayor impacto en la agricultura y los sistemas agroalimentarios de la región: 1) Restricciones y prohibiciones a la circulación de vehículos públicos y

privados no imprescindibles. 2) Cierre obligatorio. Algunos países mantuvieron un estado de alerta y sugirieron que los ciudadanos abandonen sus hogares solo cuando sea necesario. Otros países establecieron un bloqueo total a nivel nacional de varios días al comienzo de la epidemia. 3) Cierre de oficinas públicas gubernamentales. Al inicio de la propagación del virus, los gobiernos consideraron que todas las actividades no esenciales en el sector público deberían permanecer cerradas y redujeron al mínimo los asuntos públicos. 4) Cierre de escuelas, iglesias, playas, parques nacionales, bares, clubes y casinos. 5) Restricciones de viajes internacionales, cierre de fronteras nacionales. 6) Prohibición de eventos o reuniones masivas. 7) Cierre de mercados locales, supermercados o venta ambulante.

Estas medidas se aplicaron con diferentes grados de intensidad en los diferentes países de la CAM, así como dentro de los países, ya que, en algunos casos, los estados y provincias implementaron medidas más estrictas que otros. La naturaleza del impacto del COVID-19 y de las medidas sanitarias implementadas por los gobiernos difirió entre los sistemas agrícolas en relación con su contexto, pero también en su nivel de integración a los mercados locales o globales, su dependencia de la mano de obra ocasional contratada y otras características.

De acuerdo con los resultados del análisis, los principales impactos de las medidas sanitarias de COVID-19 en **empresas agrícolas corporativas y de gran escala en CAM** fueron: Movilidad reducida y disminución de la disponibilidad laboral ocasional; Servicios financieros y créditos interrumpidos; Instalaciones de empaque / distribución interrumpida con altas tasas de infección y estrictas medidas sanitarias; Contratación de mercados nacionales e internacionales; Puertos y aeropuertos internacionales con

retrasos en importaciones y exportaciones. Algunos de los mecanismos de respuesta implementados por corporaciones y grandes agricultores durante los primeros meses de la pandemia por COVID-19 fueron mecanización de procesos, trabajo a domicilio para personal administrativo; renegociación de préstamos crediticios, prórroga del plazo del préstamo, uso de tarjetas de crédito; así como apertura a mercados nacionales alternativos (nacionales). Lo anterior permitió un desarrollo de cadenas de valor alternativas, sistemas de entrega para alimentos y productos agrícolas, así como un uso exponencial de medios digitales para comunicar y mantener la viabilidad de los sistemas agrícolas.

En el caso de las **pequeñas y medianas empresas agrícolas**, los principales impactos de las medidas sanitarias aplicadas ante la emergencia sanitaria destacan obstáculos para la adquisición de insumos y el aumento de precios; contracción de los mercados nacionales y locales de productos agrícolas (restaurantes, turismo, festividades y tertulias sociales); reducir la movilidad y disminuir la disponibilidad laboral ocasional; interrupción de la frontera para la exportación de productos de alto valor (por ejemplo, hortalizas, café) y contracción del consumo; regulaciones sanitarias para empaques y mercados con costos crecientes y dificultando la distribución.

En este marco, los mecanismos de respuesta implementados por emprendedores de pequeña y mediana escala fueron principalmente, compromiso del trabajo familiar y mayor capacidad de almacenamiento; diversificación de mercados (nacionales) y estrategias de venta alternativas directamente a los consumidores; avanzar en las cadenas de valor y mayor procesamiento de productos y marketing directo.

En los **sistemas de agricultura de subsistencia y de pequeña escala**

los principales impactos de las medidas sanitarias de COVID-19 fueron: Reducción de la movilidad y disminución de las oportunidades de ingresos agrícolas y no agrícolas; disponibilidad limitada y alto precio de insumos; cierre de mercados locales y dificultades para comercializar productos crudos y transformados. Algunos de los mecanismos de respuesta en estos sistemas fueron: producción propia de alimentos, disminución de los alimentos comprados; poco uso de insumos y mano de obra contratada por los consumidores locales; actividades colectivas y solidarias entre agricultores para tareas de producción y comercialización agraria; aumento de remesas; movilidad y migración local afectadas y apoyos estatales en canastas de alimentos y avance de programas sociales.

De acuerdo con lo anterior los sistemas agrícolas corporativos más grandes, debido a su control o coordinación dentro de la cadena de suministro, y los sistemas agrícolas de subsistencia más pequeños sufrieron un impacto relativamente menos directo, mostrando una mayor capacidad de adaptación, mientras que los sistemas agrícolas empresariales medianos y pequeños que dependen de la agricultura como su ingreso principal y un menor control sobre su cadena de suministro se vieron más afectados por los efectos inmediatos de la pandemia.

¿QUÉ SIGUE PARA LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS EN LA REGIÓN CAM?

Esta interrogante plantea que si bien las incertidumbres y el desequilibrio que generó la pandemia en estos primeros meses ya eran grandes, es difícil imaginar cómo sería el futuro después de este shock. ¿Los cambios asociados con la respuesta a la emergencia de COVID-19, como el acortamiento de las cadenas de valor, el fortalecimiento de los mercados

locales y las formas de organización y el papel abrumador del ITC como vinculador de productores, procesadores y consumidores, permanecerán a largo plazo? ¿Continuarán los gobiernos de la región colaborando y generando acciones coordinadas para mejorar la resiliencia de los sistemas agroalimentarios de la región y proteger los medios de vida de los agricultores, especialmente los más vulnerables? ¿Cómo serían los diferentes tipos de sistemas agrícolas en una era posterior al COVID-19 y qué cambios se necesitan para mantener su viabilidad y su contribución al sistema agroalimentario? ¿Todos estos cambios implicarían una transformación a largo plazo para los sistemas agroalimentarios de la región CAM para una mayor resiliencia?

Si bien estas preguntas permanecen abiertas, hay algunas hipótesis que los autores proponen con respecto a las tendencias futuras para las que hay prepararnos. En primer lugar, está claro que el progreso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la región se verá gravemente afectado. Si bien en la mayoría de los países centroamericanos y México el enfoque dentro del sector rural ha pasado lentamente de la seguridad alimentaria (hambre cero) al desarrollo económico (no pobreza) con una atención cada vez mayor a la adaptación y mitigación climática (acción climática), el enfoque volverá rápidamente a la seguridad alimentaria (hambre cero) a medida que los efectos económicos de la crisis arrojen a muchos más hogares por debajo de la línea de pobreza, con importantes implicaciones para las inversiones necesarias para sostener los avances en el desarrollo económico y la resiliencia climática en las zonas rurales.

En segundo lugar, la pandemia por COVID-19 ha puesto de relieve las vulnerabilidades en el sector de la salud y la financiación para el futuro cercano puede centrarse en el ODS 3, la buena

salud y el bienestar, pero dados los correlatos entre el impacto de COVID-19 y el estado nutricional general, incluyendo enfermedades no transmisibles (ENT) relacionadas con la dieta, es probable que se preste más atención a este tipo de problemas de salud. Esto podría impulsar un mayor consumo de alimentos no procesados más saludables, lo que podría favorecer a los productores agrícolas nacionales y repercutir en el sector agrícola de manera positiva.

En tercer lugar, la mayor conciencia de la dependencia de las importaciones de algunos países para los productos alimenticios básicos puede llevar a los gobiernos a promover la producción y el consumo nacionales y cadenas de valor más cortas que beneficiarían a los pequeños agricultores que producen cultivos alimentarios.

El COVID-19 en la región CAM ha mostrado algunas de las fallas de los sistemas agrícolas, así como la fortaleza

de algunos actores dentro de los sistemas agroalimentarios para innovar y mejorar su resiliencia. Requiere un momento de reflexividad para abordar la estrategia de desarrollo agrícola dominante y diseñar un modelo de desarrollo alternativo basado en la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios donde todos los actores, incluida la gran diversidad de sistemas agrícolas, contribuyan a producir suficientes alimentos locales saludables como así como el crecimiento económico de una manera cultural y ecológicamente apropiada, para una región que lo necesita de manera importante. #

El artículo puede leerse completo en el siguiente enlace: [López Ridaura, S., Sanders, A., Barba Escoto, L., Wiegel, J., Mayorga Cortés, M., González Esquivel, C., y García-Barcena, T. S. \(2021\). Immediate impact of COVID-19 pandemic on farming systems in Central America and Mexico. *Agricultural Systems*, 192, 103178.](#)



Resiliencia ante los efectos de la pandemia por COVID-19.

Innovar brinda mayores oportunidades

Un estudio reciente del CIMMYT aborda la complejidad de los sistemas agroalimentarios para desarrollar un nuevo marco de gestión del conocimiento que fomente la innovación de forma más equitativa.

■ Por: Fernando Morales Garcilazo. Divulgación – CIMMYT.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en los países en desarrollo apenas el 30% de la producción agrícola se somete a procesos industriales, mientras que en los países de altos ingresos, el 98% se procesa. Este dato sugiere que en materia de agronegocios los países en desarrollo, como México, tienen grandes oportunidades.

Sin embargo, para que la industrialización sea inclusiva y ayude efectivamente a conseguir un futuro sostenible es necesario promover entre las sociedades el pensamiento creativo y la innovación, los cuales pueden generar economías más dinámicas y brindar mayores oportunidades, particularmente a los jóvenes y las mujeres.

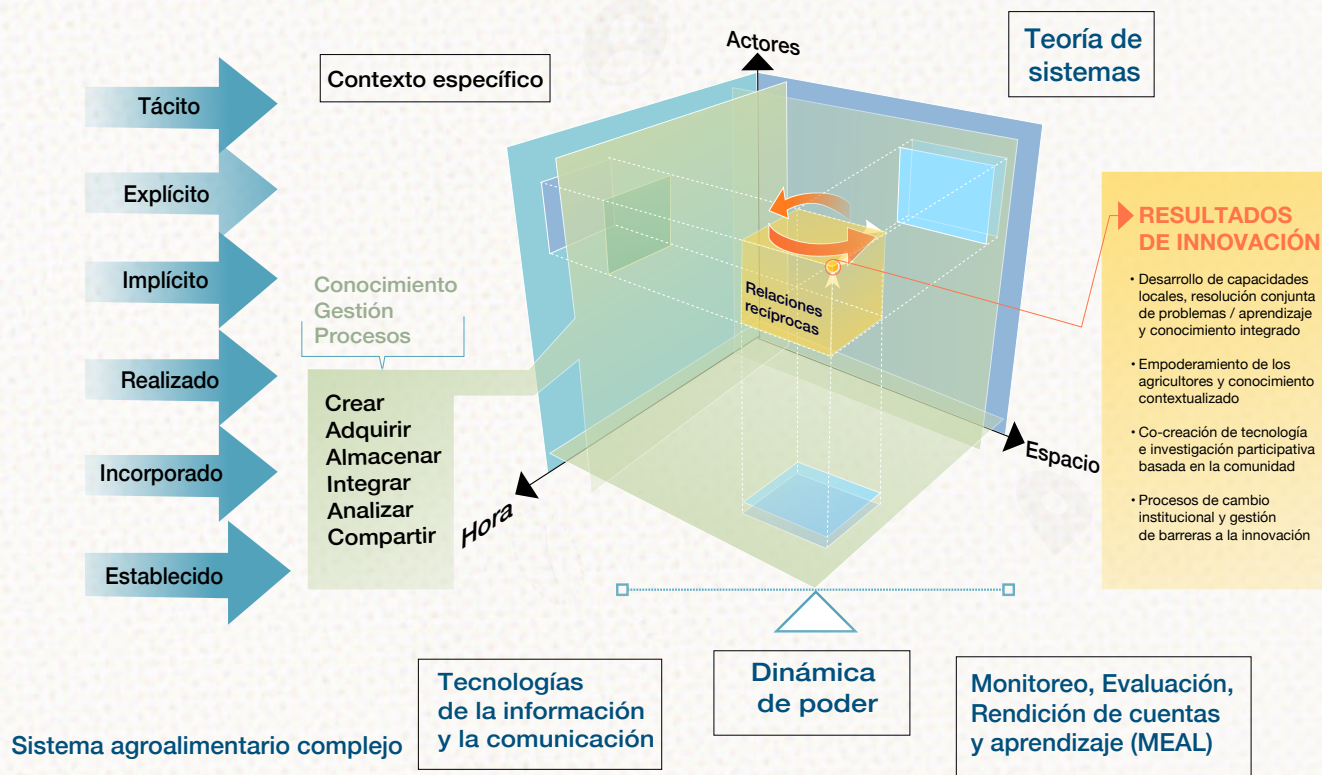
La ONU enfatiza que la creatividad y la innovación pueden solucionar algunos

de los problemas más apremiantes, como la erradicación de la pobreza y del hambre. ¿Cómo promover entonces la innovación en el medio rural y específicamente en la agricultura?, ¿por qué, a pesar de su idoneidad agronómica, algunas prácticas innovadoras son ampliamente adoptadas en algunas zonas y en otras no?, ¿cómo compartir los aprendizajes que conducen a la innovación de manera más efectiva y evitar “reinventar la rueda”?

Comunicación cara a cara, servicios de extensionismo rural, uso de medios de comunicación masiva, redes sociales, correo electrónico, telefonía, páginas web, creación de redes formales e informales, entre otras, han sido algunas de las estrategias de gestión del conocimiento agrícola que se han implementado en diversas partes del mundo en distintos momentos; sin

embargo, sus marcos de referencia son muy específicos para sus respectivos contextos, por lo cual no necesariamente abarcan interacciones entre las partes interesadas, ni explican qué resultados o procesos de innovación ocurren en la generación y transferencia de conocimiento.

Ante la complejidad de los sistemas agroalimentarios y la necesidad de fomentar la innovación, un grupo de investigadores del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha propuesto un nuevo marco de Gestión del conocimiento para fomentar la innovación dentro de los sistemas agroalimentarios. Se trata del Sistema de Gestión del Conocimiento Agrícola para la Innovación (AKM4I, por sus siglas en inglés).



“Actualmente el conocimiento es un recurso que nos permite interpretar el entorno y nos da la posibilidad de actuar. La gestión del conocimiento consiste en mejorar la forma en que se usa ese recurso creando las condiciones necesarias para que el conocimiento circule mejor, aunque, lo que gestionamos en realidad no es el conocimiento en sí mismo, sino las condiciones, el entorno y todo lo que hace posible y fomenta la creación y la transmisión de conocimiento”, refieren los investigadores del CIMMYT.

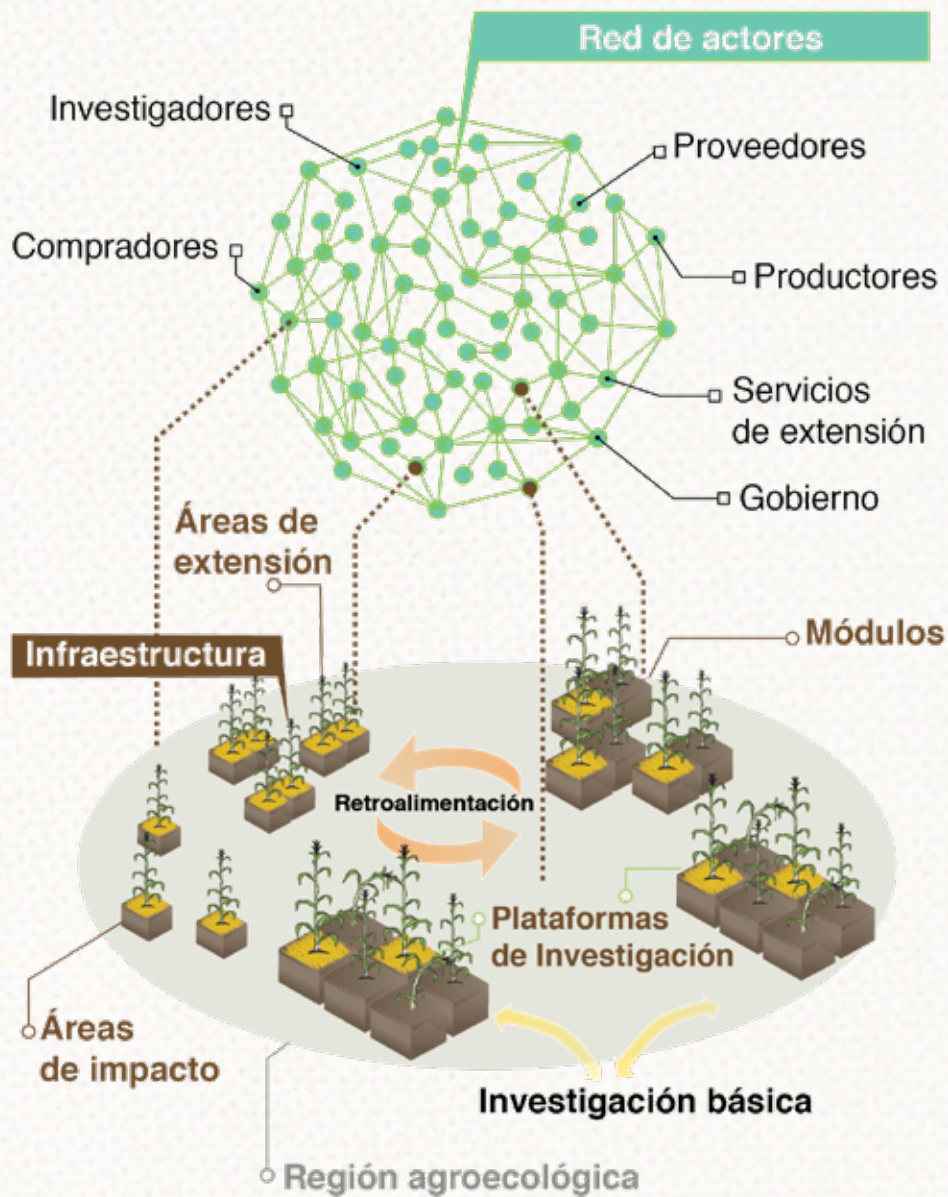
“En lugar de un intercambio lineal de arriba hacia abajo entre investigadores y agricultores, los sistemas

agroalimentarios requieren la transferencia de conocimientos entre todos los actores para garantizar la equidad y democratización de los procesos de conocimiento”, menciona el estudio publicado a través del cual los investigadores del CIMMYT dan a conocer el marco AKM4I.

El estudio presenta al modelo de Hub —o nodo de innovación— del CIMMYT como un ejemplo para aplicar (y explicar) los principios y procesos del marco AKM4I: los hubs cuentan con una infraestructura física —plataformas de investigación, módulos, áreas de extensión e impacto— que se utiliza para la creación de redes y para el

intercambio y la creación conjunta de conocimientos. Mapear estas redes, por ejemplo, permite ser entre nueve y 11 veces más efectivos a la hora de fomentar la adopción de innovaciones.

“La intención del marco es evitar vías lineales, reduccionistas o de arriba hacia abajo hacia la innovación. Por eso aborda las interacciones que la favorecen; tiene como objetivo facilitar la generación de conocimientos y la gestión de la innovación de una forma más equitativa”, enfatizan los autores del estudio, el cual puede ser consultado en: *Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework.* *





Calidad, productividad y rentabilidad con semillas certificadas

■ Por: Divulgación – CIMMYT.

Las semillas certificadas garantizan calidad, productividad y rentabilidad en las cosechas además de generar múltiples beneficios para los productores, por ello es importante evitar la compra de semillas piratas y adquirir productos con distribuidores confiables, verificar la etiqueta de certificación del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), revisar los envases y solicitar factura de la compra, estos sencillos pasos evitarán riesgos como bajo rendimiento en los cultivos, disminución en la cantidad de cosecha, mala calidad del producto, generación de plagas y contaminación del suelo.

Existen diferentes tipos de semillas que se consideran piratas, como las que tienen marcas, etiquetas y empaques falsos; los empaques originales de semillas que rellenan con granos; las que reproducen sin tener la autorización de los dueños de la variedad y las robadas, que se comercializan en envases originales.

Para verificar que son semillas certificadas, se debe revisar que la etiqueta del SNICS, cuente con la siguiente información: Género y especie vegetal; denominación de la variedad vegetal; identificación de la categoría de semilla;

porcentaje de germinación; tratamiento químico que se le haya aplicado a la semilla; nombre o razón social del producto o responsable de la semilla, su domicilio y número de lote.

Es importante corroborar, que el sello del empaque no presente alteraciones o esté dañado y que la etiqueta de certificación tenga las características básicas que indican su autenticidad, tales como información técnica y comercial de la semilla, el escudo nacional, marca de agua, y marca registrada del SNICS, la leyenda que indica la categoría del producto y la que señala la garantía, los símbolos y palabras de advertencia, el año de emisión (serie) y número de folio.

En el caso de las empresas semilleras es necesario contar con el registro de obtentor ya que con esto se protegen sus derechos y se pueden aprovechar y explotar de forma exclusiva y de manera temporal las variedades y el material de propagación para su producción, reproducción, distribución o venta. Al contar con este registro, las empresas semilleras protegen sus inversiones en desarrollo de híbridos.

¡Recuerde que sembrar con semillas de calidad y certificadas, su cosecha está garantizada! ♦



Fortalecen prácticas agrícolas para transformar los sistemas agroalimentarios globales con base en Cultivos para México

■ Por: Francisco Alarcón González. Divulgación – CIMMYT.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) proponen un nuevo enfoque para superar las limitaciones de los sistemas agroalimentarios que degradan el medioambiente, contribuyen significativamente al cambio climático y producen dietas poco saludables para una población creciente.

A través del modelo de redes de investigación colaborativa para la innovación agrícola de MasAgro y Cultivos para México —iniciativas impulsadas por la Secretaría de Agricultura con el soporte científico del CIMMYT y la colaboración de diversas organizaciones—, se han obtenido resultados que coadyuvan a generar consensos entre los sectores público, privado, social y académico, claves para mejorar los sistemas agroalimentarios y lograr dietas sanas.

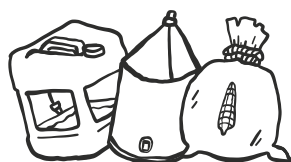
En este marco, para lograr la transformación de los sistemas agroalimentarios se propone la metodología denominada Iniciativa de Sistemas Agroalimentarios Integrados (IASI, por sus siglas en inglés), desarrollada, adaptada y mejorada con base en la experiencia de México y, posteriormente, adoptada en

Colombia con la participación de la Alianza de *Bioversity Internacional*-Centro Internacional de Agricultura Tropical (BIOVERSITY-CIAT).

De acuerdo con el artículo científico donde se presenta La Guía para Trasformar los Sistemas Agroalimentarios, elaborado por investigadores del CIMMYT y de BIOVERSITY-CIAT, se indica que la metodología IASI está diseñada para generar estrategias, acciones y objetivos cuantitativos alineados con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que pueden atraer el respaldo de políticas públicas e inversiones privadas.

Además, permite aprovechar “ventanas de oportunidad” o coyunturas favorables para superar obstáculos operativos y lograr acuerdos entre múltiples actores y así promover la salud, la nutrición y la seguridad alimentaria.

“El enfoque de desarrollo integrado de los sistemas de producción agroalimentarios en México que promueven Agricultura y el CIMMYT, sentó las bases para desarrollar la metodología IASI que ahora se aplica con éxito en Colombia para promover la equidad, rentabilidad, resiliencia y sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios locales”, señaló Bram



Govaerts, Chief Operating Officer y Director General Adjunto de Investigación y Desarrollo Estratégico del CIMMYT.

“Ante el reto, si los sistemas agroalimentarios pueden producir dietas sanas para una población global creciente y al mismo tiempo desacelerar el cambio climático, este enfoque ofrece la posibilidad de transformar los sistemas agroalimentarios mediante el diseño y ejecución de programas de manejo sostenible de recursos, salud, nutrición y seguridad alimentaria”, aseguró Govaerts.

Para el escalamiento de prácticas y tecnologías innovadoras y sostenibles como las de MasAgro y Cultivos para México, la metodología IASI contempla los siguientes pasos:

1. A partir de modelos, proyecciones y el análisis de las condiciones socioeconómicas y políticas del sector, diversos expertos examinan el estado actual de los sistemas agroalimentarios y el escenario de “seguir como hasta ahora”.
2. Con base en la evaluación de las implicaciones para el contexto nacional, diversos actores de las cadenas de valor determinan un escenario futuro preferible y definen motores de cambio para lograr el escenario deseado.
3. Se definen y aplican criterios a la evaluación de las aportaciones de actores y expertos para validar los motores de cambio e identificar las estrategias y

acciones conducentes al escenario deseado que, posteriormente, revisan y priorizan las autoridades y funcionarios correspondientes.

4. Los diferentes actores y participantes de las cadenas de valor agroalimentarias acuerdan objetivos medibles y tangibles, así como acciones calendarizadas para encaminarse hacia el escenario futuro deseado.
5. Los distintos actores se comprometen con la ejecución de un plan en el que también participan públicos de interés y otros colaboradores.
6. La participación de los diferentes actores se monitorea mediante medios apropiados donde se registran las acciones y el progreso de los objetivos, permitiendo coordinar las aportaciones al plan y corregir su curso si fuera necesario.

A través de esta propuesta, México contribuye al desarrollo de los sistemas agroalimentarios del mundo al aportar una metodología que puede ser calibrada y aplicada a los más diversos contextos para escalar prácticas agrícolas innovadoras y atraer inversiones públicas y privadas.

Además, la metodología permite además aprovechar los proyectos de investigación actuales y emergentes y construir una red para diseñar y ejecutar en conjunto proyectos integrados de desarrollo agrícola con la participación de múltiples actores. ✿



Abonando por la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Este contenido se vincula con los siguientes ODS

1 FIN DE LA POBREZA	2 HAMBRE CERO	3 SALUD Y BIENESTAR	13 ACCIÓN POR EL CLIMA
------------------------	------------------	------------------------	---------------------------



La Agricultura Sustentable, clave para la resiliencia del sector agroalimentario

■ Por: Divulgación — CIMMYT.

La degradación de los ecosistemas es un problema que afecta a toda la humanidad. La actividad agrícola tiene un impacto importante en la degradación del medio ambiente, por eso es fundamental su transición hacia una Agricultura Sustentable.

El Día Mundial del Medio ambiente (5 de junio) conmemorado desde 1972, es un llamado a las naciones para implementar acciones que protejan y mejoren el entorno natural, además de desarrollar el sentido de la responsabilidad medioambiental en individuos, empresas y colectividades. Este año, el tema se centra en la restauración de los ecosistemas, incluyendo ciudades y tierras de cultivo.

¿Por qué es importante restaurar las tierras donde se producen los alimentos? En primer lugar, porque el 52% de los suelos agrícolas del mundo están moderada o severamente degradados. Esto afecta directamente a 74% de la población en situación de

pobreza. En segundo lugar, porque las prácticas agrícolas convencionales contribuyen a la degradación de otros ecosistemas.

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, en sus siglas en inglés), el sector primario (agricultura, ganadería y otros usos de la tierra) es responsable del 23% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Además, la agricultura ocupa el 70% del agua extraída a nivel global —en México esta cifra es de 76%. Así, buscar y difundir mejores prácticas agrícolas que permitan restaurar y conservar suelos, agua y aire, es fundamental.

A través del proyecto de Sustentabilidad Agrícola y Abastecimiento Responsable, Plan Maíz, Nestlé promueve prácticas de Agricultura Sustentable en Guanajuato desde 2018. El proyecto cuenta con el soporte científico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y durante el ciclo primavera-verano 2020 promovió la adopción de mejores prácticas agrícolas en una superficie cercana a las 4,400 hectáreas.

Se trata de las parcelas de 203 agricultores (casi el doble que en 2019) de los municipios de Pénjamo e Irapuato en Guanajuato. Estas parcelas representan sitios donde se promueven y adoptan prácticas sustentables, pero también donde se desarrollan capacidades de técnicos y productores mediante eventos de entrenamiento.

Entre las prácticas agronómicas promovidas por el proyecto se encuentra el monitoreo de fechas de siembra adecuadas, la alternancia de maíz con cultivos adecuados, la labranza mínima, el mínimo movimiento del suelo, la incorporación de los residuos del cultivo anterior (rastros) para conservar humedad y evitar la erosión del suelo, la aplicación de estrategias de fertilización integral para darle a la planta las cantidades de nutrientes que requiere, la tecnificación del riego, el control de plagas y enfermedades con base en microorganismos benéficos y enfoques agroecológicos, la utilización de dosis óptimas y aplicaciones adecuadas para el control químico, así como la incorporación de estrategias para el manejo de la biodiversidad a nivel parcela, como las barreras vivas y los hospederos de insectos benéficos.

Estas prácticas se promueven en colaboración con actores locales en Guanajuato, como técnicos de campo, y el reto es que un número mayor de productores las adopten como

estrategia para minimizar los riesgos derivados del cambio climático. Además de promover su adopción, el proyecto mide los impactos que estas prácticas tienen en los recursos naturales, como el aire, el agua y el suelo.

Las prácticas sustentables pueden también ayudar a mejorar la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción de maíz en El Bajío. Durante 2020, los productores de Plan Maíz alcanzaron en promedio un rendimiento de 12.3 toneladas por hectárea (t/ha). Esto representa un rendimiento 20% superior comparado con el valor promedio para productores de la región. Sin duda, esto ayuda a que los productores tengan mejores niveles de rentabilidad.

El modelo de Agricultura Sustentable promovido por Plan Maíz y Nestlé ayuda a generar información para que un mayor número de productores perciba que el valor de las prácticas sustentables también se relaciona con una mejor productividad. Si además existe una compra asegurada, los productores pueden tomar decisiones en un entorno de mayor certeza y contribuir a la restauración de los recursos naturales. De esta manera, se aporta también a objetivos más amplios orientados a que los sistemas agroalimentarios sean más sustentables y resilientes para que el sector que alimenta al mundo sea el mismo que lo restaure.

NESTLÉ Y EL CIMMYT FOMENTAN EL CULTIVO Y CONSUMO DE MAÍZ AZUL

Ante el enorme potencial del maíz azul para la nutrición y la salud, Nestlé promueve el cultivo sustentable de este grano en siete municipios de Guanajuato donde se localizan comunidades en situación de marginación. Junto con el Centro Internacional

de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) —que brinda soporte científico al Plan Maíz, proyecto a través del cual se impulsan estas acciones—, se busca que en estas comunidades se siembren distintas variedades de maíz azul con potencial productivo y nutricional para que los productores evalúen sus beneficios.

Al fomentar la producción de variedades de maíz altamente nutritivas y con propiedades benéficas para la salud —además de maíz azul, también se evalúa maíz amarillo alto en provitamina A— se busca contribuir a que las comunidades que más lo necesitan tengan opciones para ser resilientes, además de promover la gastronomía tradicional como expresión de la biodiversidad y multiculturalidad del país.

El maíz azul que promueven Nestlé y el CIMMYT son un ejemplo de cómo a través de la transformación de las dietas se pueden transformar también los sistemas agroalimentarios, haciéndolos más incluyentes y sustentables para contribuir a la conservación de la biodiversidad, el medioambiente y las tradiciones gastronómicas. ✿



Promoviendo la Agricultura Sustentable



Expectativas agroalimentarias 2021

■ Por: Gabriela Morales Barrientos. Divulgación – CIMMYT.

A pesar de la emergencia sanitaria por COVID-19, México se ha consolidado como el tercer productor agropecuario de América Latina y el décimo segundo a nivel mundial, al registrar una producción agrícola, pecuaria y pesquera de 289.3 millones de toneladas en 2020, y se estima que al finalizar 2021 se llegue a las 290.7 toneladas con un crecimiento del 0.5%.

Durante la presentación del documento sobre las Expectativas Agroalimentarias 2021, elaborado por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP),

el Secretario de Agricultura y de Desarrollo Rural, Víctor Villalobos, aseguró que el sector agroalimentario mexicano superó las expectativas sobre su desempeño en el 2020, y este año continuará jugando un papel sobresaliente como garante de la seguridad alimentaria y puntal en la recuperación económica del país.

Para el rubro agrícola se espera una producción de 264.7 millones de toneladas para el cierre de este año, 0.3% superior a los 263.9 millones de toneladas de 2020. Para el rubro pecuario se prevé un crecimiento de 2.2%, al pasar de 23.6 a 24.1 millones de

toneladas de 2020 a 2021, mientras que para la pesca se pronosticó un alza de 5.3%, con una producción de un millón 904 mil toneladas, por arriba de un millón 809 mil toneladas del año pasado.

Otro indicador de la fortaleza del sector, es el superávit registrado en la balanza de bienes agrícolas en 2020, el cual fue de cinco mil 820 millones de dólares, toda vez que las exportaciones fueron 53.7% mayores a las importaciones.

El director de Análisis Estratégico del SIAP, Gustavo Tenorio Sandoval, sostuvo que los resultados derivan de los recursos naturales disponibles en el país que permiten producir una amplia variedad de productos agrícolas, pecuarios y pesqueros, cuya oferta posibilita exportar a 192 países, cifra record registrada el año pasado. Con los datos del informe y las mediciones realizadas, se muestra que México destaca en los primeros 10 lugares a nivel mundial en la producción de 148 alimentos agrícolas, pecuarios y pesqueros, y aún tiene un potencial para incrementar la producción en el campo, donde trabajan alrededor de siete millones de personas, en 208 mil unidades de transformación de insumos primarios.

De acuerdo con el documento, para el año agrícola 2021 se prevé en México un crecimiento de 2.6% en la producción de maíz grano, con un volumen estimado de 28 millones 427 mil 436 toneladas. Esta producción incluye tanto el maíz amarillo como el maíz blanco. En el año agrícola 2020, la

producción de maíz grano fue de 27 millones 707 mil 775 toneladas, lo que significó un aumento de 1.8% en comparación con las 27 millones 228 mil 242 toneladas de 2019.

En el caso del maíz blanco, el SIAP prevé un crecimiento de 0.5% para el año agrícola 2021, con una producción estimada de 24 millones 747 mil 585 toneladas. En el caso del maíz amarillo, el organismo estimó un incremento del 11.7% con una producción esperada de tres millones 352 mil 155 toneladas, para el ciclo agrícola 2021.

Durante la presentación del documento, Bram Govaerts, *Chief Operating Officer* y Director Global de Desarrollo Estratégico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), destacó las iniciativas que permiten generar estrategias de planificación integral e implementación de programas que apoyan la soberanía alimentaria y salvaguardan la herencia cultural del campo.

“Hoy, una vez más, México se está volviendo un punto de referencia para otros países que están tomando muy en cuenta metodologías, conceptos, innovaciones y aprendizajes, para implementarlas en sus campos”. Esto se ha logrado, dijo, gracias al apoyo, respaldo y trabajo en equipo con importantes empresas del sector agroalimentario en estados como Sonora, Sinaloa, Guanajuato, Jalisco e Hidalgo, con quienes se consolidan proyectos de Abastecimiento Responsable que han aumentado la rentabilidad en un 40% y disminuido el consumo de combustibles en un 54% y de agua en 50%.

México registró una producción agrícola, pecuaria y pesquera de 289.3 millones de toneladas en 2020 y se prevé llegar a las 290.7 al finalizar 2021.

La secretaria de Economía, Tatiana Clouthier, aseguró que la pandemia nos ha hecho conscientes de que requerimos cambiar nuestra manera de comer, en términos de buscar productos más saludables. Agregó que la exportación ha sido uno de los grandes pilares para poder llevar buenos números de crecimiento a nuestra economía, y en este sentido, los litorales que tenemos en el país nos representan grandes oportunidades. “Agradezco el esfuerzo que se hace de cooperación, pero, sobre todo, tenemos que congratularnos y felicitar de una manera muy especial a los hombres y las mujeres que se la juegan en el campo; a los hombres y las mujeres que se la juegan en las lanchas, cuando salen todas las mañanas a traer alimento para todos y todas”, aseveró.

La representante de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Lina Pohl Alfaro, recalcó que en México las políticas públicas junto con el esfuerzo de los productores, han logrado un impacto positivo en el desarrollo de la agricultura en el país y

su contribución en la recuperación económica. “En esta contingencia sanitaria, la agricultura en México ha demostrado su resiliencia y su contribución a la recuperación económica, con un crecimiento de casi 2% y un seguro aumento para los próximos años, así como una visión clara para reactivar la actividad productiva en el sureste del país, aseguró.

Refirió que el paquete de programas que se ha destinado al campo contribuye al desarrollo del sector y a la transformación de los sistemas alimentarios, lo que representa una recuperación con transformación para hacer un México distinto, con políticas públicas responsables. ♦

En el reporte de Expectativas Agroalimentarias 2021, elaborado por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) puede ser consultado en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633847/Expectativas_2021_04_29_compressed.pdf



Se estima que el rubro agrícola alcance una producción de 264.7 millones de toneladas al cierre de este año, 0.3% superior a las 263.9 millones de toneladas de 2020.



1

MÉXICO GENERA SOLUCIONES PARA EL MUNDO CON CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE PUNTA

■ Por: Gabriela Morales Barrientos, con información de Zhengyu Wen, Akshaya Biswal, Kevin Pixley, y Kanwarpal Dhugga – Programa de Recursos Genéticos del CIMMYT.

Instalado en la estación experimental del Batán del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Laboratorio de Bioseguridad Carlos Slim Helú cuenta con la más alta tecnología y la infraestructura necesaria para desarrollar investigación de primer nivel que contribuya a resolver los grandes desafíos que enfrenta el sector agroalimentario. Uno de estos desafíos

es duplicar la producción de alimentos para una población creciente que, de acuerdo con los pronósticos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), superará los 9 mil millones de personas en 2050. Además de atender los impactos del cambio climático, lo que hace aún más desafiante cumplir con los objetivos planteados y acelerar los procesos para lograr resultados óptimos.

1

Cada embrión somático tiene el potencial de convertirse en una planta de maíz editada genéticamente.

Una tecnología prometedora para la producción mundial de alimentos es la edición de genes para la mejora acelerada de plantas de cultivo. Esta tecnología de última generación realizada en el moderno Laboratorio de Bioseguridad Carlos Slim Helú, ha permitido acortar el tiempo de mejoramiento de cultivos en maíz y trigo, “para producir una nueva variedad, el mejoramiento convencional toma alrededor de 10 años con selecciones repetidas y múltiples ciclos de cruzamiento, pero con la edición de genes, todo el ciclo de desarrollo del producto puede ser tan rápido como de 2 a 3 años, especialmente cuando se incorporan rasgos con elementos genéticos simples” comenta Zhengyu (Allen) Wen, científico principal

del equipo de edición genética de maíz en el Programa de Recursos Genéticos del CIMMYT.

CRISPR-Método de edición genética, fue descubierto por las científicas Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna, galardonadas con el Premio Nobel de Química de 2020 por el desarrollo de un método para modificar el genoma. Esta tecnología permite a los científicos una edición precisa de genes de determinados organismos y abre un enorme abanico de posibilidades en el desarrollo de cultivos de plantas con características de especial interés y de cara al desarrollo de nuevos cultivos agrícolas como plantas resistentes a enfermedades, a escasez de agua, a suelos salinos, y a otros posibles factores adversos.



foto CIMMYT

EL LABORATORIO DE BIOSEGURIDAD CARLOS SLIM HELÚ, CUENTA CON TECNOLOGÍA DE PUNTA PARA DESARROLLAR INVESTIGACIÓN DE PRIMER NIVEL, QUE CONTRIBUYA A RESOLVER LOS GRANDES DESAFÍOS QUE ENFRENTA EL SECTOR AGROALIMENTARIO.

La edición del genoma mediada por CRISPR (secuencias repetitivas presentes en el ADN de las bacterias que funcionan como autovacunas) ha revolucionado la capacidad de estudiar la función de los genes y alterarla para mejorar la tolerancia al estrés biótico y abiótico, aumentar el potencial de rendimiento de las plantas de cultivo o incluso para mejorar la calidad de los granos.

INVESTIGACIONES EN CURSO

De acuerdo con Kevin Pixley, director del Programa de Recursos Genéticos del CIMMYT, la tecnología de edición genómica nos permite realizar mejoramientos a los cultivos en sus características de calidad nutricional, resistencia a enfermedades, tolerancia a estreses como la sequía, y también reducir el impacto ambiental de la agricultura “estamos trabajando actualmente en el CIMMYT en características de maíz y trigo de resistencia a enfermedades que son importantes a nivel global, pero nos gustaría ampliar esos trabajos para también considerar muchas otras características de importancia para la agricultura, para el maíz y para el trigo”.

La edición de genes se orienta directamente a variedades comerciales; entre las ventajas existentes de la Tecnología de Edición Genómica se encuentran: acelerar los tiempos de mejoramiento de las variedades de un tercio a un cuarto del tiempo utilizado con procedimientos convencionales y la variedad mejorada es libre de genes no deseados.

Actualmente, en el Laboratorio de Bioseguridad Carlos Slim Helú, se trabaja en dos proyectos principales de edición genómica, enfocados en la Necrosis Letal del Maíz o MLN, y la Roya del Trigo. El primer caso se trata de una enfermedad viral que reduce la producción de maíz en más de un 25% en los países de África Oriental, en donde la mayoría de las variedades del grano son susceptibles a MLN. En colaboración con *Corteva Agriscience*, investigadores de Kenia han encontrado una fuente resistente y eficaz que ha dado resultados positivos: “todo este trabajo preliminar nos ha brindado una oportunidad de oro, en solo un año hemos incorporado la resistencia a MLN en variedades de maíz

de élite con excelente desempeño; espero que en un futuro próximo, nuestro maíz editado genéticamente pueda cultivarse en los condados del este de África y proteger sus cultivos de la enfermedad MLN, deseo que nuestro maíz pueda servir como un excelente embajador de esta prometedora tecnología de edición genética, especialmente en los países en desarrollo” comenta Zhengyu (Allen) Wen.

Actualmente las plagas y patógenos de los cultivos representan una amenaza para la productividad en todo el mundo. Se estima que aproximadamente el 18% del rendimiento mundial del trigo se pierde debido a varios patógenos, mismos que producen metabolitos secundarios que hacen que los granos de trigo infectados sean tóxicos para el consumo humano o de ganado, de ahí la importancia del trabajo que realiza el CIMMYT al utilizar la tecnología de edición de genes mediada por CRISPR para desarrollar cultivares resistentes a algunas de las enfermedades del trigo de importancia económica como: roya del trigo, moho polvoriento, añublo y tizón de la cabeza por *Fusarium* (FHB).

De acuerdo con Akshaya Biswal, científico especializado en transformación de plantas y cultivo de tejidos, y miembro del Programa de Recursos Genéticos del CIMMYT, la pérdida de rendimiento anual global debido a la Roya del Trigo, oscila entre 4 y 5 mil millones de dólares, de ahí la importancia y prioridad de desarrollar líneas de trigo resistentes a esta enfermedad “todas las variedades comerciales de trigo tienen un factor / gen de susceptibilidad llamado *Roya 67* o (*Lr67*) que ayuda al hongo a crecer en los tejidos del trigo. Sin embargo, se ha descubierto un alelo mutante de *Lr67* en una línea exótica que proporciona una resistencia duradera contra las tres royas del trigo y el mildiú polvoriento en plantas adultas. Hemos eliminado con éxito el alelo de creación de susceptibilidad de *Lr67* en la línea de trigo hexaploide *Fielder* para que sea resistente a la roya. Actualmente, estamos editando directamente este gen en otras dos variedades comerciales”.

En el Laboratorio de Bioseguridad Carlos Slim Helú, se trabaja además en un proyecto adicional

de alta importancia centrado en la resistencia ya editada contra el Moho polvoriento del trigo (WPM), enfermedad fúngica de las hojas de trigo que reduce el rendimiento y la calidad del grano. Esta enfermedad se puede observar en los campos de trigo del oeste de Australia, algunas partes de India y Estados Unidos, y otras áreas con alta humedad y temperaturas frescas. Recientemente, los investigadores editaron las tres copias del gen MLO que causan susceptibilidad en la variedad de trigo "Fielder", y están editando todas las copias de este gen en otras dos variedades comerciales que se podrían entregar fácilmente a los agricultores.

Con la tecnología de edición genómica se trabaja además en la biofortificación y calidad del trigo, aumentando la disponibilidad de hierro y zinc, reduciendo el contenido de ácido fítico y aumentando la calidad de panificación al inactivar la enzima del grano que cambia el color de la harina. Todos estos logros han sido posibles gracias al trabajo realizado por investigadores que aprovechan instalaciones de clase mundial, un sistema de gestión con altos estándares de calidad y tecnología avanzada de edición genética para cumplir con la misión del CIMMYT: Ciencia aplicada al maíz y al trigo para mejorar los medios de vida de las personas.

3

Científicos y colaboradores que hacen posible la investigación en el laboratorio de bioseguridad y cuyo trabajo no se ha detenido aún con la pandemia por COVID-19.

3



© Zhengyu (Allen) Wen

INFRAESTRUCTURA DE PRIMER NIVEL

Con una superficie combinada total de 400 metros cuadrados, el invernadero de Bioseguridad consta de cinco celdas o laboratorios, cada una de ellas aislada y con control independiente de la temperatura, intensidad luminosa y humedad, condiciones que son monitoreadas y ajustadas automáticamente por una computadora central. Construido de acuerdo con los estándares de bioseguridad europeos, la principal característica del invernadero de Bioseguridad es el diseño de circulación de aire de presión negativa, lo que significa que el aire solamente puede circular del exterior hacia el interior del invernadero; cuenta además con un sistema de filtros que evitan la salida de partículas pequeñas como polen e insectos: “Con estos diseños de bioseguridad, se evalúan de forma segura patógenos y enfermedades de trigo o maíz dentro del invernadero sin que estos puedan esparcirse al medio ambiente” comenta Mario Pacheco, Gerente del Laboratorio de biotecnología del Programa de Recursos Genéticos del CIMMYT.

Certificado por la organización *Excellence Through Stewardship* (Excelencia mediante la custodia), el Laboratorio de Bioseguridad

Carlos Slim Helú, implementa un sistema de gestión de calidad con altos estándares, así como los mejores procedimientos, protocolos y registros. Un ejemplo claro, es la trazabilidad en los procesos, las semillas en el laboratorio cuentan con un código de barras que puede ser escaneado, obteniendo información sobre la fecha en la que la semilla fue plantada, cuándo y con qué frecuencia se realizaron las fertilizaciones, cuándo fue polinizada y la fecha de cosecha.

En este complejo científico, existen además espacios destinados a la experimentación y construcción del conocimiento como son el laboratorio de cultivo de tejidos; el de bioquímica y biología molecular y el laboratorio de preparación de tejidos, todos ellos espacios equipados con alta tecnología. Cada uno de los procesos realizados están debidamente supervisados por especialistas y un equipo altamente calificado que cumple con los protocolos necesarios para lograr resultados óptimos. ✪

Referencias

The Conversation (2020). Charpentier y Doudna ganan el Premio nobel de Química por sus tijeras genéticas. <https://theconversation.com/charpentier-y-doudna-ganan-el-premio-nobel-de-quimica-por-sus-tijeras-geneticas-147711>

4



✪ Zhengyu (Allen) Wen

3

Mazorca de maíz fluorescente bajo la tecnología de edición genómica. Las semillas no fluorescentes son semillas editadas con genes libres de ADN extraño que pueden crecer directamente en el campo en algunos condados líderes en el mundo como EE.UU., Canadá y Australia.



Leguminosa en parcela del Ejido Miguel Colorado-Chamotón, Campeche.

Del monocultivo a la diversificación de oportunidades

■ Por: Divulgación – CIMMYT.

La degradación del medioambiente, el cambio climático, la urbanización, la expansión de los monocultivos, entre otros factores, han transformado las dietas y los estilos de vida, afianzando antiguas desigualdades socioeconómicas y haciendo emerger nuevas desigualdades como las nutricionales. Y es que, en muchas comunidades, la disponibilidad cada vez menor de alimentos locales o variados tiene consecuencias directas en la salud y en la economía de las familias.

Hoy existe un amplio consenso en que la biodiversidad es crucial tanto para la seguridad alimentaria como para la seguridad nutricional del ser humano y también es un importante motor del desarrollo social y económico. No obstante, surge la pregunta: ¿cómo hacer que la protección e incremento de la biodiversidad mejore las condiciones de vida de las poblaciones que dependen más directamente de los recursos naturales?

Una respuesta es la diversificación de cultivos, un conjunto de prácticas orientadas a restaurar los ecosistemas de las tierras de cultivo. Aunque amplia, la idea en realidad es simple: cuando se logra tener diferentes tipos de plantas, las tierras de cultivo son más saludables y productivas; además, puede contribuir a hacer

frente a desafíos como el crecimiento demográfico, el cambio climático y la inseguridad alimentaria y nutricional.

“En esta hectárea sembramos maíz y es la primera vez que estamos trabajando este chícharo. Donde lo hemos sembrado hemos visto que es de beneficio para la tierra. Vemos que sí da buen resultado para que la tierra no se ponga lóbrega. También estamos sembrando otras semillas que nos han dado los ingenieros y hemos visto el cambio. Nos han dado capacitaciones y ahorita estamos sembrando el girasol, este frijol que aquí casi no se sembraba. También sembramos *X'pelon* blanco, *X'pelon* negro, el “*Nacajuca*”; todo lo que nos han dado lo hemos sembrado y aprovechado”, comenta don Rogelio Naal Góngora, productor en Chamotón, Campeche.

Don Rogelio es uno de los más de 16 mil productores atendidos a través del proyecto Fortalecimiento del Acceso a Mercado para Pequeños Productores de Maíz y Leguminosas en Oaxaca, Chiapas y Campeche que impulsan impulsan *Walmart Foundation* y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y que en 2021 arrancó con su segunda fase. A través de este proyecto se impulsa la

diversificación de cultivos para incidir positivamente en el mejoramiento de los suelos, el incremento en la producción de las parcelas, la vinculación a mercados y la producción de alimentos sanos, nutritivos y variados.

“Aquí por ejemplo está el maíz y vemos que es un producto bueno para nosotros, para nuestra familia. Se ve clarito que está sano. Para eso nos han capacitado. Invertir en fertilizante, herbicida y más nos hace gastar mucho dinero, pero las opciones que nos han dado los ingenieros de Pronatura —uno de los colaboradores con los que se implementa el proyecto en Campeche— nos da resultados y es un trabajo que no requiere químicos y por eso la familia lo recibe bien”, comenta don Rogelio.

Paralelamente el desarrollo de capacidades es fundamental para el proyecto porque hace llegar los beneficios del conocimiento científico a la sociedad: la capacitación de cerca de 9 mil personas en temas de Agricultura Sustentable (cifra que sigue creciendo), por ejemplo, ha permitido que este proyecto impacte positivamente en más de 35 mil personas.

“Yo antes quemaba mi parcela y le echaba el fertilizante, le echaba líquidos para matar toda la hierba, pero nos hemos dado cuenta de que todo esto afecta a la gente, a nosotros, a nuestras familias, a nuestros hijos. Hemos dejado de hacerlo y se ve clarito la diferencia, véalo, es una mazorca sana, una mazorca que no está dañada y con muchos granos. Mucha gente no cree al principio, pero nosotros con las capacitaciones hemos visto que sí. Varios amigos probaron este año y notaron sí da resultados”, afirma don Rogelio.

Tanto los cultivos como las prácticas que se implementan son previamente evaluadas en plataformas de investigación y módulos de innovación que es la base metodológica del CIMMYT. En Campeche, por ejemplo, se han desarrollado numerosos ensayos en los municipios de Calkiní, Calakmul, Champotón y Campeche. De acuerdo con el doctor Ravi Gopal Singh, científico del CIMMYT y responsable del proyecto, las coberturas, los relevos, los intercalados, los bordes de cultivo y los cortavientos, son ejemplos

de cómo tecnologías orientadas a la reducción de la erosión, el control de malezas y otros propósitos (como la obtención de forraje) pueden incrementar también la biodiversidad y detonar cambios a otros niveles.

“Yo lo he visto porque queda limpio de malezas y las hojas que se desprenden quedan como abono para la tierra. Eso es lo que yo he visto. Las plagas las hemos controlado con los líquidos que hemos preparado con hierbas del campo. En la siembra de mi frijol usé el líquido (que preparé) y lo fumigué, porque la hormiga no lo dejaba, le chupaba la savia. Ocho días después ya estaba floreando parejo. Así que, me dijo mi hijo «papá, en verdad sí resulta esto que estamos haciendo»”, menciona don Rogelio.

“En esta hectárea antes teníamos un solo cultivo, ahorita tenemos cuatro. Y lo que hemos visto es que este frijol y la calabaza tienen mercado. Todos los productos se venden bien, pero yo creo que esos son los que más se venden. Este año he visto que las mazorcas están más llenas de granos —se han registrado rendimientos en maíz hasta 66% superiores que con prácticas convencionales—. El año pasado no conseguí ni pa’ mi fertilizante, en la rastra y todo eso me llevé más de dos mil pesos y ahorita nada más gasté en los jornales, mil pesos, yo veo que sí nos ha servido lo aprendido. Ya no quemamos los residuos de la cosecha y con esto ya no es necesario ir a cortar madera o destruir la montaña porque esta nueva forma nos da para mantener a nuestra familia”.

Testimonios como el del señor Rogelio Naal son un ejemplo de que la conservación e incremento de la biodiversidad son una opción viable para el desarrollo de las comunidades. En este sentido, el proyecto que impulsan *Walmart Foundation* y el CIMMYT, adquiere relevancia pues no se limita a la promoción de la diversificación de cultivos, sino que incluye asesoría y capacitación en temas de asociatividad para facilitar la vinculación a mercados y la capacitación en temas de poscosecha para reducir las pérdidas durante el almacenamiento de granos —con tecnologías herméticas se ha logrado conservar en óptimas condiciones hasta 99.9% de los granos almacenados—. ✿



OBJETIVO S DE DESARROLLO SOSTENIBLE
Este contenido se vincula con los siguientes ODS

1 FIN DE LA POBREZA	8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO	12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES	13 ACCIÓN POR EL CLIMA
----------------------------	--	---	-------------------------------



Los insectos benéficos suman a las alternativas utilizadas para sustituir plaguicidas altamente peligrosos.

Sustitución de plaguicidas altamente peligrosos, un requisito necesario para el Manejo Agroecológico de plagas (MAP) en México

■ Por: Gabriela Morales Barrientos. Divulgación – CIMMYT.

En México existe una dependencia por la Agricultura Convencional, identificada por técnicas erróneas de laboreo, además del uso de insumos externos como fertilizantes sintéticos y la aplicación de diversos tipos de agroquímicos para atender problemas fitosanitarios que han generado impactos indeseables, debilitando la resistencia natural de las plantas a plagas y enfermedades.

Algunos de los impactos cada vez más evidentes y comprobables, son el

desarrollo de especies de plagas resistentes a uno o más de los productos que han sido aplicados, la eliminación de organismos benéficos como parasitoides, depredadores y polinizadores en general, impactos ambientales en suelo, agua y aire principalmente, daños a la salud, además de incrementos en los costos de producción para algunos lugares a niveles ya incosteables.

El doctor Fernando Bahena, investigador del INIFAP y colaborador del CIMMYT, asegura que un problema

adicional que se reconoce actualmente y que ha resultado ser de mayor preocupación, se da porque muchos de los productos que se han aplicado en México, están ubicados dentro de una nueva categoría llamada: Plaguicidas Altamente Peligrosos, que presentan una o más de las características intrínsecas de peligrosidad como: toxicidad aguda alta que causa daños a corto plazo, y toxicidad crónica con efectos a largo plazo en la salud humana, o con efectos ambientales sobre organismos acuáticos y en polinizadores.

El doctor Bahena, comenta que desde hace más de 60 años, se han venido aplicando diversos plaguicidas que han estado permitidos y autorizados por la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y que ahora sabemos están incluidos en esta categoría de Altamente Peligrosos. El Catálogo Oficial de Plaguicidas de 2016, incluye poco más de 180 Ingredientes Activos de este tipo, que se venden en más de tres mil presentaciones comerciales, y que incluye a herbicidas, insecticidas, fungicidas y fumigantes.

En este marco, es importante destacar que uno de los principios del Manejo Agroecológico de Plagas (MAP), sostiene que el uso sostenido de plaguicidas, particularmente aquellos del tipo Altamente Peligrosos es incompatible con la estrategia agroecológica de fomentar el Control Biológico de Plagas, ya sea el que se da en forma natural o aquel que se conoce como aplicado y donde interviene el hombre, debido a la toxicidad que presentan muchos de estos productos. Ante esto, una de las estrategias más importantes de poner en práctica es la sustitución gradual de este tipo de productos.

El proceso de sustitución, requiere en un principio que se pueda contar con un diagnóstico sobre cuál ha sido el uso de plaguicidas en una región, mediante una encuesta representativa donde se conozca por parte de los productores: 1) Cuáles son los plaguicidas más usados en un cultivo; 2) Contra qué plagas se aplican; y 3) Cuántas aplicaciones se hacen de cada producto. La información obtenida de campo se sistematiza, se analiza y se cruza con la información ya disponible de grupos toxicológicos y la de productos Altamente Peligrosos, a fin de poder identificar aquellos productos que deben ser sustituidos de cualquier estrategia de manejo de plagas que se quiera proponer.

El doctor Bahena, asegura que la sustitución de plaguicidas es un proceso gradual que debe de ir implementándose en forma cuidadosa a fin de evitar pérdidas mayores que pudieran causar desánimo entre los agricultores. Algunos criterios simples, pero altamente efectivos que se pueden seguir son considerar que la mejor efectividad de los productos alternativos para hacer una sustitución, deberá ser dirigida o aplicada durante los primeros estados de desarrollo de la plaga que se pretende manejar, es decir los estados de desarrollo más susceptibles o vulnerables en cuanto a su desarrollo o ciclo de vida.

También se considera de suma importancia no aumentar la dosis que ya viene indicada para cada plaguicida, no hacer ni aplicar mezclas de productos, particularmente aquellas donde las mezclas sean con productos de diferente grupo toxicológico, no seguir esquemas o calendarios de aplicación de acuerdo al tiempo de efectividad en campo de un producto, las decisiones siempre tendrán que ser en base a un muestreo de la población de la plaga que justifique el hacer o repetir una aplicación. Para alargar la vida útil de un buen plaguicida, es recomendable no repetir constantemente el uso de un producto, aunque este siga siendo muy efectivo en su resultado en campo (evitar un máximo de tres aplicaciones continuas con un mismo producto).

Para proponer y hacer la sustitución inmediata de Plaguicidas Altamente Peligrosos es posible recurrir a cuatro alternativas, donde se encuentran disponibles productos que pueden funcionar en forma satisfactoria, al lograr

reducir las poblaciones de la plaga y los daños que estas causan a niveles por abajo del daño económico.

1 PRODUCTOS DE EXTRACTOS VEGETALES

Tradicionalmente para el manejo de plagas se han utilizado plantas que pueden tener algún efecto como insecticidas, fungicidas, repelentes, inhibidores, atrayentes y disuasivos. Existen muchas especies, dentro de las que se encuentran el nim (*Azadirachta indica*), chirimoya (*Anona spp*), chile (*Capsicum spp*), eucalipto (*Eucalyptus spp*), tabaco (*Nicotina spp*), higuera (*Ricinus communis*), chicalote (*Argemone spp*), ruda (*Ruta graveolens*), cempazúchil (*Tagetes spp*), u otras especies aromáticas utilizadas en la cocina mexicana, como el ajo (*Allium sativum*), cebolla (*Allium cepa*), clavo (*Syzygium aromaticum*), pimienta (*Piper nigrum*), por citar solamente algunas.

Diversos productos que han sido formulados usando varias de estas plantas en México, ya cuentan con registro ante la COFEPRIS, y se pueden encontrar con la presentación típica de plaguicidas ya estabilizados para ser usados en campo en el momento que se requiera. En cualquier caso, el uso de plantas para manejar plagas también es una opción donde los agricultores pueden preparar en forma artesanal sus propios productos con una calidad suficiente y de probada eficiencia. Los extractos vegetales pueden ser preparados de diferentes maneras, desde tés o infusiones, macedos o licuado de plantas que se deben reposar en disolventes como aceite, vinagre, alcohol etílico o agua.

Utilizar productos de bajo impacto ambiental y reducir gradualmente el número de aplicaciones de plaguicidas por ciclo agrícola, deben ser considerados avances importantes hacia la sostenibilidad y hacia una agricultura más agroecológica.



2 BIORRACIONALES (PRODUCTOS MINERALES, JABONES, ETC.)

Son productos de origen mineral como el Silicio, el Caolín, o de productos preparados a partir de algunos materiales como la cal, el azufre o las cenizas, como podría ser el caldo sulfocalcico o el caldo ceniza. Dentro de esta categoría se incluyen las múltiples formas o presentaciones como jabones, principalmente cuando solamente actúan como coadyuvantes o bien si además se les aprovecha en forma adicional, con la generación de saponinas -compuestos bioactivos de las plantas- que pueden tener efecto en el cuerpo de los insectos.

Todos estos productos generalmente tienen un efecto mecánico sobre los insectos, ya sea provocándoles heridas, deshidrataciones o rompimientos de la cutícula. Del mismo modo el mejor efecto de estos productos se puede observar en los primeros estados de desarrollo de los insectos plaga como los lepidópteros y los de otros grupos taxonómicos.

3 BIOPLAGUICIDAS (BACTERIAS, HONGOS, VIRUS, ETC.)

En este caso el ejemplo más importante al nivel internacional es el uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, la cual ha sido formulada en múltiples presentaciones. Hoy es posible disponer en México de varias marcas comerciales que ya cuentan con registro. Entre las cualidades de esta bacteria usada como insecticida, destaca una alta especificidad hacia larvas de lepidópteros (variedades como la *kurstaki* y *aizawai*), pero también con efecto sobre algunas larvas de coleópteros (variedad *tenebrionis*) y larvas de mosquitos u otros dípteros (como

la variedad *israelensis*); se considera completamente inocua para el hombre y totalmente biodegradable.

Entre los bioplaguicidas se encuentran otros productos que también se formulan, como pueden ser los hongos, particularmente de las especies *Metarhizium anisoplae* y *Beauveria bassiana*. Otros serían *Entomophthora* spp, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Lecanicillium (=Verticillium) lecanii*. La eficiencia de estos productos se ha demostrado ampliamente contra varios grupos de insectos plaga de varios de los Órdenes y Familias más conocidos. Comercialmente se pueden encontrar algunos productos como *Bea-Sin*, *Mycotrol*, *Bio-fung*, *Meta-Sin*, entre otros.

Es posible también encontrar en el mercado productos a base de virus, los cuales son parásitos intracelulares obligados, por lo que requieren hospederos vivos para ser cultivados o bien para que causen infección cuando son aplicados en campo. Dentro de estos, los *Baculoviridae* son el grupo más importante y requieren ser ingeridos por su hospedero para producir infección, incluyen a los Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) y los Virus de la Granulosis (VG). Así mismo, el grupo de los nematodos entomopatógenos tienen un gran potencial y es muy prometedor para ser usado como un método de control biológico contra varias plagas de importancia agrícola.

4 PLAGUICIDAS SINTÉTICOS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

Finalmente, una de las opciones que también están disponibles y que en este proceso de cambio inicial pueden usarse, será un grupo de plaguicidas

sintéticos que por su modo de acción son considerados como de bajo impacto. Al respecto, se pueden encontrar productos muy efectivos contra larvas de lepidópteros, contra trips, pulgones, picudos, chinches y mosquitos blancos y otras plagas más que causan pérdidas año con año en los cultivos.

La presentación, forma de uso y efecto letal sobre los insectos son de forma muy similar a muchos de los otros Plaguicidas Altamente Peligrosos; sin embargo, el efecto sobre la fauna benéfica y el impacto ambiental o sobre la salud de la gente no resulta ser tan agresivo ni peligroso, aunque es importante señalar que no están exentos totalmente de este tipo de riesgos. En general, para México muchos de estos productos se pueden reconocer por mostrar una banda o línea verde en la parte inferior del envase, y van a pertenecer a grupos toxicológicos más modernos como por ejemplo a los grupos Spinosines (Grupo 5), Avermectinas (Grupo 6), Benzoylureas (Grupo 15), Diacylhidrazinas (Grupo 18), Indoxacarb (Grupo 22A) y las Diamidas (Grupo 28), todos ellos con una toxicidad del tipo IV.

El doctor Bahena asegura que las alternativas presentadas, están orientadas a poder implementar el MAP con mayor probabilidad de éxito. La selección de la alternativa a usar dependerá del tipo de plaga y cultivo y en la mayoría de los casos se trata de alternativas complementarias entre ellas. Lograr cambiar el uso de un *Plaguicida Altamente Peligroso*, por otro de bajo impacto, así como reducir gradualmente el número de aplicaciones por ciclo agrícola deben ser considerados como avances muy importantes hacia la sostenibilidad y hacia una agricultura más agroecológica, concluyó. •





Natalia
Palacios



Carolina
Cortés



María Inés
Beltrán

Mujeres sin límite por la agricultura

En esta ocasión tres mujeres líderes en su campo, conversan con EnlACe sobre la vinculación de la ciencia y el desarrollo agroalimentario. Nos comparten sus experiencias y la importancia de abrir espacios, innovar y generar cambios que contribuyen al desarrollo del sector en beneficio de la sociedad.

Natalia Palacios, líder del laboratorio de calidad nutricional del Maíz del CIMMYT, Carolina Cortés, Coordinadora Técnica del Hub Pacífico Norte y María Inés Beltrán, productora agrícola, coinciden en el papel clave que desempeñan las mujeres y la importancia de cerrar la brecha de género en aras del desarrollo.

Revista EnLACE (AC).- ¿Podrían darnos un breve panorama de su experiencia profesional y/o su actividad en campo?

Natalia Palacios (NP).- Soy originaria de Bogotá, Colombia, estudié microbiología en la Universidad de los Andes antes de realizar un doctorado en biología vegetal en la Universidad de *East Anglia* y el Centro *John Innes* en el Reino Unido. Tuve la oportunidad de trabajar como asistente de investigación en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Cali, Colombia y posteriormente me incorporé al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 2005, en donde he trabajado en la biofortificación del maíz, apoyando los esfuerzos para obtener variedades de maíz ricas en provitamina A y Zinc. Actualmente coordino los esfuerzos del CIMMYT para asegurar que los sistemas agroalimentarios basados en maíz en los países de ingresos bajos y medianos sean saludables y nutritivos.

Carolina Cortés (CC).- Soy originaria de Guasave, Sinaloa, lugar rodeado de cultivos como maíz, col, sorgo y hortalizas, de ahí mi afinidad con la agronomía. Egresé de la Universidad Autónoma Chapingo y realicé mi certificación en Agricultura Sustentable en el CIMMYT, donde actualmente me desempeño como coordinadora técnica en el Hub Pacífico Norte. Aquí proporcionamos a productores, técnicos, estudiantes y público general las tecnologías manejadas por el Centro, se da seguimiento a nuevos ensayos y proyectos como el de Trigo Sustentable Bimbo y seguimiento al programa MasAgro – Cultivos para México, además de apoyar a organizaciones como *ExpoCeres* con ensayos en lotes demostrativos.

María Inés Beltrán (MIB).- Soy productora agrícola de Navolato, Sinaloa, me dedico al campo desde 1992. He

tenido la fortuna de participar en el proyecto Apoyo al Abastecimiento Responsable en México —impulsado por la Compañía Kellogg y el CIMMYT. Cuando salí de la primaria nos fuimos a trabajar al campo porque no había para estudiar y como era mujer pues mi papá no quiso que estudiara, pero a los 18 años empecé la secundaria por medio de la educación abierta, después hice una carrera comercial y para cuando salí ya tenía un trabajo; después hice la preparatoria y luego ingresé a la universidad, aunque tuve que dejar la carrera debido al trabajo.

AC.- ¿Cómo visualizan el desempeño de las mujeres en la ciencia y en la investigación agrícola?

NP.- Para mí, el balance de género es fundamental en la ciencia, ya que aporta diversas perspectivas que contribuyen a encontrar mejores soluciones. Todos tenemos el mismo potencial y todos podemos contribuir a resolver problemas en la ciencia. Ya sean mujeres, hombres, personas de diferentes culturas, cada uno tiene su propia perspectiva, única y diferente, y si trabajamos juntos, todos podemos contribuir a crear mejores soluciones. Desafortunadamente, todavía hay discriminación, desde el nivel educativo hasta el nivel profesional, y por tanto todavía existen áreas que son dominadas en gran parte por los hombres. Hay aún muchas ideas preconcebidas que la gente utiliza para generalizar acerca del género. Por ejemplo, la percepción de que las mujeres son menos flexibles y que los hombres son mejores para trabajar en el campo. Lo que tenemos que hacer es ser abiertos, no juzgar y abstenernos de utilizar las mismas metodologías para todo, y nos sorprenderemos de lo equivocado que pueden estar algunos de esos paradigmas. No cerremos las puertas a las personas a causa del género sin antes darles la oportunidad de probar que sí son capaces.

CC.- En los últimos años como mujeres, como profesionistas hemos estado jugando un papel muy importante, me ha tocado observar y admirar a mis compañeras que también están envueltas en la investigación agrícola, que combinan su profesión con su papel de amas de casa, madres, esposas e hijas. Hemos adquirido mayor confianza en un ámbito en el que por muchos años solo estaban involucrados los varones, y es por eso que cuando los productores, los técnicos, se acercan a ti y te preguntan cómo se hace algo o cómo logré que un productor adoptara la Agricultura Sustentable, pues me llena de orgullo y de satisfacción porque se rompe el paradigma de que solamente los varones pueden incursionar a estos temas de agricultura. También nos hemos enfocado más a realizar investigaciones para generar alimentos más nutritivos para el bien de todos.

MIB.- Las personas siempre me han dicho que el campo es una actividad muy pesada, muy dura para una mujer, pero tiene sus satisfactores y, además, las mujeres tenemos que participar si queremos que este país salga adelante. Al principio la gente se reía de mí, me tiraba de a loca, decían que en lugar de comprarme una tierra me comprara un carro, que debería pensar en otras cosas. Si hubiera elegido el carro ahorita no tendría nada, en cambio la parcela me dio para comprarme el carro. Ahorita tengo 15 hectáreas de riego y 10 de temporal y he cultivado muchas más siempre trabajando duro porque la tierra no espera. Empecé rentando un pedazo de tierra y así comencé a sembrar, después me ofrecieron una parcela y la compré con todos mis ahorros, luego ya me compré un tractor y otros equipos, y ya en el año 2000 me dediqué de lleno a esto, renté más parcelas y empecé a aprender y aprender. He ido a cursos, a conferencias de científicos que promueven la Agricultura

Sustentable y he aprendido muchas cosas. También he investigado y he tratado siempre de dejarle la materia orgánica a mis tierras. He cultivado hasta 120 hectáreas de forma sustentable y he participado en el proyecto Apoyo al Abastecimiento Responsable en México que impulsa Kellogg y el CIMMYT, nutrimos el suelo con materia orgánica, bajamos el consumo de fertilizantes nitrogenados, manejamos plagas en los tiempos correctos tratando de no utilizar venenos para producir los alimentos, además desde la siembra tenemos asegurada la comercialización y eso ya es una ventaja.

AC.- ¿Cómo perciben actualmente la participación de las mujeres en el sector agroalimentario y cómo contribuyen desde la actividad que desempeñan para mejorar su desarrollo?

NP.- Las mujeres tenemos un rol muy importante en la agricultura desde la investigación, el trabajo en campo, el trabajo de la tierra, hasta la preparación y la transformación de esos productos en alimentos. En el CIMMYT hay mujeres que contribuyen al desarrollo científico como genetistas, mejoradoras, científicas de datos, patólogas, biólogas moleculares, entre muchas otras disciplinas, yo formo parte de un equipo que trabaja en generar maíz con mayor calidad nutricional, final y culinaria, y espero que esta investigación ayude a que la gente se alimente mejor y genere más oportunidades para todos. Trato además de aprovechar cualquier oportunidad para alentar a los jóvenes y a las mujeres que tienen pasión por la ciencia a que se dediquen a ella y hagan aportaciones a la sociedad basándose en esa pasión, realizando sus sueños y aspiraciones.

CC.- En los últimos años hemos visto mayor incursión de mujeres en temas agrícolas, me ha tocado visitar universidades en Sinaloa y ver que están más

involucradas e interesadas en los congresos, hay productoras, mujeres estudiantes de agronomía o carreras afines; en los recorridos de campo también ves mujeres al lado de sus compañeros ya sean esposos o técnicos y esto es satisfactorio. Uno pone el ejemplo a las nuevas generaciones que reconocen el trabajo como técnicos, como ingenieros, como profesionistas, eso es invaluable, el que te vean como una mujer preparada que puedes combinar tu vida profesional y tu vida personal, que te reconozcan y que se acerquen para despejar dudas o capacitarlos, dar tu punto de vista desde el desarrollo científico o el desarrollo profesional es muy satisfactorio. En el caso de los jóvenes existe aquí en Sinaloa interés por la actividad agronómica, algunos en proyectos en campo, otros en las oficinas, otros más en la venta de insumos, aunque no todos los egresados de agronomía o egresados de algunas carreras se van a dedicar 100% al campo, el porcentaje que se queda es excelente, tienen iniciativas, tienen conocimiento, tienen la intención de contribuir al desarrollo del campo.

MIB.- Algunas productoras con las que he coincidido en congresos me han dicho que les gustaría aprender, pero a muchas a lo mejor les da vergüenza, y uno necesita quitarse todo eso. A mí en lo personal no me afectan los comentarios, quizá al principio sí, porque me decían «pareces loca, ¿por qué te subes al tractor, no quieres pagar?» y un día sí me puse triste, pero me puse a pensar «qué me mortifica si el tractor es mío, la tierra es mía, la semilla es mía, entonces por qué los tengo que estar escuchando». Y así me fui quitando

esas preocupaciones. Aunque he inspirado a muchas mujeres a trabajar el campo, uno de mis mayores logros ha sido motivar a las mujeres de mi familia, en un principio mis sobrinas decían que no estaba bien, pero ahora dicen que se sienten orgullosas.

AC.- Un mensaje para los lectores de la revista EnLACE

NP.- Comentarles que el balance de género es fundamental en la ciencia ya que aporta diversas perspectivas que contribuyen a encontrar mejores soluciones. Sigán trabajando con ahínco, traten de realizar sus sueños y aspiraciones, crean en sí mismas y déjense llevar por su pasión por la ciencia. El género y el bagaje cultural no debe ponerles límites.

CC.- Queremos que todos los que nos están leyendo tengan la plena confianza de acercarse con cualquiera de nosotros que trabajamos en el CIMMYT para solucionar las dudas que se les presenten y que sepan que estamos como unidad de trabajo preocupados y ocupados por generar nuevas tecnologías para que su producción sea más rentable, sustentable y resiliente.

MIB.- Exhorto a todos los sectores a poner mayor énfasis en el campo, la situación económica del país se complica y el campo que es la base fundamental de la economía y de la alimentación de nuestro país necesita atención. Se necesita que todos los sectores vean en el campo un aliado para sacar adelante la alimentación del país y la seguridad alimentaria, las mujeres contribuimos sin duda a este propósito. ✪

“El balance de género es fundamental en la ciencia, aporta diversas perspectivas que contribuyen a encontrar mejores soluciones. Tenemos el mismo potencial y podemos contribuir a resolver problemas.”



Agricultura regenerativa en cerca de 15,000 hectáreas con proyectos sustentables de maíz y trigo

■ Por: Grupo Bimbo y CIMMYT.

Gruppo Bimbo, la empresa panificadora líder en el mundo, ha contribuido con su apoyo al campo mexicano a través de cultivos sustentables de maíz y trigo en más de 14,800 hectáreas que, gracias a las prácticas de agricultura regenerativa, han mejorado su salud del suelo. Además, la empresa impulsa proyectos de leche de cabra, cacao y papa, beneficiando así a más de 1,300 pequeños productores de diferentes entidades del país y promoviendo el desarrollo de su cadena de valor.

En colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y enmarcado

en dos convenios firmados en 2017, Grupo Bimbo contribuye de forma positiva con más de 940 pequeños productores de 41 municipios en Hidalgo, Jalisco, Sinaloa y Sonora, acercando las prácticas y tecnologías sustentables, que ya han mostrado resultados notables y una creciente aceptación en campo. Se trata de dos proyectos piloto: Trigo Sustentable Bimbo y Maíz Sustentable Bimbo, a los que se han sumado socios estratégicos, como es el caso de Cargill.

Dichos proyectos tienen la finalidad de detonar sinergias que contribuyan a que productores de maíz y trigo logren tener una mayor competitividad y

rentabilidad, a través de la adopción de prácticas sustentables.

La participación de Grupo Bimbo en estas dos iniciativas nace de la necesidad de fortalecer al sector agrícola de México y de promover el cuidado de los recursos naturales. Es así como la compañía funciona como empresa tractora y, de la mano del CIMMYT, introduce tecnologías y prácticas sustentables que generen beneficio económico a los agricultores al tiempo que protegen el entorno. Entre estos destacan una reducción en costos, un incremento en su producción y por ende la generación de bienestar en sus familias, en las comunidades y en las regiones rurales en las que se está trabajando.

Algunos de los resultados e impactos alcanzados en ambos proyectos son los siguientes:

Producto/Proyecto	Maíz Sustentable Bimbo	Trigo Sustentable Bimbo	
Lugar:	Hidalgo: 19 municipios Jalisco: 14 municipios	Sinaloa: 2 Municipios Sonora: 6 Municipios	
Beneficiarios:	+670 productores	+265 productores	
Hectáreas con aplicación de prácticas sustentables:	+4,850 hectáreas	+9,950 hectáreas	
Impacto	Eficiencia en uso de agua:	Reducción de hasta 10% de agua en promedio por tonelada producida	Reducción de hasta 24% de agua en promedio por tonelada producida
	Calidad del aire:	Reducción de hasta 92 kg de emisiones de CO ₂ /ha	Reducción de hasta 60 Kg de emisiones de CO ₂ /ha en Sonora y hasta de 45 kg de CO ₂ /ha en Sinaloa
	Toneladas comercializadas:	+29,990	+32,500
	Inversión del proyecto:	Superior a los 5 millones de pesos	Casi 10 millones de pesos
	Aliados:	CIMMYT Cargill	CIMMYT

Adicional a estas iniciativas, se han impulsado otras igualmente relevantes con productores de papa y de leche de cabra.

Para 2021 los proveedores de papa de Grupo Bimbo (que además es cosecha 100% mexicana) concluirán la certificación de Global GAP (*Good Agricultural Practices*), certificación internacional de buenas prácticas agrícolas y también que ayuda a los productores a tener una mejor gestión y control en la producción sustentable.

En materia de leche de cabra, la empresa busca darle certeza de compra a 350 productores, donde se incluyen también programas especiales que desarrolla con gobiernos estatales. El objetivo es que los pequeños productores puedan incorporarse a la cadena de valor mientras se mejora la genética de sus cabras, incrementan el número de animales para ordeña y se mejora la infraestructura con la que cuentan, lo que lleva a que tengan una producción de mayor cantidad y calidad, al trabajar bajo un esquema estabulado.

En cuanto al cacao, durante 2020 Grupo Bimbo obtuvo a través de proveedores estratégicos, cacao proveniente de productores de Tabasco y de la región de Soconusco y Chiapas. Con esto, la compañía garantiza la compra y productividad de sus cosechas convirtiéndose en una fuente de ingresos para los productores, quienes, a su vez, ofrecen una calidad de excelencia por tratarse de cacao criollo mexicano.

“Para Grupo Bimbo la sustentabilidad es parte de nuestra estrategia de negocio, de nuestro ADN. Como empresa, tenemos el compromiso de reforzar y ampliar cada día más nuestras iniciativas sustentables en todas las operaciones y socialmente en todas las comunidades en las que tenemos presencia. En especial, en el caso del sector agrícola, siendo uno de los más necesitados, vamos a mantener el ritmo de fortalecer las iniciativas de Agricultura de Conservación que ya hemos emprendido y vamos a redoblar apoyos y alianzas con los actores del campo mexicano”, aseguró Javier

González Franco, director general adjunto de Grupo Bimbo.

Desde su fundación, hace 75 años, Grupo Bimbo ha emprendido diversas iniciativas para apoyar al campo. En 2017 presentó su Política Global de Agricultura, que ha sido la base para su estrategia enfocada en impulsar acciones que van desde la producción agrícola hasta la integración de sus productos a las cadenas de suministro con prácticas sustentables, impactando de manera positiva tanto a productores como a consumidores. También, En alianza con *Earthworm Foundation*, ha trabajado para aplicar acciones comprometidas en relación con su Política Global de Aceite de Palma.

Con estas iniciativas, Grupo Bimbo reafirma su compromiso con la implementación de su Política Global de Agricultura Sustentable, que se sustenta en tres grandes ejes: viabilidad económica, cuidado medioambiental y respeto a los trabajadores y a las comunidades. ♣





Prácticas agrícolas sustentables aumentan el rendimiento del maíz, revelan investigaciones mexicanas

■ Por: SADER con información de Simón Fonteyne, coordinador de plataformas de investigación – CIMMYT.

Organismos públicos, centros de investigación y unidades académicas que desarrollan ciencia colaborativa con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) realizan una investigación conjunta, cuyos avances confirman que con prácticas agrícolas sustentables se puede aumentar la materia orgánica del suelo, mejorar su estructura e incrementar 0.85 toneladas por hectárea el rendimiento de maíz de manera general.

Científicos de los institutos Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del Tecnológico de Roque y del Tecnológico de Comitán, la Universidad Autónoma Chapingo y 12 instituciones y organizaciones desarrollaron este estudio en 20 plataformas de investigación (de MasAgro-Cultivos para México y MasAgro Guanajuato)

en todo el país, que aportan evidencia de cómo la Agricultura de Conservación es una importante herramienta para la salud de los suelos y el aumento de los rendimientos de forma sustentable.

Este nuevo estudio se lleva a cabo en Campeche, Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro y San Luis Potosí, en un contexto generalizado de suelos degradados que afectan la productividad en gran parte del territorio nacional, informó el CIMMYT.

Explicó que los resultados no son iguales para todas las zonas agroecológicas del país, pero pueden ser un marco común para la agricultura nacional, por lo que deben continuar las investigaciones y complementarlas con otros



Un estudio colaborativo entre 20 plataformas de investigación en todo el país aporta evidencia de cómo la Agricultura de Conservación es una importante herramienta para la salud de los suelos y el aumento de los rendimientos de forma sustentable.

México cuenta con una red de plataformas en diferentes condiciones y sistemas de producción que permite realizar estudios a nivel país y no sólo análisis de plataformas individuales, destacó el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Sembradora de labranza cero para cultivos múltiples.
Parcela bajo Agricultura de Conservación.

sistemas integrados para brindar soluciones adecuadas para cada productor en su propio contexto.

El estudio señala que también existen otros efectos benéficos de la Agricultura de Conservación en la calidad del suelo, pero precisa que los resultados varían dependiendo del sistema de producción, el clima y el tipo de suelo, entre otros.

Esto demuestra el valor de la red de plataformas que el CIMMYT impulsa con iniciativas como Cultivos para México, con el liderazgo de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, que permite hacer estudios a nivel nacional y reafirma que es necesario hacer investigación bajo las condiciones locales para generar buenas recomendaciones para los productores.

Si bien a la fecha existen diversos estudios sobre suelos y la Agricultura de Conservación, aún falta información acerca de los efectos de este sistema de labranza sobre la salud del suelo en diversas condiciones agroecológicas en México, señaló el CIMMYT.

El estudio —publicado bajo el nombre “Efectos de la Agricultura de Conservación en la salud fisicoquímica del suelo en 20 ensayos con maíz en diferentes regiones agroecológicas de México” (Fonteyne *et al.*, 2021), disponible en la plataforma *Wiley Online Library*— es relevante por el número de instituciones que colaboran y por la diversidad de agroecologías que aborda, que van desde sistemas tradicionales de temporal sembrados a mano hasta los intensivos con riego. •



Agente técnico en el proyecto Cultivando un México Mejor que impulsa HEINEKEN México y el CIMMYT.

¿Es posible restaurar las tierras de cultivo?

Las tierras de cultivo son un ecosistema que debe ser restaurado para minimizar su impacto medioambiental. Productores que participan en el proyecto Cultivando un México Mejor dan su testimonio de cómo están contribuyendo a este propósito.

■ Por: Divulgación – CIMMYT, con información de Juan Manuel Rojas y Bartolo González.

La situación de los ecosistemas del mundo es crítica debido a la acción humana. Solo como ejemplo: de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), cada tres segundos se pierde una superficie de bosque equivalente

a un campo de fútbol y, al ser drenados con fines agrícolas, en el último siglo se han perdido la mitad de los humedales —ecosistemas esenciales para regular y proteger de inundaciones, tormentas y huracanes; almacenar agua y recargar acuíferos—.

En este contexto, la restauración de los ecosistemas —eje central del Día Mundial del Medioambiente (5 de junio) de 2021— implica prevenir, detener y revertir los daños hechos al entorno natural y marca el inicio del llamado Decenio para la Restauración de Ecosistemas (2021-2030), misión global que busca regenerar bosques, montañas, océanos y tierras de cultivo.

Posiblemente algunas personas se preguntan si las tierras de cultivo son un ecosistema que deba ser restaurado. La respuesta es un rotundo sí. Los ecosistemas se definen como la interacción entre los seres vivos y su entorno, de manera que las tierras de cultivo, e incluso las ciudades, son considerados ecosistemas creados por el ser humano y se requiere que estén saludables para asegurar la supervivencia de la humanidad.

La restauración de las tierras de uso agropecuario es de particular interés para reducir la presión sobre el medioambiente. De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, en sus siglas en inglés), el sector primario (agricultura, ganadería y otros usos de la tierra) es responsable del 23% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Además, la agricultura ocupa el 70% del agua

extraída a nivel global —en México esta cifra es de 76%—.

¿Es posible restaurar las tierras de cultivo al tiempo que se reduce el consumo de agua y las emisiones de gases contaminantes en la agricultura? Productores mexicanos que participan en el proyecto Cultivando un México Mejor demuestran que sí es posible: “Esta es una parcelita donde sembré cebada e implementé las camas anchas —práctica que ayuda a minimizar el movimiento del suelo— a fin de mejorar el uso del agua. He notado que en cada riego he estado disminuyendo una hora. Normalmente regaba en seis o siete horas esta hectárea y ahorita solo me toma entre cinco y seis. Vamos de a poquito, pero pues sí se va disminuyendo el consumo de agua”, comenta Yonan Arellano, agricultor de la localidad La Llave, en San Juan del Río, Querétaro que participa en el proyecto.

Cultivando un México Mejor es una iniciativa de HEINEKEN México y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Entre sus resultados más recientes (ciclo otoño-invierno 2019-2020) destaca que gracias a la implementación de prácticas sostenibles los productores participantes han logrado tener un ahorro superior al 20% en el consumo de agua en comparación con la agricultura convencional.



Cultivo de cebada establecido bajo riego superficial y riego por goteo en la plataforma de investigación en Irapuato, Guanajuato en México.

“En estas parcelas estamos comparando dos sistemas de labranza: el convencional, que implica hacer el movimiento del suelo con subsoleo, un par de rastreos y una ligera nivelación; y Agricultura de Conservación, donde hacemos solamente el desmenuzado del rastrojo que mantenemos como cobertura y el remarcado de las camas permanentes. Estamos evaluando dos parámetros fundamentalmente, el tema de rentabilidad, comparando los costos de preparación de terreno principalmente; y el tema de sustentabilidad, enfocado principalmente al consumo de agua”, comenta Joaquín Osornio, especialista en el Centro de Desarrollo Tecnológico Villadiego de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), en Valle de Santiago, Guanajuato, donde se tienen parcelas demostrativas del proyecto.

“Con labranza convencional tenemos costos más altos al implicar un mayor paso de maquinaria —lo que también implica mayores emisiones de CO₂—, con Agricultura de Conservación tenemos muchos menos pasos de maquinaria y, por lo tanto, bajos costos. En el

caso de la labranza convencional debido a la roturación del terreno tenemos un mayor consumo de agua, en cambio, con Agricultura de Conservación el ahorro de agua es de un 20 hasta un 30%. Esta es una diferencia significativa”, menciona Joaquín Osornio.

“Aquí estamos haciendo una comparación entre dos sistemas de riego: riego por goteo y riego rodado —el cual requiere una pendiente para distribuir el agua por efecto de la gravedad—. Cada uno de estos sistemas los evaluamos tanto con Agricultura de Conservación como con labranza convencional. Podemos observar que en el tratamiento donde tenemos riego por goteo el cultivo se encuentra todavía verde, a comparación del riego rodado donde el cultivo, al sufrir un poco más de estrés por falta de agua, ya está en senescencia —etapa final del ciclo de vida de la planta—. Tenemos resultados muy interesantes y con base a ellos invitamos a los productores a que practiquen la Agricultura de Conservación y el riego por goteo porque nos ayudan a ahorrar tanto el recurso económico como el recurso agua”, finaliza Joaquín Osornio. ❁



Con Agricultura de Conservación se ahorra agua en el cultivo de cebada.



EL DATO



Alternativas al uso del fuego

■ Por: Fernando Morales Garcilazo. Divulgación – CIMMYT.

Hace un millón de años, cuando nuestros antepasados comenzaron a hacer un uso controlado del fuego (Berna, 2012), la historia de la humanidad cambió radicalmente: la alimentación, los hábitos, e incluso la percepción de la vida y la muerte cambió. Y es que el fuego, que brinda luz y calor, también es capaz de reducir a cenizas casi cualquier cosa.

El uso agropecuario del fuego también ha estado ligado a esa percepción binaria y complementaria del mundo (vida-muerte, creación-destrucción). Actualmente, por ejemplo, los aborígenes australianos siguen realizando un conjunto de prácticas llamadas “quemaduras culturales”. Para ellos, los incendios controlados contemporáneos no son una medida efectiva para proteger el medioambiente de forma integral porque ignoran los ritmos de la naturaleza. Consideran que el fuego

debidamente usado “repone la tierra y mejora la biodiversidad; la ceniza fertiliza y estimula la floración” (Nunn, 2020).

En la cosmogonía mesoamericana el fuego también era considerado un elemento de regeneración, de renovación del ciclo agrícola y de estimulación de la fertilidad. De acuerdo con el doctor Guillermo Rein, profesor de ciencias de incendios en el Imperial College de Londres, el fuego, a través de los incendios (naturales), contribuye a mantener la concentración de oxígeno adecuada en la atmósfera y ayuda a regular el ciclo del carbono (Sáenz, 2017).

¿Significa esto que los incendios forestales son deseables o que las quemaduras agrícolas deben ser fomentadas? No. Tan solo significa que en un contexto histórico donde había

cierto equilibrio ecológico, el fuego cumplía una función, pero en un contexto de cambio climático y pérdida de la herencia cultural como el actual, el fuego solo saca a la luz una compleja problemática medioambiental que se manifiesta a través de la pérdida de cobertura forestal, la expansión de la frontera agrícola, el agotamiento de las tierras de cultivo, el calentamiento global, los medios de producción y consumo no sostenibles, etcétera.

“La roza, tumba y quema (RTQ) se da principalmente en el sistema milpa. En Hidalgo, por ejemplo, hay varias regiones donde esta práctica es muy común, tal es el caso de la sierra y la huasteca otomí-tepehua. Generalmente se empieza tirando la vegetación herbácea para dejar que se seque bien y sigue la tumba. Ahora ya se contratan operadores de motosierras para tumar los árboles y empezar a formar las tareas de

leña. Actualmente una tarea de leña, una brazada, ronda los \$800. Después viene la quema”, comentó Israel Ángeles Estrada, formador del Hub Valles Altos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) durante una de las ediciones del taller “Alternativas al uso del fuego en terrenos agropecuarios y normatividad asociada”.

El taller forma parte de la iniciativa *Mi parcela no se quema*, que actualmente promueve la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en los estados con mayor incidencia de quemas agrícolas e incendios forestales. Como mencionó la doctora Verónica Bunge, de la Dirección de Atención al Cambio Climático en el Sector Agropecuario de la SADER, “estos esfuerzos están dirigidos al control y reducción de las quemas agrícolas. No se pretende satanizar ni criminalizar a quienes realizan esta práctica, sino hacer un llamado a la reflexión sobre los impactos de esta práctica y difundir alternativas para que sean cada vez menos recurrentes”.

En la sierra y la huasteca hidalguense y otros lugares donde se practica la llamada agricultura nómada (porque requiere de la continua apertura de nuevas áreas de cultivo), las quemas agrícolas han pasado por un proceso de erosión cultural a través de las décadas: los periodos de reposo adecuados (que solían ser de entre 10 y 25 años), el establecimiento de guardarrayas (franjas de 2 m alrededor del terreno que va a ser quemado) o las múltiples variables consideradas antes de usar el fuego (desde la dirección del viento, la disponibilidad de personas de apoyo o las probabilidades de lluvia), prácticamente ya no se realizan, lo que agudiza el problema.

Además de este proceso de erosión cultural, las lluvias erráticas y las sequías prolongadas derivadas de la

variabilidad climática aumentan el riesgo de que el fuego quede fuera de control. Por estas circunstancias, y partiendo de la comprensión de que esta práctica está arraigada en la cultura de las comunidades, es esencial brindar opciones viables a los productores que aún queman.

“Las prácticas alternativas al uso del fuego que estamos promoviendo junto con el CIMMYT no solo permiten reducir emisiones de gases de efecto invernadero, sino también son formas de adaptarnos al cambio climático y contribuir a tener suelos más sanos y productivos, suelos que capturen a su vez carbono”, mencionó la doctora Sol Ortiz García, directora general de Atención al Cambio Climático en el Sector Agropecuario, de la SADER, durante el arranque de los talleres que a la fecha se han impartido vía remota en Hidalgo, Guanajuato y el Estado de México.

Si las quemas agrícolas ya no son pertinentes dadas las circunstancias ambientales actuales, ¿por qué se siguen realizando? Muchos productores que aún queman consideran que el fuego tiene un efecto positivo: algunos siguen quemando porque creen que así se controlarán las malezas (aunque en realidad muchas especies de malezas se hacen resistentes al fuego), otros queman porque consideran que es la forma más rápida y económica de preparar el suelo y otros más lo hacen simplemente porque es la forma de trabajar la tierra que aprendieron.

“El Bajío es una zona con alta incidencia de quemas agrícolas. Aquí predominan los sistemas de producción de granos: maíz, trigo, sorgo y cebada. Todos estos son gramíneas, es decir, generan una gran cantidad de rastrojo. Esto significa que en estos sistemas hay una alta producción de biomasa y cuando no existe un correcto manejo o una infraestructura adecuada se

recurre a lo que se considera lo más simple y rápido al momento, que es la quema. Sin embargo, la gran producción de biomasa también representa una gran área de oportunidad para la captura de carbono”, comentó Paul García Meza, del Hub Bajío del CIMMYT en la edición del taller correspondiente a Querétaro.

“En Hidalgo, el principal uso que se le da a los rastrojos es para su venta como forraje. Es un ingreso extra para los productores. Las quemas agrícolas se dan después de que la mayoría del rastrojo se ha recogido para su comercialización. En Atlacomulco y Toluca, tanto en la montaña como en las planicies, es común ver grandes fumarolas en los meses de enero, febrero y marzo. Los productores consideran que es mejor quemar el rastrojo que queda, aunque sea muy poco, para evitar que se enrede en los implementos que se usan en los barbechos y en las rastras”, señaló Pablo Maya Valle, del Hub Valles Altos del CIMMYT en otra edición del taller.

Independientemente de las razones particulares por las que siguen quemando, y a pesar de las graves consecuencias de quemar continuamente —los efectos positivos de las quemas solo son temporales. En tan solo pocos ciclos, las quemas sistemáticas agotan los suelos, hacen que se pierda la biodiversidad del suelo, fomentan la persistencia de malezas, incrementan la erosión, reducen la capacidad de absorción y retención de agua (al afectarse la porosidad se afecta también la aireación y la capacidad de infiltración), contribuyen a la pérdida de funciones del suelo para equilibrar el clima y contaminan mantos acuíferos—, el común denominador entre los productores que continúan con esta práctica es que, en su mayoría, desconocen el verdadero valor del rastrojo y no saben cómo hacer un manejo adecuado de este, lo cual es fundamental

si se considera que los rastrojos son el principal combustible de las quemas agrícolas.

Existen diversos mitos sobre los rastrojos. Se cree, por ejemplo, que al quemarlos habrá menos malezas, o que al dejarlos sobre la superficie habrá más plagas y menores rendimientos. No obstante, con evidencia científica y ejemplos cotidianos, los especialistas del CIMMYT que han participado como facilitadores en los talleres organizados por la SADER han demostrado que es mejor aprovechar los rastrojos en lugar de quemarlos. Los beneficios para la rentabilidad y para los procesos biológicos del suelo son amplios.

“En la sierra y la huasteca hidalguense el costo del jornal va de los \$120 a los \$150 y se necesitan alrededor de 25 jornales por cada hectárea que se quema. Además, los rendimientos promedio en esas parcelas son de 800 kilogramos (kg) a una tonelada por hectárea (t/ha). Aprovechando el rastrojo sobre la superficie y diversificando la milpa se han ido incrementando poco a poco sus rendimientos. Han subido a 1.5 y hasta 2.5 t/ha, incluso más con otras prácticas sustentables asociadas. Además de la Agricultura de Conservación —sistema que aprovecha el rastrojo como cobertura del suelo—, en la zona se ha fomentado el enriquecimiento de acahuales, se ha hecho reforestación, manejo de laderas, establecimiento de Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF), entre otras acciones”, comenta Israel Ángeles Estrada.

“Para El Bajío la propuesta es simple: usar los rastrojos como cobertura vegetal. Aunque no solo se trata de dejarlos en la superficie, se les debe dar un manejo adecuado. Hay que considerar la cantidad y la distribución en la parcela. En donde se extraen los rastrojos ciclo con ciclo los problemas de malezas son cada vez más agudos.

La cobertura con rastrojos impide que las semillas de las malezas lleguen al suelo y prosperen. Entonces, si dejamos de ver a los rastrojos como enemigos, como estorbo o “basura”, podemos utilizarlos para disminuir la incidencia de malezas. En un sentido amplio es un herbicida que está al alcance de la mano, barato y con otros beneficios: en pruebas de agregados, por ejemplo, hemos visto que los suelos con cobertura tienen mayor capacidad de mantener sus partículas unidas y, por lo tanto, son menos propensos a erosionarse. Así que si se aprovechan los rastrojos no es necesario comprar insumos de alta gama”, comenta Paul García Meza.

“También hemos documentado que los rastrojos como cobertura tienen un efecto positivo en el rendimiento de los cultivos de otoño-invierno, incrementándose hasta en una tonelada. Cultivos como el trigo o la cebada que requieren frío para su adecuado desarrollo se benefician del efecto de los rastrojos sobre la superficie, ya que estos favorecen la conservación de temperaturas más frías, de entre 3 y 5 grados menos que donde no hay rastrojo. Además, podemos incrementar la fertilidad de nuestros suelos y reducir la dependencia de insumos químicos”, señala el coordinador técnico del Hub Bajío.

“Cada tonelada de rastrojo aporta 5.9 kg de nitrógeno, 3.1 kg de fósforo y 13.1 kg de potasio. Si se quema o se empacka, se tendría que compensar ese aporte que estaba disponible y que se perdió con fertilizantes químicos como la urea, el DAP y el KCI (cloruro de potasio). En los Valles Altos en el Estado de México, una hectárea produce en promedio seis toneladas de rastrojo (equivalentes por lo tanto a 35.4 kg de nitrógeno, 18.6 kg de fósforo y 78.6 kg de potasio), de manera que se requeriría comprar 77 kg de urea, 40.4 kg de DAP y 131 kg de KCI para sustituir los fertilizantes que se perdieron al empackar o quemar. Considerando los precios actuales, se tendría que invertir un poco más de \$2,000 por hectárea, cuando no sería necesario si se hiciera un uso adecuado de los rastrojos, señala Pablo Maya Valle.

De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (Conafor), en el año 2020 al menos el 35% de los incendios forestales en México fueron causados por quemas agropecuarias. Si se considera además que el suelo ha tardado cientos, y hasta miles de años en formarse, es evidente que acciones conjuntas como las que han hecho posible que se impartan estos talleres sobre alternativas al uso del fuego, son necesarias y deben continuarse para que más productores se beneficien y menos vidas sean arriesgadas en el combate a los incendios. ●

Referencias

- Berna, F., et al. (2012). Microstratigraphic evidence of in situ fire in the Acheulean strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape province, South Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(20).
- García, J. O. (2020). Verdades y mitos de las quemas agrícolas. *+Agro* Año 11, No. 68, marzo-abril 2020.
- Ángeles, I., y Sánchez R. (2021). Taller “Alternativas al uso del fuego en terrenos agropecuarios y normatividad asociada”, edición Hidalgo [Webinar]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- García, P., y Sánchez R. (2021). Taller “Alternativas al uso del fuego en terrenos agropecuarios y normatividad asociada”, edición Querétaro [Webinar]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Maya, P., y Sánchez R. (2021). Taller “Alternativas al uso del fuego en terrenos agropecuarios y normatividad asociada”, edición Estado de México [Webinar]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Nunn, G. (14 de enero de 2020). “Los arbustos deben arder”: la milenaria técnica que proponen los aborígenes para controlar el fuego. *BBC News*.
- Sáez C. (4 de agosto de 2017). Cuando el fuego regenera la naturaleza. *La Vanguardia*.



Asociación de especies de cereales y leguminosas, opción forrajera para temporal crítico en la Mixteca Alta de Oaxaca, México

■ Por: Leodegario Osorio Alcalá, responsable científico de la plataforma Santo Domingo Yanhuitlán del CIMMYT e investigador del INIFAP.

Pequeños productores de la región Mixteca de Oaxaca, complementan sus actividades agrícolas con la ganadería que representa para ellos una importante fuente de ingresos por la venta de ganado ovino, caprino y vacuno principalmente. Esta actividad se practica de manera tradicional pastoreando el ganado en terrenos comunales o ejidales donde se aprovechan las especies nativas y los residuos de cosecha que quedan después de finalizar el ciclo productivo. Sin embargo, la alimentación es de bajo nivel nutritivo, sobre todo en las épocas secas del año, donde la dieta se basa principalmente de pastos secos y de residuos de cosecha; en esta época, algunos productores tienen que comprar pequeñas cantidades de forraje, pero a un alto precio, además de destinar entre cinco y seis horas al pastoreo para mover el ganado a más de 1 km de distancia en busca de forraje.

En este contexto, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en colaboración con

diversas instancias nacionales e internacionales impulsa el proyecto CLCA (Uso de la Agricultura de Conservación en sistemas agropecuarios en zonas áridas para mejorar la eficiencia en el uso de agua, la fertilidad del suelo y la productividad en países del norte de África y Latinoamérica) que busca aumentar de manera sostenible la producción y mejorar la resiliencia climática de las comunidades de pequeños agricultores y sus sistemas de producción agrícola y ganadera en las tierras secas.

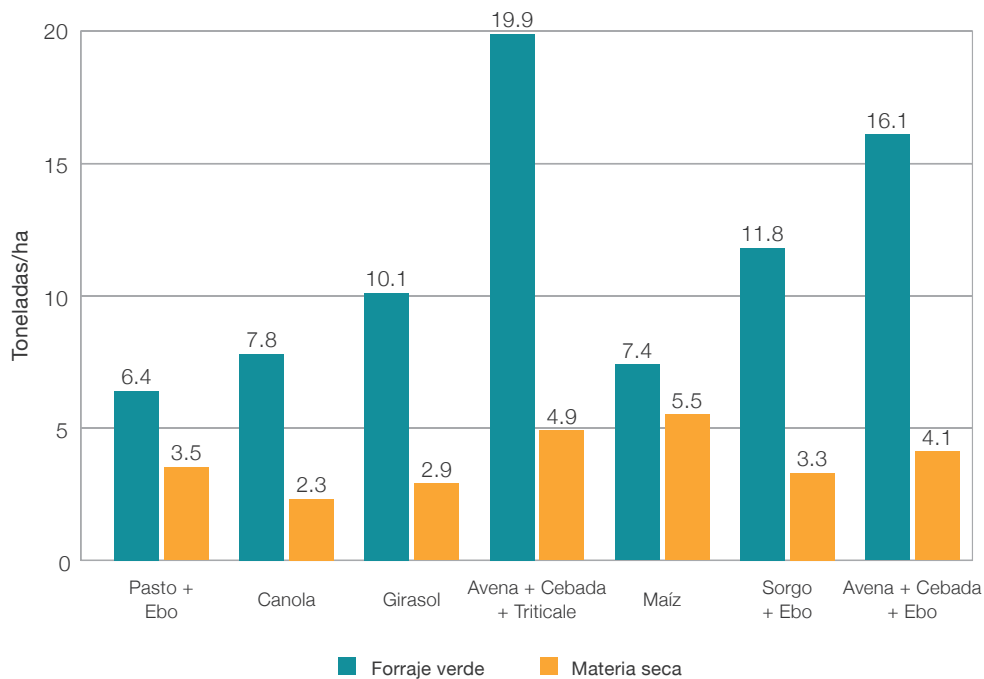
En el marco de este programa financiado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), se realizan investigaciones sobre la evaluación de nuevas especies forrajeras que se adapten a las condiciones de ambiente y de suelo en la Mixteca Alta, para ofrecer otras alternativas a los productores que les permitan producir alimento para el ganado de mejor calidad, y generar conciencia sobre la importancia de dejar los residuos de cosecha sobre la superficie del suelo para restaurar su fertilidad.

Las mezclas de distintas especies de cereales, y de cereales con leguminosas, son una importante alternativa para ambientes de temporal, sobre todo, porque tienen menor ciclo vegetativo que el maíz, demandan menor cantidad de agua y son muy apetecibles por el ganado.



Figura 1.

Mezcla de Avena + cebada + triticale en condiciones de temporal. Santo Domingo Yanhuitlan, Oaxaca.



1



Forraje verde y materia seca (t/ha) de diversas especies bajo condiciones de temporal. Santo Domingo Yanhuitlán, PV-2020.



Figura 2.

Mezcla de triticale, avena y ebo en temporal. Santo Domingo Yanhuitlán, Oax.

Las mezclas de distintas especies de cereales, y de cereales con leguminosas, son una importante alternativa para ambientes de temporal, sobre todo, porque tienen menor ciclo vegetativo que el maíz, demandan menor cantidad de agua y son muy apetecibles por el ganado.

Avena + triticale + cebada capuchona (sin arista) es una mezcla de forraje que consiste en combinar 35 kilos de cada especie lo que arrojaría una cantidad de 105 kilos/ha que puede utilizarse. La ventaja de esta asociación de especies distintas permitiría un forraje con diferente cantidad y calidad de nutrientes, también podrían verse menos afectadas por el ambiente por sus diferentes requerimientos de agua, menor incidencia de enfermedades porque son atacadas por patógenos distintos. Se adaptan a las siembras de temporal y riego en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno.

En años secos como el 2020 con una precipitación de 295 mm, se puede obtener 19.9 t/ha de forraje verde (Gráfica), o bien para empacar cuando se haya deshidratado logrando producir 4.9 t/ha de materia seca o 196 pacas de 25 kilogramos. Esta mezcla se puede cortar entre los 80 y 90 días después de la siembra, es más nutritiva si se compara con la avena sola, dado que el triticale tiene hasta un 17.4 % de proteína cruda, la cebada “capuchona” por su mayor precocidad se encontrará en estado lechoso-masoso del grano.

Avena + Cebada + Ebo, esta mezcla también es muy valiosa porque se puede obtener 16.1 t/ha de forraje verde y 4.1 t/ha de materia seca (164 pacas/ha), con 295 mm de lluvia. El ebo aporta mayor contenido de proteína y además de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo dejándolo disponible en el suelo para el siguiente cultivo, reduciendo el uso de fertilizantes sintéticos.

Agricultura de Precisión

Satélites, sensores, imágenes y datos geográficos para una agricultura sustentable

La Agricultura de Precisión (AP) es una estrategia de gestión de datos basada en la observación de la variabilidad del suelo y el clima durante un ciclo de cultivo; permite a los agricultores hacer un uso eficiente y eficaz de sus recursos, aumentar los rendimientos, la productividad y la calidad de la producción agrícola, así como disminuir costos de operación e insumos, y reducir los impactos ambientales negativos.

En esta práctica se utilizan datos de satélites o sensores remotos a través de los cuales se recolecta información que es analizada por expertos para emitir sugerencias y recomendaciones a los productores a fin de manejar adecuadamente la variación espacio-temporal detectada en sus zonas de cultivo.

Existen diversas tecnologías asociadas a la Agricultura de Precisión como son los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), los Sistemas de Información Geográfica (SIG), sensores remotos, monitores de rendimiento, tecnologías de teledetección y maquinaria Inteligente. Con estas tecnologías, los investigadores obtienen información sobre un área extensa sin contacto físico que de otra manera sería difícil de monitorear.

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

Es un equipo de medición que permite determinar coordenadas precisas para ubicar puntos sobre la superficie de

la tierra. Es la base de la agricultura de precisión. En la agricultura es utilizado en la planificación de cultivos, levantamiento de mapas topográficos, muestreo de los suelos, exploración de cultivos, mapas de rendimiento, elaboración de curvas de nivel, etc. Con los parámetros de geolocalización ofrecidos por los GPS, se agilizan las prácticas de preparación del terreno, siembra, fertilización, manejo fitosanitario y cosecha con precisión a nivel cm.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) utilizados para almacenar, visualizar y analizar datos referidos geográficamente para entender variaciones del suelo, los cultivos y manejar plagas y enfermedades. Los SIG ponen a disposición información con la que se puede construir una memoria real de una parcela agrícola, ayudar en la toma de decisiones y mejorar la calidad de un producto, así como ir en dirección de las necesidades de trazabilidad del producto para su comercialización.

SENSORES REMOTOS

Son sistemas satelitales o portátiles con los que es posible obtener información de los cultivos, sin tener un contacto físico con éstos. Se emplean en la recolección de datos sobre la administración del agua de riego, contenido de materia orgánica, vigor de las

plantas, enfermedades vegetales, plagas, mapeo de malezas, sequía e inundaciones. Para ser eficientes, deben estar bien calibrados y poseer suficiente resolución. Otra forma de percepción remota es la fotografía, que puede obtenerse vía satelital o aérea por medio de aviones o drones. La resolución de estas imágenes depende de las capacidades del equipo utilizado.

SENSORES DE DOSEL

Estos sensores permiten que los agricultores cuenten con información básica que se puede utilizar para la aplicación recomendada de nitrógeno. Esto tiene un doble propósito, tanto para los pequeños agricultores en áreas donde los suelos generalmente carecen de nitrógeno, como para aquellos que fertilizan en exceso –reduciendo la rentabilidad y contaminando el ambiente–. El uso de esta tecnología en cultivos de cereales y granos es uno de los segmentos de mayor crecimiento en la Agricultura de Precisión, determinando el contenido de la clorofila que se relaciona a su vez con la concentración del nitrógeno en el follaje.

SENSOR GREENSEEKER®

Es un sensor óptico eficaz en el manejo sustentable de los fertilizantes a nivel mundial. La ventaja del *GreenSeeker*, radica en la determinación de dosis adecuadas de fertilización nitrogenada en los cultivos en función de sus necesidades. En México, esta tecnología se ha transferido de forma exitosa en regiones productoras de trigo, cebada y maíz, a través de la colaboración del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con el sector público y privado, además de centros de investigación agrícola. Su uso ha demostrado una optimización del uso de fertilizantes nitrogenados, lo que impacta directamente en los costos de producción en beneficio de los productores y evita pérdida de

fertilizantes y las consecuencias negativas de esto sobre el medio ambiente. Este sensor permite evaluar el estado nutricional del cultivo y predecir la recomendación de fertilización nitrogenada a partir del contenido de clorofila. Además, mide la reflectancia del dosel o follaje y genera un índice espectral (NDVI) que está correlacionado con la acumulación de biomasa. El sensor *GreenSeeker*, tiene tres componentes: 1) El establecimiento de una franja de referencia donde se aplica una dosis no limitante de nitrógeno; 2) Uso del sensor para medir la respuesta en la franja y en el resto de la parcela diagnosticada; 3) Los valores resultantes se introducen a una ecuación que determina la dosis óptima de nitrógeno que debe aplicarse a la parcela.

MONITORES DE RENDIMIENTO

Son utilizados para calcular el rendimiento y la humedad de granos a medida que se cosecha el cultivo. Sus sensores van instalados en la cosechadora y con el GPS sirve para obtener datos de rendimiento geoposicionado o mapas de rendimiento de precisión. A partir de estos mapas se puede cuantificar la variabilidad de rendimiento existente durante la cosecha de un cultivo dentro del lote, quedando grabada espacialmente. Los datos provistos por estos monitores más GPS conforman un mapa de rendimiento que permite conocer los rendimientos del cultivo en cada parte del lote y los factores que intervienen en la expresión del rendimiento, dado que se puede ir a cada lugar con un GPS y corroborar a qué se debió el mayor o menor rendimiento de los cultivos. Los mapas de rendimiento permiten identificar zonas problemáticas en el campo y diseñar medidas para mejorarlas, obtener condiciones de suelo más homogéneas y mejores rendimientos. Estos mapas también se utilizan para definir zonas de manejo o potencial de



rendimiento para optimizar el manejo de los cultivos. En caso de manejar una base de datos completa en base a los mapas de rendimientos se pueden elaborar mapas de ganancias combinando cosechas e ingresos con los costos de producción en su sitio exacto.

MUESTREO DE SUELO GEORREFERENCIADO

Los muestreos de suelo georreferenciados permiten mapear la variabilidad del suelo y son una herramienta clave para el uso de dosificaciones variables de insumos y semillas determinando potencial de rendimientos e ingresos. Se pueden hacer en cuadrícula o por zonas de manejo para bajar costos. Con el historial del contenido de nutrientes y otros parámetros de los suelos se optimiza la fertilización.

TECNOLOGÍAS DE TELEDETECCIÓN

La teledetección agrícola u observación satelital son una herramienta que nos permite observar los cultivos a gran escala y hacer un seguimiento de éstos, detectando sus patrones de crecimiento, anomalías como plagas y enfermedades, requerimientos de agua y demás factores que determinarán su producción. Explora dimensiones espaciales y temporales para proporcionar un diagnóstico, pero el siguiente paso crucial es convertir esto en recomendaciones sobre manejo de nutrientes, riego y protección de cultivos. Los

dispositivos de teledetección permiten observar la dinámica de una sola planta y hasta de paisajes y continentes enteros, y cómo cambian en el transcurso del tiempo. Proporciona información a diferentes escalas y para diversas aplicaciones, desde el manejo agronómico hasta el fenotipado de alta densidad y la evaluación de paisajes. Las tecnologías de teledetección son utilizadas por el CIMMYT para crear herramientas y prácticas que ayuden a los agricultores a manejar sus cultivos de manera más eficiente, así como a acelerar el proceso de mejoramiento gracias a que evalúan las características de las plantas en menor tiempo y costo.

SISTEMA DE SERVICIOS TRACTILUS

Es un sistema de servicios digitales que busca incrementar el acceso y la disponibilidad de maquinaria agrícola para optimizar los recursos en el campo mexicano. A través de esta plataforma digital que resulta de la alianza entre el CIMMYT y el laboratorio Verne Ventures, es posible interconectar a la comunidad con todos los actores relevantes de la cadena productiva. El CIMMYT como *knowledge partner* o aliado de conocimiento, se enfoca en integrar el conocimiento sobre el estado actual del campo mexicano, de los flujos de producción en las cadenas de valor de cultivos, y aporta su experiencia en la generación de un espacio propicio para la colaboración entre

diferentes actores regionales. Por su parte, Verne Ventures asesora y diseña proyectos flexibles y escalables con impacto sintémico, a través de procesos centrados en los negocios y la tecnología. Con esta alianza se busca cerrar la brecha digital en la agricultura y generar soluciones integrales para una agricultura sustentable e incluyente en beneficio de los productores de pequeña y mediana escala. ✪

Referencias

- Bragachini M., Méndez, A. & Scaramuzza, F. *Monitor de Rendimiento y Conocimientos de Calibración*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-monitor-rendimiento-y-conocimientos-calibracion.pdf>
- Kropff, M. (2015) *Desde el ojo en el cielo hasta el teléfono celular en el campo: tecnologías para todos*. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/uncategorized/desde-el-ojo-en-el-cielo-hasta-los-telefonos-celulares-en-el-campo-tecnologia-para-todos/>
- Rodriguez, F. (2017). *Abriendo caminos: Francelino Rodríguez y la agricultura altamente tecnificada*. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/uncategorized/abriendo-caminos-francelino-rodriguez-y-la-agricultura-altamente-tecnificada/>
- Ortiz-Monasterio, I., Cárdenas, M. (2016). *El Sensor GreenSeeker una Herramienta en la Fertilización Nitrogenada*. Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/cereales/sensor-greenseeker-fertilizacion-nitrogenada>
- Montovani, E., Best. S. & Roel, A. (2006). *Agricultura de Precisión: Integrando conocimiento para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo, Uruguay. PROCISUR/ IICA. <http://www.procisur.org.uy/adjuntos/135050.pdf>
- Santillano, J., López, A. & Ortiz-Monasterio, I. (2013). *Uso de sensores ópticos para la fertilización de trigo (Triticum aestivum L.)* Terra Latinoamericana. Vol. 31. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000300095
- Sonder, K. (2018). Foro Agrícola Transformación del Campo. Panel: Alternativas Competitivas para incrementar la rentabilidad del Campo. "Hacia una producción sustentable utilizando tecnologías de precisión, drones y otros sensores". Asociación de Agricultores del Río Culiacán (AARC). http://www.aarfs.com.mx/imagenes/Agricultura_de_Precision-KAI_SONDER.pdf



Plataformas de investigación, enlace entre la ciencia y los productores

El trabajo realizado en la red de plataformas de investigación que impulsa el CIMMYT se consolida al lograr una agricultura que combina mayor producción con un menor impacto en el medio ambiente y mayores ganancias para el productor. Estos espacios, están destinados a la investigación, la generación de conocimientos, datos e información que promueven el desarrollo y adaptación de sistemas productivos y tecnologías que mejor se adapten a las características agroecológicas en las

que se encuentran. En la actualidad existen más de 40 plataformas instaladas en puntos estratégicos del país, donde la ciencia se ha puesto al servicio de la sociedad para transitar de una Agricultura Convencional hacia una Agricultura Sustentable. Los resultados de las investigaciones están basados en datos reales obtenidos bajo condiciones de trabajo que permiten realizar recomendaciones a los productores para lograr sistemas de producción innovadores, sustentables, productivos y rentables. Labranza,

cobertura del suelo, diversificación de cultivos, fertilización, variedades adecuadas, uso del agua, manejo de malezas, plagas y enfermedades, arreglo topológico y mecanización, son algunas de las investigaciones que se realizan en las plataformas. En esta ocasión te presentamos a los coordinadores nacional y regionales de las plataformas, que forman parte de la Unidad de Investigación Estratégica del CIMMYT y que convierten las plataformas de investigación en el enlace entre la ciencia y los productores. ✪



Simon Fonteyne
Coordinador Nacional de Plataformas de Investigación



Luis Castillo Villaseñor
Coordinador de Plataformas de Investigación y Poscosecha del CIMMYT en Oaxaca



Rodolfo Vilchis Ramos
Coordinador de Plataformas de Investigación y Poscosecha del CIMMYT en la región de Chiapas



Abel Saldivia Tejeda
Responsable de Plataformas e Investigación
en el Batán – CIMMYT



Jessica Jazmin González Regalado
Coordinadora de Plataformas de Investigación
y Poscosecha del Hub Valles Altos (VAM) y Pacífico Centro



Omar Domínguez
Coordinador Técnico en Hub Pacífico Norte – CIMMYT



Mariana Pérez García
Coordinadora de Plataformas de Investigación
y Poscosecha del Hub Bajío (Guanajuato,
Querétaro y Michoacán).

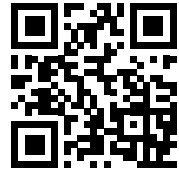




EnlACE[®]

La revista de la Agricultura de Conservación

Te invitamos a conocer, descargar
y compartir los números anteriores
de la Revista EnlACE.



Directorio de hubs en México

Hub Sistemas Intensivos Pacífico Norte (PAC)

José Luis Velasco, gerente
Correo electrónico: j.l.velasco@cgjar.org

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

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

Hub Maíz y Cultivos Asociados Pacífico Centro (PCTO)

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

Hub maíz y cultivos asociados Pacífico Sur (PSUR)

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

Hub Maíz - Frijol y Cultivos Asociados Chiapas (CHIA)

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

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

José Alberto Cabello Corrés, gerente
Correo electrónico: j.cabello@cgjar.org

Hub Maíz y Cultivos Asociados Valles Altos (VAM)

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

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

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

Hub Maíz y Cultivos Asociados Península de Yucatán (YUC)

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

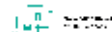
<https://bit.ly/3gy20Bb>



/accimmyt

#conoceenlace

BILL & MELINDA GATES foundation



La presente publicación es un material de divulgación del CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, realizado en el marco de su estrategia global de Innovación en Sistemas Agroalimentarios. La estrategia recibe el apoyo de Bill & Melinda Gates foundation; CGIAR Research Program on Wheat; del Gobierno Federal de México, a través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER); CGIAR Research Program on Maize; Walmart Foundation; USAID From The American People; Norad; Alliance Bioversity International & CIAT; International Food Policy Research Institute (IFPRI); Foreign Commonwealth & Development Office; CABI; Kellogg Company; Gruma; el Gobierno del estado de Guanajuato a través de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR); Australian Government - Australian Centre for International Agricultural Research; Grupo Bimbo; University of Cambridge; Met Office; Heineken México; FAO; FFAR; Nestlé; Context Global Development; Tufts University; CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security - CCAFS; International Institute for Tropical Agriculture (IITA); Syngenta; CGIAR Excellence in Breeding Platform; International Wheat Yield Partnership; Centre for international Migration and Development; University of Nottingham; Bayer; Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD); World Agroforestry; CGIAR Research Program on Agriculture for Nutrition and Health; Purdue University; Corteva agriscience; Rotoplas; Borlaug Institute for South Asia (BISA); Nacional Monte de Piedad; Fenalce; The World Bank; Centro Bartolomé de las Casas; ICARDA; Rabobank; Fundación PIEAES; Queen Mary University of London; Rezatec; Sabanci Universitesi; Grupo Modelo; NMBU; CentroGeo. 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.