



▶ Metodología LINK:
relaciones comerciales
incluyentes y sustentables

▶ Modelos de intermediación
tecnológica bajo el enfoque
de redes de innovación

▶ Apoyo e investigación,
la esencia de una sólida
relación entre el CIMMYT
y el Colpos

▶ SEMBRADORAS-FERTILIZADORAS DE TRACCIÓN ANIMAL

Alternativa sustentable para pequeños productores



Más cerca

01800 4627247



<http://conservacion.cimmyt.org>



Twitter

@ACCIMMYT



Facebook

www.facebook.com/accimmyt



Youtube

www.youtube.com/user/CIMMYTCAP

Año VIII. Número 37
abril - mayo 2017

DIRECTORIO

Coordinación General

Bram Govaerts

Gerente de Divulgación

Georgina Mena

Dirección Editorial

Iliana C. Juárez

Comité Editorial

Carolina Camacho

Tania Casaya

Concepción Castro

Carlos Garay

Bram Govaerts

Víctor López

Georgina Mena

Nora Honsdorf

Diseño gráfico

Yolanda Díaz

Fotografía de portada:

Yashim Reyes / CIMMYT



Web

Alejandra Soto



12



36



15



44



59

2 EDITORIAL

AL GRANO

3 Sanjaya Rajaram llama a técnicos a atender los retos de la agricultura de cara al 2050

4 Cuarto módulo para fortalecer temas de composta, biofertilizantes y calidad del suelo en AC

6 Refuerza MasAgro Guanajuato estrategia de comunicación con su nueva página web

8 MasAgro Guanajuato capacita para el mejoramiento de suelos con un enfoque sustentable

9 Desarrollan vinculación entre instituciones en Hub Valles Altos

10 MasAgro en Tlaxcala avanza decididamente en la Intensificación Sustentable

12 Capacitación a productores de maíz sobre el uso de sembradoras de tiro animal en San Miguel Etla

14 La agricultura sustentable a pequeña escala es reconocida por extensionistas oaxaqueños

MONOGRÁFICO

15 Reactivar las prácticas de conservación de suelos agrícolas adoptando tecnologías sustentables basadas en el sistema de Agricultura de Conservación

19 Nuevas variedades de frijol pueden mejorar el rendimiento de cultivos de temporal en Querétaro y Michoacán

22 Efecto fisiológico de productos bioactivos en plantas de maíz cultivadas bajo AC en la Frailesca, Chiapas

26 Modelos de intermediación tecnológica bajo el enfoque de redes de innovación

CENTRAL

30 Sembradoras-fertilizadoras de tracción animal

LA CHARLA

34 Francisco Gurría. Se fortalece vínculo entre CIMMYT y sector ganadero

DIVULGATIVO

36 La bendición de las semillas en Guatemala

40 MasAgro Biodiversidad. Agilizando el uso equitativo de la biodiversidad del maíz y el trigo

43 Natika, cultivar con respeto por la naturaleza

44 Apoyo e investigación, la esencia de una sólida relación entre el CIMMYT y el Colpos

48 Tecnologías herméticas y alternativas para disminuir pérdidas de maíz almacenado en México

53 Metodología LINK: relaciones comerciales incluyentes y sustentables

TIPS

57 Del cuidado a la eficiencia: lo que no hay que olvidar en el uso del nitrógeno y fertilización nitrogenada en AC

FOTORREPORTAJE

59 Innovaciones locales en sistema milpa

La biodiversidad de los cultivos: la clave para acabar con el hambre*

Sin duda, el escenario global presente lo plantea como un esfuerzo ineludible: combatir el hambre es un objetivo que requiere no sólo de compromisos, sino también de responsabilidades y conocimiento.

Un aliado transcendental, clave y de gran valor es la biodiversidad de los cultivos. El problema es que esta actividad en general aún no recibe la atención que merece.

Entre los tomadores de decisiones, permanecen las preguntas sobre el tema del acceso a alimentos para alcanzar el objetivo de un mundo que no padezca hambre. Entre esas interrogantes están la de qué tanto más se puede hacer, qué elementos hay o qué se necesita, sobre todo para que, en comunidades frágiles, quienes menos posibilidades tienen, garanticen su alimentación.

La biodiversidad de cultivos constituye una herramienta y una respuesta a la vez. Se trata nada menos que de todos los recursos genéticos que posee cualquier planta de cultivo, de las que se cultivan actualmente o se han cultivado en el pasado, y con los que –principalmente– trabajan los fitomejoradores. Esta actividad permite lograr cultivos alimentarios más resistentes, como se ha venido haciendo los últimos 40 a 50 años para sostener la seguridad alimentaria.

Mohamed Bakarr es especialista ambiental del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y Kevin Pixley es el director del Programa de Recursos Genéticos en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Ambos publicaron un vasto trabajo titulado *"Crop biodiversity: The key to ending hunger"*. En ese texto retratan la preocupación por la erradicación del hambre en el mundo y las posibilidades reales, destacando la biodiversidad de cultivos. También se hace referencia a las prácticas agrícolas sostenibles, las que están señaladas como "cruciales para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de las generaciones futuras, pero también para garantizar la biodiversidad de los cultivos. Ésta puede utilizarse para la cría de plantas resistentes a plagas, enfermedades y sequías, permitiendo a los agricultores utilizar menos fungicida, insecticida o agua en sus fincas, reduciendo así su impacto en el ambiente".

La publicación además refiere un trabajo reciente en el CIMMYT que ha identificado "las variedades de maíz resistentes al complejo mancha de asfalto (CMA) que ahora son utilizadas por los pequeños agricultores del sur de México, cuyos cultivos han sido severamente afectados por la enfermedad, mientras que los fitomejoradores también los utilizan para desarrollar nuevas variedades resistentes a enfermedades".

La publicación menciona que "las nuevas variedades de cultivos también a menudo mejoran el rendimiento, haciendo más productivas las tierras agrícolas existentes y reduciendo la necesidad de limpiar más tierras para la agricultura. Conservar más áreas para los hábitats de biodiversidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la deforestación ha sido una prioridad de iniciativas como el nuevo programa del Fondo para el Medio Ambiente Mundial para fomentar la sostenibilidad y la resiliencia para la seguridad alimentaria en 12 países de África subsahariana, que podrían mitigar 20 millones de toneladas de carbono".

Pero respecto de la biodiversidad en cultivos, el mensaje de los investigadores es claro, contundente y reflexivo: "La recolección y conservación en bibliotecas o bancos de germoplasma es fundamental para la seguridad alimentaria y nutricional. Cuando se producen desastres naturales o conflictos, las semillas de las que dependen los agricultores para obtener alimentos e ingresos pueden ser aniquiladas. El banco de germoplasma que mantiene el CIMMYT contiene 170,000 variedades de maíz y trigo de todo el mundo".

El rol de la biodiversidad es central y es clave. Asegura tanto el presente como el futuro, frente a imprevistos que van desde el cambio climático y sus efectos ya visibles, hasta conflictos o desastres naturales.

Pero más aún, las preguntas como ¿qué comerán nuestros hijos y nietos? ¿cómo se asegura la provisión alimentaria y cómo se puede erradicar la hambruna? persisten.

Una mayor capacidad de conocimiento de los denominados recursos genéticos puede, definitivamente, salvar vidas y salvar al mundo. Proveerles soluciones es una responsabilidad en la que todos debemos tomar parte.

Las inversiones en esta labor de investigación, protección, clasificación y disposición son también clave, porque permitirán ampliar aún más ese conocimiento. Y darán herramientas no sólo efectivas, sino reales, prácticas y rápidas para los desafíos actuales y futuros.

En un párrafo del trabajo de los doctores Mohamed Bakarr y Kevin Pixley podemos advertir un contundente mensaje: "Cuanto más conozcamos nuestros recursos genéticos, más rápida y eficazmente podremos utilizarlos para responder a las necesidades futuras. Y cuanto más práctica se ejecuta, trabajando con los fitomejoradores o los agricultores para enriquecer sus variedades de cultivos por los rasgos necesarios o deseados usando recursos genéticos, mejor preparados estaremos".

El conocimiento, las inversiones, la investigación y una estrategia de largo alcance representan la oportunidad de preparar un porvenir a las presentes y futuras generaciones, pero también un reto sobre las decisiones que tomemos hoy.

* Puede consultar el artículo original, *"Crop biodiversity: The key to ending hunger"*, publicado en Al Jazeera: goo.gl/SJOPxM.

Mohamed Bakarr es especialista ambiental del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

Kevin Pixley es director del Programa de Recursos Genéticos en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Sanjaya Rajaram, Premio Mundial de Alimentación, llama a técnicos a atender los RETOS DE LA AGRICULTURA DE CARA AL 2050

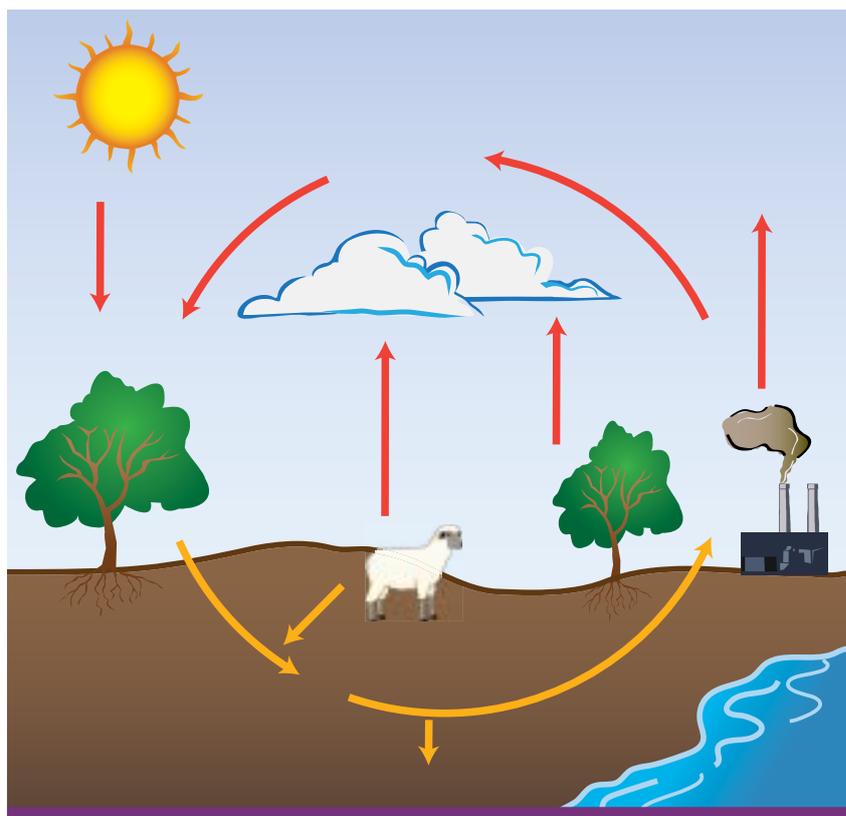
Destacó que otro reto en la agricultura es mantener, preservar e incrementar la materia orgánica en el suelo, pues actualmente, debido a la deforestación y contaminación de éstos, el cambio climático ha generado sequías e inundaciones frecuentes, reducción del contenido de carbono en el suelo, así como una influencia negativa en la nutrición, los microbiomas y los micronutrientes de las plantas.

Con más de 150 personas conectadas en línea, Sanjaya Rajaram, Premio Mundial de la Alimentación 2014, realizó la conferencia en línea “Respuesta global requerida para lograr los objetivos de desarrollo sostenible y cambio climático”, en el marco del cierre de las actividades del acompañamiento técnico del proyecto Pimaf. Destacó la tasa global de fertilidad, el cambio climático, la tierra cultivable disponible en el mundo y el acceso de los pequeños productores a semillas mejoradas, como algunos de los retos que la agricultura debe enfrentar con miras al año 2050.

La conferencia se llevó a cabo este 17 de marzo desde las instalaciones del CIMMYT en Texcoco, Estado de México, donde el doctor Rajaram, mexicano nacido en India, dedicó una hora y media a explicar los retos más importantes que hoy en día enfrenta la agricultura, e invitó a todos los actores (gobierno, instituciones y productores) a sumarse en un esfuerzo conjunto para mitigar los efectos del cambio climático y comprometerse al cuidado y sanación del suelo.

Sanjaya Rajaram afirmó que actualmente la tasa global de fertilidad (TGF)

es de 2.5, muy alta para lograr alimentar a los 9 billones de personas que habitarán el mundo para el año 2050, según estima la Organización de las Naciones Unidas (ONU); y afirmó que, para poder alimentar al planeta, la producción mundial de cultivos debe aumentar a un ritmo de 1.6% por año, cuando actualmente presenta un incremento de 1% por año.



El ciclo del carbono. Las actividades humanas y animales liberan CO₂, el cual es absorbido por el océano, la atmósfera y otros sumideros.

Asimismo, destacó que otro reto en la agricultura es mantener, preservar e incrementar la materia orgánica en el suelo, pues actualmente, debido a la deforestación y contaminación de éstos, el cambio climático ha generado sequías e inundaciones frecuentes, reducción del contenido de carbono en el suelo, así como una influencia negativa en la nutrición, los microbiomas y los micronutrientes de las plantas, razón por la que el cese de estas prácticas debe ser considerado una responsabilidad mundial, y ahondó en la captura de carbono como una alternativa para mitigar el cambio climático.

“La captura de carbono restaura el suelo degradado, aumenta la producción de biomasa, purifica las aguas superficiales y las subterráneas, y reduce la tasa de enriquecimiento de bióxido de carbono atmosférico”, explicó Sanjaya Rajaram. Así, el

desafío más importante para la agricultura en el futuro es mantener el carbono en el suelo, los bosques y los océanos, en lugar de hacerlo en la atmósfera; ello aumentaría la capacidad de las actividades microbianas del suelo y posibilitaría un mejor uso de los micronutrientes (imagen 1).

Investigador enfocado en el estudio del trigo, el doctor Rajaram habló también de la función de las fincas familiares y su impacto en la disponibilidad de alimentos y la nutrición, y expresó que, si bien 2,500 millones de personas viven de la agricultura familiar, las inversiones públicas son insuficientes para llevar la tecnología (como maquinaria y semillas mejoradas) a los pequeños agricultores. La investigación y el trabajo de campo del doctor Rajaram comenzaron en el CIMMYT en 1969, cuando trabajó con Norman E. Borlaug en los campos experimentales de El Batán, Toluca y Ciudad Obregón. Rajaram implementó una expansión importante del ingenioso enfoque de lanzamiento de Borlaug a escala mundial desde México, enfatizando una amplia adaptación de nuevas plantas a diferentes condiciones climáticas y de suelo, calidad de grano superior y aumentando la resistencia a las enfermedades y plagas que habían devastado los cultivos de los productores.

Después de 33 años en el CIMMYT, incluyendo siete como director del Programa Global de Trigo, Rajaram se unió al Centro Internacional de Investigación Agrícola en las Áreas Áridas (ICARDA) como director de Gestión Integrada de Genes. Durante su distinguida carrera, ha dado lugar a la liberación de más de 480 variedades de trigo en 51 países, que se cultivan en más de 58 millones de hectáreas en todo el mundo. ▶



El doctor Sanjaya Rajaram, en el marco del cierre de las actividades del acompañamiento técnico del proyecto Pimaf.



Cuarto módulo para fortalecer temas de composta, BIOFERTILIZANTES Y CALIDAD DEL SUELO EN AC

Participaron como ponentes los investigadores Nele Verhulst, del CIMMYT, y Alejandro Alarcón y Ronald Ferrera, del Colegio de Postgraduados.

Este 2 y 3 de marzo se llevó a cabo, por parte del Programa de Intensificación Sustentable en América Latina del CIMMYT, el cuarto módulo del Curso de Especialización en Fertilidad y Suelos, implementando nuevos conocimientos enfocados en las áreas de biofertilidad (como el uso y producción de la composta, la utilización de biofertilizantes o biocontroladores) y el análisis de los agregados en el cultivo en la Agricultura de Conservación.

La primera ponencia estuvo a cargo de Nele Verhulst, coordinadora de Investigación Estratégica del Programa de Intensificación Sustentable del CIMMYT, quien habló sobre los efectos de la Agricultura de Conservación en la calidad del suelo, además de efectuar una práctica en campo y laboratorio. "Cuando estamos trabajando con productores, normalmente hay quienes maquinan mucho su terreno y a veces se quejan de que tienen problemas de emergencia (de la planta). En sí, lo que está pasando es que el suelo ya no tiene la estructura que le permite mantener su forma y que no se compacte cuando hay mucha precipitación, entonces hacer este tipo de prácticas te permite ver cómo está el suelo, si realmente tiene estructura o no, y si no la tiene, qué trabajo necesitas hacer para recuperarla, y normalmente es empezar a trabajar con el sistema de Agricultura de Conservación", expresó Rodolfo Vilchez, coordinador regional de plataformas de investigación y poscosecha en el Hub Chiapas, Hub Golfo Centro y Península de Yucatán, y participante en este curso de especialización.

En el segundo día de capacitación, Alejandro Alarcón, del Colegio de Postgraduados (Colpos), intervino con una ponencia sobre biofertilidad, en la que abordó temas como recursos genéticos de microorganismos (uso de biofertilizantes o biocontroladores), hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y Rhizobium, producción de inoculantes con bacterias promotoras del crecimiento vegetal, maíz olotón, microbiología de raíces adventicia, criterios para la evaluación de inoculantes con HMA, limitantes de la aplicación extensiva de biofertilizantes, calidad de los productos biofertilizantes comerciales y normatividad y legislación de la producción, distribución y aplicación de los biofertilizantes. "Lo que me agradó fue analizar la parte sobre las etiquetas de biofertilizantes a base de micorizas. Normalmente en algunos trabajos que hemos hecho hemos aplicado micorizas, pero no veíamos medular el conocer la cantidad de esporas disponibles en el producto aplicado", comentó Vilchez sobre esta conferencia.

Finalmente, respecto a la exposición realizada por Ronald Ferrera Cerrato sobre composta: uso y producción, Rodolfo Vilchez expresó que esta ponencia le permitió adquirir información sobre las prácticas de fermentación y composteo, las cuales permiten hacer más viable el uso de residuos orgánicos, y agregó que este curso ha contribuido "a mejorar lo que ya hemos hecho, y nos ha permitido tener un enfoque más analítico en las prácticas de campo, así como herramientas para un trabajo más efectivo, que se desarrolla en el campo con los productores y nos permite concientizar en lo que hacemos".

El quinto y último módulo se realizará el 20 y 21 de abril y las temáticas serán "Elaboración, implementación y evaluación del Plan de Formación a técnicos y productores" y "Comunicación para la extensión".



Ronald Ferrera Cerrato es microbiólogo y profesor-investigador del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Sus principales líneas de investigación son la fijación biológica de nitrógeno, las micorizas, la materia orgánica y la biorremediación de suelos.



Refuerza MasAgro Guanajuato estrategia de comunicación con su NUEVA PLATAFORMA DIGITAL

Visita el sitio en: www.masagroguanajuato.cimmyt.org



El portal concentra distintas herramientas digitales, publicaciones e información sobre eventos que MasAgro Guanajuato considera relevantes para las actividades agrícolas.

El nuevo portal del programa MasAgro Guanajuato busca reforzar la estrategia de extensionismo rural que impulsa la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del gobierno del Estado en coordinación con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en beneficio del campo guanajuatense. El principal objetivo de este canal de comunicación es diseminar la información que genera el equipo

de MasAgro Guanajuato, que incluye a productores, técnicos, investigadores, colaboradores de la iniciativa pública y privada, comunicar lo que somos y hacemos, así como fomentar las diversas prácticas agrícolas sustentables entre los productores de granos de esta entidad.

En la nueva plataforma digital de MasAgro Guanajuato, el usuario podrá encontrar de una manera ágil y directa una amplia descripción de las actividades del programa y herramientas que han sido creadas con el objetivo de recopilar y/o procesar datos de manera que puedan ofrecer información útil en la toma de decisiones que contribuyan al incremento sustentable de la productividad en el campo guanajuatense. También estarán disponibles las publicaciones, invitaciones de capacitación y eventos demostrativos del programa.

Principales herramientas tecnológicas desarrolladas y personalizadas, disponibles actualmente para el proyecto de MasAgro en Guanajuato

Sistema de seguimiento y evaluación; en la Bitácora Electrónica MasAgro (BEM) es posible la captura de datos sobre el manejo agronómico e información socioeconómica y genera estadísticas y análisis que apoyan tus decisiones para el siguiente ciclo.



Sistema de Información Geográfica (SIG) en línea que permite visualizar especialmente la información agrícola y socioeconómica de las distintas tecnologías MasAgro aplicadas en los módulos, áreas de extensión y áreas de impacto registradas en el sistema BEM.



GreenSAT ayuda a los productores de trigo a calcular la cantidad óptima de nitrógeno que necesita el cultivo cuando inicia la etapa de alargamiento del tallo.



GreenSeeker ayuda a los productores a diagnosticar rápidamente las condiciones de sus cultivos.



Plataforma de envío de mensajes de texto SMS cuyo objetivo es proporcionar información relevante, en tiempo real y específica por zona/cultivo.



Es el Sistema de Alerta Fitosanitaria del estado de Guanajuato que realiza el envío de un Boletín Fitosanitario a tu celular que tiene como propósito permitir que cuentes con información generada sobre plagas y enfermedades de importancia en tu región de forma veraz, oportuna y gratuita.



Esta herramienta proporciona un método simple, paso a paso, para identificar los problemas de producción de maíz, las plagas y enfermedades, y sugiere formas en que puede resolver sus problemas.



También proporciona un método simple, paso a paso, para la identificación de los problemas de producción de trigo, enfermedades y plagas, y sugiere formas en que puede superar los problemas en el campo y mejorar la producción.

En masagroguanajuato.cimmyt.org el usuario podrá interactuar y contactar con el programa para hacer preguntas y enviar sugerencias y comentarios, las cuales serán atendidas oportunamente por el área de comunicación del programa.



MasAgro Guanajuato capacita para EL MEJORAMIENTO DE SUELOS CON UN ENFOQUE SUSTENTABLE

El cuidado, la mejora y la conservación del suelo es importante para tener un mejor rendimiento.

El suelo es el recurso básico de la agricultura y debe ser cuidado con el fin de mejorar, conservar y hacer un uso sostenible de él. El rendimiento de los cultivos está estrechamente ligado a la productividad del suelo, la cual, a su vez, depende del manejo que se le da.

En la zona norte de Guanajuato se enfrenta la problemática de suelos muy compactados debido a la excesiva labranza, la labranza del suelo durante los periodos húmedos, el tráfico excesivo de máquinas y el pisoteo del ganado por el libre pastoreo. El programa MasAgro Guanajuato, por medio de sus técnicos, promueve estrategias de mejoramiento de suelos bajo un enfoque sustentable mediante la capacitación a productores acerca del uso de compostas y biofertilizantes.

Al respecto, el ingeniero Francisco Santoyo, técnico MasAgro, quien brinda asesoría y capacitación técnica a productores cooperantes de la zona norte del estado, consideró

que el suelo es un recurso dinámico que sostiene vida vegetal. Está compuesto de partículas minerales de diferentes tamaños (arena, limo y arcilla), de materia orgánica y numerosas especies de organismos vivientes. Expuso que la práctica general en la zona es el arado para la preparación de los terrenos, además de que hay libre pastoreo: el ganado está suelto en otoño-invierno y consume lo poco que queda de materia orgánica, por lo que la compactación es considerable. Señaló que a pesar de que una organización de productores cuenta con un parque de maquinaria (un tractor de 200 caballos, una rastra de 40 discos y un subsuelo de 11 picos), no es suficiente, sino que hace falta el conocimiento de cómo utilizarla, en qué momento.

Agregó que, además de agrícola, la zona es ganadera, por lo que se busca utilizar los residuos de la ganadería para la agricultura y viceversa, "lo que se pretende es ir aumentando el porcentaje de materia orgánica en el suelo, que es bastante pobre, ya que no rebasa 0.5 de materia orgánica, muy por debajo de lo deseado. Tenemos las condiciones físicas del suelo, que está muy compactado, por lo que hay que seguir promoviendo la rotura vertical, pero que no quede sólo en eso, sino que los productores analicen la posibilidad del uso de compostas y estiércol de ganado procesado, no fresco, para evitar problemas de hongos, de malezas o enfermedades. Eso aumentaría el porcentaje de materia orgánica y ayudaría a mejorar las condiciones físicas del suelo, como porosidad y densidad".

En la zona norte de Guanajuato los suelos son ácidos, pH 6.3 - 6.7, y la materia orgánica menos de .5. El uso de compostas mejora el suelo agrícola de manera sustentable al aplicar el residuo ganadero, ya que se puede transformar en fertilizante y esto es un valor agregado. Además, aumenta el porcentaje de materia orgánica y al mejorar condiciones físicas del suelo, aumenta la capacidad de retener humedad y la planta se estresa menos. ▶



Con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo, además de la rotura vertical, es conveniente que los productores analicen el uso de compostas y estiércol de ganado procesado, no fresco, para evitar problemas de hongos, de malezas o enfermedades.

Desarrollan VINCULACIÓN ENTRE INSTITUCIONES en Hub Valles Altos



Tania Casaya durante su presentación referente a "Qué significa escalamiento en el contexto de nodo de innovación".

El pasado 24 de marzo, la estación experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en Toluca, Estado de México, fue la sede del Hub Meeting de ese estado, el cual estuvo a cargo de Tania A. Casaya Rodríguez, gerente del Hub Valles Altos, y cuyo principal objetivo fue fortalecer la relación entre los diferentes actores que conforman la red y promover un escalamiento de las tecnologías MasAgro que responda a las necesidades y planteamientos identificados de forma conjunta con los productores, técnicos, investigadores e instituciones gubernamentales.

Durante el evento se desarrollaron los temas "Qué significa escalamiento en el contexto de nodo de innovación" por parte de Tania Casaya, mientras que Fernando Delgado, superintendente de la estación experimental del CIMMYT-Toluca, abordó la temática "Triticale: situación y perspectiva en el Estado de México". Por su parte, Juan Lorenzo Medina Pitalua, profesor investigador del departamento de Parasitología Agrícola en la Universidad Autónoma de Chapingo, planteó información primordial sobre "Agricultura de Conservación: situación actual y retos en el Estado de México".

Posteriormente, se realizaron las mesas de trabajo "Variedades adecuadas y extensionismo" y "Triticale y extensionismo", concluyendo "que los cultivos de maíz y triticales son de suma importancia en el estado y representan una producción

significativa, por lo cual es necesaria la fusión de la investigación entre diferentes instituciones como la UACH, Icamex, CIMMYT e INIFAP, para así darles a los productores los resultados de dichas investigaciones y generar capital humano capacitado, como los técnicos, que brindan una asesoría de calidad y eficiente en sus intervenciones", expresó la gerente del Hub Valles Altos, quien agregó que "se resaltó la importancia de la unión entre instituciones para hacer más eficiente el recurso humano en la investigación aplicada al campo, el desarrollo de capacidades y la transferencia de propuestas tecnológicas que den respuesta puntual a la problemática de los productores".

El Hub Meeting contó con la participación de los productores de las regiones cercanas a Toluca, como Temascalcingo, Lerma, Jilotepec y Xonacatlán; Alejandra González, en representación del delegado estatal de la Sagarpa; Julio de la Mora; Pedro Mijares, director general del Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Agrícola y Forestal de Estado de México; Angélica María Franco, jefa del Distrito de Desarrollo Rural 073 de Toluca; Baldozero Alarcón, profesor investigador del departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo; y Vicente Álvarez Delgado, presidente nacional del Sistema Producto Maíz. ▶



MasAgro en TLAXCALA avanza decididamente en la INTENSIFICACIÓN SUSTENTABLE



En su participación, el doctor Govaerts señaló la importancia de lo realizado y los retos para 2017.

“Siempre hemos dicho que Tlaxcala es uno de los estados más avanzados dentro del modelo de colaboración que se quiere impulsar con MasAgro”. Con esta referencia, Bram Govaerts, representante regional del CIMMYT en América Latina, señaló la importancia de lo realizado y los retos que vienen para el presente año, en el marco de la Reunión Estratégica de actores de Escalamiento, inaugurada en el Centro Nacional de Innovación en Agricultura del Altiplano y Especies Menores y celebrada en marzo de este año.

En el encuentro participaron destacados referentes de la actividad agropecuaria de la región, así como productores que, a lo largo de la jornada en la sede

de Fundación Produce Tlaxcala, concurren en las mesas de discusión sobre temas de comercialización, mecanización y extensionismo.

“El objetivo de esta reunión es la integración de actores. Queremos asegurar que en 2017, aparte de los 25 técnicos certificados con que cuenta ya Tlaxcala, se aprovechen

los 17 módulos instalados, los cuales han servido para capacitar a más de 700 productores tan sólo el año pasado”, señaló Govaerts, quien agregó que “los retos para el mundo son muy altos, pues necesitamos dar de comer a más de 9,000 millones de personas”.

“Uno de los elementos que agrava la situación, por supuesto, es el cambio climático” agregó Govaerts, y ante esta compleja situación, con efectos negativos en la actividad productiva y económica en territorio mexicano, indicó que la estrategia de Intensificación Sustentable que ha desarrollado el CIMMYT tiene por objetivo “no sólo combinar el conocimiento tradicional con un conocimiento avanzado en ciencias, sino que se busca la integración de nuevas soluciones, con sistemas más eficientes, generando menos impacto al medio ambiente”. Para ello, invitó a los productores y actores del sector a sumarse a las herramientas de decisión del CIMMYT, como la Bitácora Electrónica MasAgro, que está disponible para recolectar big data, información sustentada para la toma de decisiones correctas.

En Tlaxcala

Con respecto a la labor en Tlaxcala, el doctor Govaerts refirió que “hemos hecho una serie de intervenciones en las cuales hay tres pilares: política pública, área tecnológica y área de conocimiento”. Además, anunció la exitosa repatriación y recuperación de varias semillas criollas que se habían perdido por los años de sequía aquí, y fueron regresadas al campo gracias al banco de germoplasma del CIMMYT. “El éxito del campo no está en el antagonismo, sino en la integración y el respeto a la cultura y su conocimiento tradicional integrado con el avance científico moderno”, mencionó.

En este sentido, Sergio Tapia Medina, director general de Productividad y Desarrollo de Tecnología de Sagarpa, felicitó y reconoció la labor y los esfuerzos colaborativos del CIMMYT y la Fundación Produce para promover la conservación de maíces criollos en Tlaxcala, y agregó que uno de los componentes de la dirección que encabeza es el mejoramiento y la reproducción de materiales fitogenéticos de algún valor. “Quiero dejarles una petición, que integremos acciones de conservación de variedades criollas para la conservación de paisajes críticos para la agricultura, ya que con el trabajo que ustedes hacen generan una sustentabilidad que nos ayuda a difundir ese mensaje del campo para el futuro”.

En el marco del evento también estuvo presente José Luis Ramírez Conde, secretario de Fomento Agropecuario de Tlaxcala, quien tuvo a bien hacer la inauguración oficial de esta reunión y reafirmar su compromiso para trabajar en colaboración con el CIMMYT y la Fundación Produce para escalar a los productores las prácticas y tecnologías sustentables en beneficio del campo tlaxcalteca; también participó Guillermo Bretón, coordinador de la región centro en Cofupro y presidente de la Fundación Produce. ▶

MasAgro en Tlaxcala (hasta diciembre de 2016)

1 plataforma
de investigación

17 módulos
→ **22.94** hectáreas

55 parcelas
como áreas de extensión
→ **184.33** hectáreas

El éxito del campo no está en el antagonismo, sino en la integración y el respeto a la cultura y su conocimiento tradicional integrado con el avance científico moderno:
Bram Govaerts.



CAPACITACIÓN A PRODUCTORES de maíz sobre el uso de sembradoras de tiro animal en San Miguel Etna

A principios de marzo, las extensionistas Guadalupe Marín Rayón y Mitzin Dinhora Gómez González, del programa de Apoyo a Pequeños Productores, realizaron una capacitación sobre el uso de sembradoras de tiro animal a 14 productores de la localidad de San Miguel Etna y Zoquiapam, pertenecientes a la región de los Valles Centrales, Oaxaca, en la parcela denominada “La Joya” para la siembra de maíz elotero del ciclo OI.

La tipología de los productores atendidos por las extensionistas se encuentran en los estratos E1: Familiar de subsistencia sin vinculación al mercado, y E2: Familiar de subsistencia con vinculación al mercado, quienes tienen mecanización nula o baja en la preparación y siembra de sus parcelas para el cultivo de maíz. Sus necesidades de capacitación están enfocadas al manejo de residuos de cosecha, uso de maquinaria especializada para el establecimiento y manejo de cultivo, e implementación de Agricultura de Conservación, por lo cual es necesario mostrar las alternativas tecnológicas para un uso adecuado de sus recursos naturales y económicos.

El extensionista, junto con el grupo de productores, llevó a cabo el mapeo de la cadena y detectó que uno de los principales problemas son los bajos rendimientos, determinados por factores como: condiciones cli-

máticas adversas, fertilización inadecuada, baja densidad de siembra y mala distribución de la semilla, la siembra tradicional y mateada. Asimismo, algunos productores comentaron que han observado que si se deposita una sola semilla por golpe, la planta obtiene un mayor vigor; sin embargo, otros mencionan que sí es una buena práctica, pero les genera muchos problemas debido a que no existe maquinaria disponible para realizarla, en tanto que de manera manual demanda un mayor número de jornales, elevando hasta 50% los costos de siembra respecto a la forma habitual de los productores. Además, la maquinaria disponible en la región no cubre las necesidades y las superficies son pequeñas.

Por tal motivo, el extensionista aplicó la π (transferencia de tecnología), la cual brinda una alternativa como el uso de sembradoras de tiro animal, que ayuda a una distribución homogénea de la semilla y una densidad adecuada para generar las condiciones idóneas para el desarrollo de la planta, la cual puede ser uti-



Demostración a productores sobre el uso de sembradoras de tiro animal.

lizada en la siembra sobre residuos de cosecha. Para llevar a cabo esta actividad se solicitó la colaboración del ingeniero José Rausel Ovando Galdámez, quien capacitó a los productores y extensionistas sobre el uso de las sembradoras, explicando que las sembradoras tiradas por animales (bueyes, caballos o mulas) ayudan a realizar la siembra de la semilla de manera uniforme y hacen una aplicación correcta de fertilizante en las dosis adecuadas.

Una calibración deficiente puede tener como consecuencia densidades de plantas muy bajas o muy altas, así como semillas quebradas que no germinarán, con lo cual se desperdicia semilla y fertilizante y se ponen en riesgo los rendimientos y las utilidades. Por lo tanto, es indispensable calibrar cuidadosamente la sembradora de tiro animal, que implica la elección correcta del plato, así como los engranes que proporcionen la distancia entre plantas y la cantidad de fertilizante. Asimismo, es necesario efectuar pruebas en una parte de la parcela antes de utilizarla para sembrar todo el terreno.

La sembradora es de bajo costo, fácil de manejar y puede ser utilizada para la siembra de maíz, frijol y otros granos con una calibración adecuada. El facilitador del CIMMYT les comentó a los productores que si desean recibir capacitación se pueden realizar demostraciones y capacitaciones de las tecnologías promovidas

por MasAgro, siempre y cuando se vinculen con asesores técnicos para hacer la solicitud.

Posterior a la explicación del funcionamiento, se procedió a llevar a cabo las pruebas en campo, donde los productores verificaron la distancia entre semillas y la profundidad de siembra, así como el tapado de la semilla y la aplicación del fertilizante.

Después de la capacitación, los productores comentaron que para ellos sería de gran importancia adquirir una sembradora de manera grupal, ya que esto les ayudará a disminuir costos de siembra y obtener una densidad y distribución adecuada de semilla de maíz o frijol. ▶



Para poder aprovechar 100% el potencial de semillas mejoradas y llevar a cabo mejores prácticas agronómicas basadas en los principios de la Agricultura de Conservación, la Unidad de Maquinaria y Mecanización Inteligente diseña prototipos nuevos y rediseña tecnología existente para acondicionarla al medio ambiente de México. Tal es el caso de las sembradoras de tiro animal.



LA AGRICULTURA SUSTENTABLE a pequeña escala es reconocida por extensionistas oaxaqueños



El productor Celso Miguel Cruz, luego de ser reconocido con el segundo lugar en el concurso Productor Innovador 2016.

En el marco del componente de Extensionismo 2016 y con motivo del encuentro de Extensionismo Agroalimentario en Oaxaca, celebrado el 25 de marzo de 2017 en las instalaciones del auditorio municipal de Zimatlán de Álvarez, se llevó a cabo el concurso de Productor Innovador 2016, donde fue reconocido con el segundo lugar el señor Celso Miguel Cruz, de Magdalena Apasco, quien llevó a cabo producción de frijol bajo el sistema de agricultura sustentable.

El año pasado y debido a la sequía de la región, una de las parcelas del productor se vio afectada. Ante esta situación adversa, Carlos Barragán García, técnico extensionista, vio la oportunidad para implementar un área de extensión en agricultura sustentable en donde se promoviera la rotación de cultivos con leguminosas. Se consultó el clima y se esperaban lluvias a partir de la primera semana de septiembre y hasta finales de noviembre. Se identificó además una variedad de frijol criollo negro delgado de los Valles Centrales de Oaxaca con un ciclo productivo de 90 días.

Para el establecimiento del cultivo, el productor retiró 70% del forraje para la alimentación de sus animales, y posteriormente la siembra se realizó el 3 de septiembre con una sembradora de Agricultura de Conservación de tiro animal sobre el lomo del surco de maíz. En el manejo del cultivo se realizó una nutrición balanceada y fraccionada, manejo agroecológico de plagas y la aplicación de caldo sulfocálcico para la prevención de enfermedades. Se logró obtener una producción de 160 kg en 900 m², equivalente a 1,700 kg/ha. Del total de la producción, 70% fue comercializada en el mercado local y el resto fue destinado para el consumo familiar.

En la actualidad, Celso es uno de los principales promotores de la agricultura sustentable y se está preparando para implementarla en el resto de sus parcelas, pues está convencido de que es posible incrementar la productividad, disminuir los costos de producción y los impactos al medio ambiente.†

REACTIVAR LAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS adoptando tecnologías sustentables basadas en el sistema de Agricultura de Conservación



Prácticas de agricultura sustentable con pequeños productores.

La Mixteca Alta se localiza al noroeste del estado de Oaxaca. Es una región montañosa en la que 80% de la superficie corresponde a laderas, lo cual facilita la fuerte tasa de erosión del suelo. Debido a la variación del clima, cada año se pierden en promedio 90 toneladas de suelo por hectárea (Contreras, 2007).

Es conocida como una zona donde la agricultura fue autosuficiente. Muchos especialistas consideran a la Mixteca como la región más pobre debido a la erosión y a las escasas oportunidades de empleo de los productores. La erosión por lluvia o eólica se debe a diversas prácticas convencionales utilizadas por los productores, así como a las altas pendientes.

Es por ello que resulta necesario conocer bien el proceso del sistema de producción para poder realizar una estrategia de intervención que genere alternativas de solución a los problemas que los productores enfrentan.

En la actualidad, la Mixteca no cuenta con capacidad suficiente para la producción de maíz, frijol y trigo, por lo que los habitantes de la región se ven obligados a comprar los faltantes a otras zonas productoras. La exigencia de manejo de la tierra es herencia de una sabia práctica precolonial, pero lo que más llama la atención es la celosa costumbre de los productores de realizar cambios para la conservación de los suelos.

La erosión hace destrozos en una tierra que, aún sin esta calamidad, es escasa y de baja productividad. Quizá las terrazas eran obligatorias en tiempos precortesianos, pues este sistema de práctica no fue introducida por los españoles (1). Para la región, las causas principales de la erosión actual son el abandono de las terrazas y otras prácticas de conservación de suelos. En ausencia de estas estructuras, los suelos son fácilmente arrastrados por las pronunciadas pendientes. Sin embargo, cabe destacar que ante estos fuertes fenómenos presentados en la región, no se ha visto el interés y el esfuerzo por recuperar las tierras.

Participación de los productores en la conservación del suelo

La región de la Mixteca oaxaqueña es de las más pobres de México, con mayor deterioro del suelo, altos niveles de deforestación y escasez de agua. Según estudios realizados, cerca de 500,000 ha de esta región presentaban problemas muy severos de erosión (Semarnat, 2000).

La precipitación pluvial varía de 300 a 750 mm, con una distribución temporal errática, entre junio y octubre, con periodos de sequía de entre 21 y 40 días entre julio y agosto; como la que se presentó en el ciclo 2015. Se estima que 83% de los suelos en la Mixteca están ligeramente degradados y 17% muestran signos de erosión severa (2). El alto grado de



A. Cultivo de maíz en labranza mínima. B. Tractor trabajando en siembra en ladera.

erosión en ciertas áreas de la región hace que la recuperación de tierras para los productores sea en extremo costosa y con bajos rendimientos.

Sistemas de producción

En la Mixteca, la mayor parte de la superficie de labor se clasifica como temporal, sólo 4% son tierras de humedad residual y 6% con facilidad de irrigación. Los cultivos más importantes son maíz, frijol y trigo.

Actualmente en el municipio de Magdalena Peñasco y Tlaxiaco existen tres patrones de producción, 1) maíz y frijol, 2) maíz-hortaliza y 3) sistema milpa. El frijol se produce en tres diferentes sistemas: el más importante, sembrado con productores cooperantes, es el frijol asociado con maíz de temporal, otros son frijol de temporal y frijol de riego; sin embargo, este último no es común en la Mixteca. Los calendarios de cultivo pueden observarse en el cuadro 1.

Rotación de cultivos

La rotación más común en la zona de estudio es un ciclo de maíz solo o asociado con frijol o frijol solo. Sin embargo, los productores no acostumbran alternar estos cultivos, ya que normalmente el maíz solo o asociado con frijol y calabaza se cultiva por varios años.

La asociación más común es maíz de temporal con frijol de temporal; los productores acostumbran sembrar al mismo tiempo. Algunas veces la

Cuadro 1. Patrones de producción de maíz y frijol en la zona de intervención.

Cultivo	Periodo de siembra	Periodo de cosecha
Maíz de temporal (asociado con frijol)	mayo-junio	noviembre-diciembre
Maíz de humedad residual	marzo-abril	octubre
Maíz de riego	febrero, marzo y abril	octubre-noviembre
Frijol de temporal	julio	noviembre
Frijol de riego	enero-febrero	abril-mayo

calabaza es intercalada, lo que depende particularmente de que haya suelo con humedad relativamente alta.

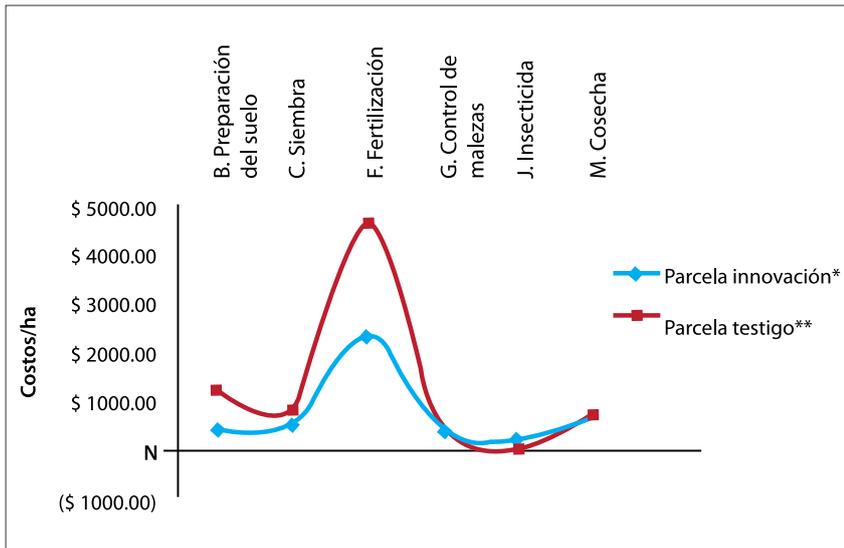
Ante esta situación, la estrategia Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) busca el cambio en la estructura de los costos de producción y un incremento en el rendimiento mediante la introducción de la labranza mínima o de conservación. Los productores que acostumbran rentar maquinaria o tracción animal para la preparación de suelos se ahorrarían estos costos en efectivo al adoptar estas prácticas.



Prácticas de agricultura sustentable. Manejo de camas permanentes.

En la gráfica 1 se muestra la diferencia que existe entre la agricultura convencional y el sistema de Agricultura de Conservación (AC). Estos datos indican que con la introducción de un nuevo sistema es posible reducir significativamente los costos de preparación del suelo.

Gráfica 1. Costos de producción del maíz. Agricultura tradicional vs. AC.



Según testimonios de productores cooperantes, la fertilidad del suelo es cada vez menor que hace 10 o 15 años. Los rendimientos han disminuido drásticamente, aunque según investigaciones de especialistas, es difícil relacionar este fenómeno con el problema de erosión, debido a que la severidad de la sequía también ha aumentado. Sin embargo, los productores buscan solucionar problemas a corto y no a largo plazo, como la erosión de suelos agrícolas.

El equipo técnico Ñuu Kuiñi SPR de RL ha diagnosticado las problemáticas que enfrentan los productores, por lo que se ha buscado una estrategia de intervención que haga frente a los problemas. El grupo de productores cooperantes ha



Grupo de productores durante una demostración de campo sobre manejo de rastrojo.

comentado que luego de tres años de practicar alguna tecnología, han encontrado algunas ventajas.

La más importante ha sido el impacto de la Agricultura de Conservación en la retención de humedad en el suelo como consecuencia del uso del rastrojo como cobertura. Se ha visto que la conservación de humedad puede tomar mayor importancia en los suelos más delgados. También los productores consideran que se reduce o evita la erosión de suelos principalmente en zonas de ladera. El uso del rastrojo como cobertura aumenta la fertilidad de los suelos, la cual es una ventaja particularmente para suelos pobres.

Conclusión

Es necesario reactivar los sistemas de conservación de suelos mediante diversas prácticas que contribuyen al mejoramiento de los suelos agrícolas; por esta razón, con la intervención con los grupos de productores en la Mixteca se busca una estrategia para la concientización de los productores, con el fin de que ellos mismos descubran la necesidad de solucionar sus problemas con las tecnologías aportadas y disponibles.

Las investigaciones coinciden en que con la aplicación de las prácticas del sistema de Agricultura de Conservación se pueden resolver algunos problemas; sin embargo, esta tecnología no es una solución que funcione en todas las condiciones y para todos los agricultores. Algunos logran ventajas en los primeros dos años, mientras que otros comentan haber obtenido resultados luego de más de tres años. ▶

Literatura citada

- M. T. de la Peña (1950). Memorias del Instituto Nacional Indigenista. Problemas sociales y económicos en la Mixteca.
- Martínez J. et al. (2006). Manejo del agua y restauración productiva en la región indígena Mixteca de Puebla y Oaxaca.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2000). www.semarnat.org.mx. (Consulta: 17 de octubre de 2016).
- Contreras H., J. R. (1991). Memorias del V congreso Nacional de Meteorología. Índices de erosividad y cobertura al suelo en la Mixteca oaxaqueña. Cd. Juárez, Chihuahua.

Autor: Jorge A. Acosta Gallegos, Cebaj-INIFAP.
Con información de Manuel Rojas y Miguel
Uribe, SAQ, y Emma Castolo, RedInnovac.

MONOGRÁFICO



NUEVAS VARIETADES DE FRIJOL pueden mejorar el rendimiento de cultivos de temporal en Querétaro y Michoacán



En el centro de México, el frijol tradicionalmente ha sido un componente de diversos sistemas de producción y de la rotación con cereales. En esta región se demandan diversos tipos de grano de frijol, entre ellos los tipos flor de mayo y flor de junio (Castellanos *et al.*, 1997), y en años recientes, el tipo pinto.

En la región, diversos patógenos limitan la producción de frijol: los causantes de la roya, la virosis y el tizón común en el Bajío. En áreas del Altiplano, la roya, la antracnosis, las pudriciones de raíz y los tizones común y de halo disminuyen los rendimientos (López-Frías, 1994). Por ello, son necesarias las variedades resistentes a las enfermedades. Además, bajo condiciones de temporal, la irregularidad y la precipitación en ocasiones deficiente impiden la obtención de altos rendimientos, causando periodos de sequía intermitente cuyo efecto negativo se acentúa en aquellas áreas con suelos delgados de baja fertilidad.

Las altas densidades de población y los arreglos espaciales de plantas que tienden a la equidistancia tienen potencial para incrementar el rendimiento de frijol, lo cual se atribuye a una mayor intercepción y eficiencia del uso de la radiación solar (Osuna *et al.*, 2012). La variedad, el manejo del cultivo y su interacción son dos factores que inciden y determinan el rendimiento y algunas características agronómicas bajo condiciones de temporal. La generación y utilización de genotipos compactos, de ciclo corto y crecimiento reducido y bajo índice de área foliar, cuando se acompaña de prácticas agronómicas para optimizar el uso del agua de lluvia y evitar la erosión del suelo (problemas que no pueden resolverse con el mejoramiento genético) han contribuido en años recientes a elevar la producción en el Altiplano semiárido del norte-centro de México (Osuna *et al.*, 2007; Osuna *et al.*, 2012). Así mismo, el ciclo corto del frijol permite el acomodo de más ciclos de cultivo en una rotación multianual.

Por lo anterior, el contar con un mayor número de variedades con características de resistencia a enfermedades y alto rendimiento, de diferente ciclo de cultivo, proveerá de opciones a los productores de frijol. El objetivo fue probar nuevas variedades de frijol de los tipos flor de mayo y flor de junio y pinto como componentes de la rotación de cultivos en tres plataformas Masagro del Hub Bajío y así ofertar a los productores y consumidores nuevas opciones de producción. En el cuadro 1 se muestran algunas características de localización e información del clima en las plataformas en el ciclo PV 2016.

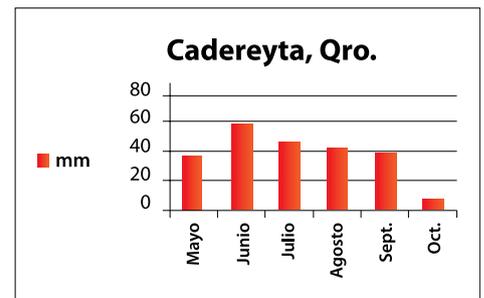
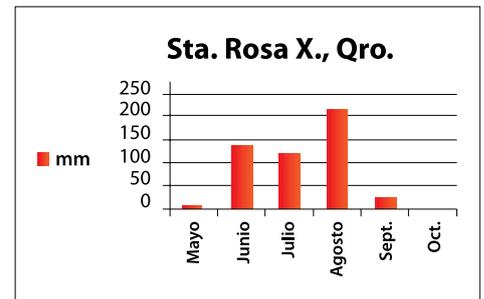
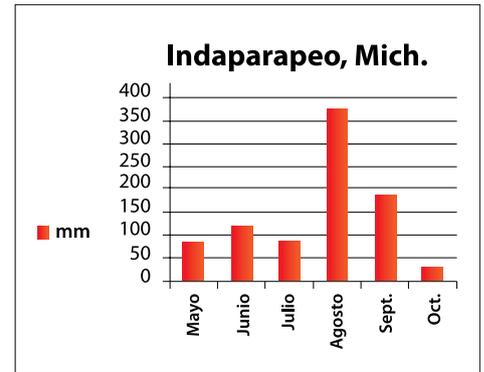


Figura 1. Precipitación mensual (mm) de mayo a octubre en tres localidades del Hub Bajío.

Cuadro 1. Tipo de suelo, localización y clima en las plataformas durante el ciclo PV 2016.

Localidad	Cadereyta	Sta. Rosa X.	Indaparapeo
Suelo	Vertisol pélico	Feozem calcárico	Vertisol mazico
Latitud N	20.684	20.370	19.850
Longitud O	99.801	100.002	101.030
msnm	2047	1938	1833
T. media (°C) ¹	18.7	19.3	20.5
Precip. (mm) ¹	228.9	513.9	888.7

¹ Promedio y acumulada de mayo a octubre.

Reacción a enfermedades

Durante la etapa reproductiva se realizaron observaciones sobre las principales enfermedades que afectaron al cultivo en forma natural en las tres localidades (ver cuadro 2). Como era de esperarse, en la localidad de mayor precipitación durante el ciclo del cultivo, Indaparapeo, la presión por enfermedades fue mayor, sobre todo la severidad de la mancha angular y la antracnosis; la bacteriosis común y la roya se presentaron en las tres localidades.

Rendimiento

En las tres localidades de prueba sólo hubo dos variedades en común: pinto Saltillo y junio León. En el cuadro 3 se observa que la localidad de menor rendimiento fue Cadereyta, en tanto que y la del mayor fue Indaparapeo.

Cuadro 2. Principales enfermedades observadas atacando al cultivo.

	Cadereyta, Qro.	Sta. Rosa Xuxuy, Qro.	Indaparapeo, Michoacán
Pudriciones de raíz	-	x	-
Roya	x	x	xx
Antracnosis	x	-	xxx
Mancha angular	-	-	xxx
Bacteriosis común	x	x	x

Abreviaciones: - = Ausente, x = presente

De acuerdo con la descripción de las variedades, las de mayor potencial de rendimiento debieron ser flor de mayo Eugenia y junio León; sin embargo, su potencial se vio afectado por diversos factores ambientales, entre ellos la presencia de las enfermedades. Así, la variedad de mayor rendimiento, aunque sólo se probó en Indaparapeo, fue flor de mayo Dolores, que deberá probarse en las demás localidades durante 2017. En localidades como Indaparapeo, en

Cuadro 3. Rendimiento de diferentes variedades de frijol establecidas bajo condiciones de temporal durante el ciclo PV 2016.

Variedad	Cadereyta, Qro. (kg ha ⁻¹)	Sta. Rosa Xuxuy, Qro. (kg ha ⁻¹)	Indaparapeo, Mich. (kg ha ⁻¹)
Pinto Saltillo	690	1,251	2,503
Flor de junio Marcela	547	813	-
Junio León	910	2,031	2,436
Dalia (flor de junio)	629	-	-
Rarámuri	1366	-	-
Flor de mayo Dolores	-	-	3,778
Flor de mayo Eugenia	-	-	2,776
Promedio	824	1,365	2,873

Abreviaciones: - = No se estableció

« La variedad de mayor rendimiento, aunque sólo se probó en Indaparapeo, fue flor de mayo Dolores, que deberá probarse en las demás localidades durante 2017. »

donde la posibilidad de obtener alto rendimiento es alta, es recomendable que anualmente se utilice semilla certificada o tener una porción de la parcela dedicada a la producción de semilla, proporcionando a las plantas los cuidados necesarios para obtenerla libre de enfermedades, incluyendo la prevención con agroquímicos y la eliminación de plantas enfermas. En esta localidad, la variedad flor de mayo Dolores fue la de mayor rendimiento, sanidad y densidad de población.

Perspectivas

La siembra de frijol de temporal en las plataformas del Hub Bajío fue competitiva, considerando sólo su productividad. Es necesario incluir una leguminosa de grano en la rotación con cereales en las plataformas del Hub Bajío. Para ello se debe identificar las variedades aptas para el sistema de LC y de alta demanda por productores y consumidores en cada región.¹

Referencias

- Castellanos-Ramos, J. Z. *et al.* (1997). Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 47:163-168.
- López-Frías, L. C. (1991). Definición de prioridades de investigación fitopatológica para la zona templada del altiplano central de México. *Agric. Téc. Méx.* 17:17-54.
- Osuna-Ceja, E. S.; Reyes-Muro, L.; Padilla-Ramírez, J. S. y Martínez-Gamiño, M. A. (2012). Rendimiento de frijol pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 3(7):1389-1400.
- Osuna-Ceja, E. S.; Padilla-Ramírez, J. S.; Martínez-Gamiño, M.A.; Martínez-Meza, E. y Acosta-Gallegos, J.A. (2007). Componentes tecnológicos y fórmulas integrales para el cultivo de frijol de temporal en el altiplano de México. *Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFAP. San Luis Potosí, México. Folleto científico Núm. 1.* 23 p.



Texto: Luis Alfredo Rodríguez Larramendi, María de los Ángeles Fonseca Flores, José Basterrechea Bermejo, Fredy Delgado Ruiz, Jorge Delgado Ruiz, Jesús Ovando Cruz y Francisco Guera Hernández. Red de Estudios Para el Desarrollo Rural ac.

EFECTO FISIOLÓGICO DE PRODUCTOS BIOACTIVOS en plantas de maíz cultivadas bajo AC en la Frailesca, Chiapas

El creciente uso de fertilizantes químicos en la agricultura moderna ha provocado problemas de contaminación del medio ambiente (García y Rodríguez, 2012). Como consecuencia, la búsqueda constante de alternativas ecológicas ha llevado a diversos investigadores al estudio de biofertilizantes que, si bien es cierto, no sustituyen totalmente los fertilizantes inorgánicos, contribuyen a disminuir costos económicos y ambientales; tal es el caso del uso de hongos y bacterias de la rizosfera de las plantas cultivadas.

Con el propósito de evitar los efectos negativos causados por la agricultura intensiva, se buscan soluciones integrales con manejos agroecológicos que reduzcan el empleo de insumos químicos (Lozano *et al.*, 2015). Del mismo modo, diversas investigaciones han demostrado la efectividad de microorganismos de la rizosfera (García *et al.*, 2011; Sotelo *et al.*, 2012; Aguirre *et al.*, 2015) en todos los casos con efectos positivos en el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos estudiados.

Aguirre *et al.* (2015) encontraron efectos en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* de los microorganismos *Azospirillum brasilense* y *Rhizophagus intraradices* cuando se inocularon por separado a las semillas y la combinación del hongo y la bacteria lograron inducir mayor crecimiento en las plantas en comparación con las inoculaciones aisladas de los mismos microorganismos y el testigo. Los efectos en la acumulación de biomasa seca más contrastantes se observaron a los 15 días después de la siembra.

La combinación de micorrizas y humus de lombriz a 50% de la fertilización mineral en tomate bajo condiciones de cultivo protegido tuvo un efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento (Charles *et al.*, 2015). González *et al.* (2015) corroboran estos resultados al demostrar que cuando se aplican hongos micorrízicos arbusculares se incrementan las estructuras micorrízicas y se reduce la necesidad de aplicar fertilizante fosfórico al pasto *Brachiaria decumbens*, cv. Basilisk, al menos durante el primer año de su establecimiento. Con lo anterior se demuestra que el uso de bacterias rizosféricas contribuye a aumentar el rendimiento de los cultivos, disminuir el uso desmedido de fertilizantes minerales y productos químicos y, consecuentemente, reducir la contaminación ambiental (Parra y Cuevas, 2002).

El estudio de sustancias bioactivas que modifiquen positivamente el metabolismo de las plantas se ha incrementado en los últimos años. A estas investigaciones se

les ha incorporado el uso de productos fenólicos como el ácido salicílico (AS), el ácido acetil salicílico (ASA) y el ácido benzoico (AB) (Kauss y Jemblisk, 1996; López-Delgado *et al.*, 1998; López-Tejeda, 1998) como estimulantes y promotores de resistencia ante situaciones de estrés biótico y abiótico.

El papel del AS en las plantas ha sido estudiado en detalle en muchos procesos fisiológicos como la termogénesis (Horvath *et al.*, 2002) y en la inducción de resistencia a patógenos (Enyedi *et al.*, 1992; Chen *et al.*, 1993). Se ha demostrado que el AS forma parte de la vía de transducción de señales que conduce a la llamada resistencia sistémica adquirida (RSA). (Eyendi *et al.*, 1992).

La necesidad de producir sin degradar el suelo

A pesar de que en los últimos años la región Frailesca ha cedido terreno en su condición de granero de Chiapas, ganada por su aporte a los niveles productivos del quinto estado más productor de maíz de México, aún sus producciones son consideradas relevantes para Chiapas. A esto se suma la contribución que se realiza, aunque en menor escala, en la

producción de frijol y sorgo bajo sistemas tradicionales de producción.

Mantener tanto los niveles productivos como las áreas dedicadas al cultivo del maíz ha causado crecientes procesos de degradación de los suelos relacionados con la erosión, la acidificación y la pérdida gradual de la fertilidad. Es por esto que la búsqueda de alternativas productivas para mantener y/o incrementar los niveles productivos de maíz se ha convertido en el objetivo de diversos programas de desarrollo y científicos. Tal es el caso del Programa de Modernización Sustentable con el Productor (MasAgro), el cual toma la Agricultura de Conservación como bandera proveniente de una "Escuela de pensamientos", basada en evidencias científicas que asegura que el mínimo laboreo del suelo, la incorporación de residuos de cosechas y la rotación o intercalado de cultivos no sólo pueden contribuir al incremento de los rendimientos, sino que lo hace con mínimos daños al suelo.

Fertilizar sin degradar

Se ha demostrado que el incremento de áreas dedicadas al cultivo de maíz con problemas de acidificación es causado por el uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados, fundamentalmente amoniacales. Ante esta problemática, es necesaria la búsqueda de alternativa de fertilización biológica y orgánica para mitigar tales afectaciones. En este sentido se ha demostrado que la inoculación de semillas con hongos y bacterias de la rizosfera como micorrizas, *Azospirillum* y bacterias solubilizadoras de fósforo han causado incrementos en el rendimiento y el crecimiento de diversos cultivos de importancia económica.

Aguirre *et al.* (2015) encontraron efectos en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* por los microorganismos *Azospirillum brasilense* y *Rhizophagus intraradices* cuando se inocularon por

separado a las semillas y la combinación del hongo y la bacteria lograron inducir mayor crecimiento en las plantas en comparación con las inoculaciones aisladas de los mismos microorganismos y el testigo. Los efectos en la acumulación de biomasa seca más contrastantes se observaron a los 15 días después de la siembra.

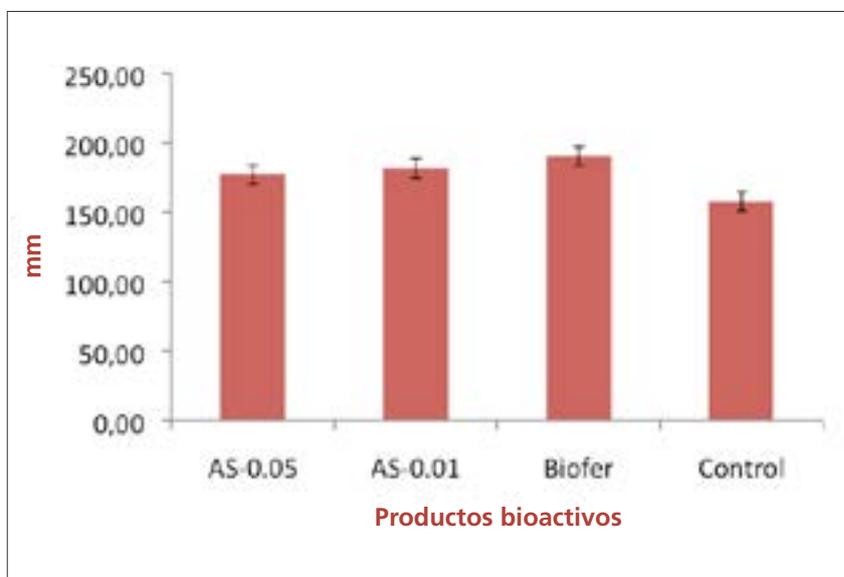
La combinación de micorrizas más humus de lombriz a 50% de la fertilización mineral en tomate bajo condiciones de cultivo protegido tuvo un efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento (Charles *et al.*, 2015). González *et al.* (2015) corroboran estos resultados al demostrar que cuando se aplican hongos micorrízicos arbusculares se incrementan las estructuras micorrízicas y se reduce la necesidad de aplicar fertilizante fosfórico al pasto *B. decumbens*, cv. *Basilisk*, al menos durante el primer año de su establecimiento.

Con lo anterior se demuestra que el uso de bacterias rizosféricas contribuye a aumentar el rendimiento de los cultivos, disminuir el uso desmedido de fertilizantes minerales y productos químicos y consecuentemente, reducir la contaminación ambiental (Parra y Cuevas, 2002).

La Red de Estudios para el Desarrollo Rural AC colabora con MasAgro desde 2013. Durante 2015 y 2016, la investigación a nivel módulos de Agricultura de Conservación se ha dirigido a estudiar el efecto fisiológico de bacterias y hongos de la rizosfera en parcelas de maíz bajo los principios de AC.

El objetivo es optimizar la fertilización mineral por medio de la combinación de productos con propiedades biológicas que contribuya a disminuir la carga de aplicaciones de fertilizantes amoniacales que sigan favoreciendo la acidificación de los suelos. Los resultados indican que al tratar las semillas con una combinación de los biofertilizantes comerciales a base de micorrizas y *Azospirillum* (Biofer), así como la aplicación de ácido salicílico a 0.01 y 0.05 mM a las semillas durante dos horas, previo a la siembra, las plantas de maíz desarrollan mayor altura de la planta (figura 1).

Figura 1. Efecto de diferentes productos bioactivos sobre la altura de plantas de maíz a los 120 días de sembrado en el módulo de AC de Cuauhtémoc, municipio de Villaflores. Las líneas verticales en las columnas representan el error estándar de la media.



Los resultados indican que cuando las semillas de maíz son inoculadas con la combinación de micorrizas y *Azospirillum*, las plantas crecen más, sin diferencias significativas con relación a la aplicación de ácido salicílico a concentraciones de 0.01 y 0.05 mM, previo a la siembra durante 2 horas.

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Mínima Diferencias Significativas ($p \leq 0.05$), se observaron diferencias significativas en el diámetro del tallo (figura 2). Nótese como las plantas provenientes de semillas tratadas con ácido salicílico a 0.05 mM desarrollan tallos más gruesos ligeramente superiores a las tratadas con una menor concentración de este producto y con Biofer. Las plantas sin tratar (control) fueron las que desarrollaron tallos de menor diámetro.

La acumulación de biomasa en los diferentes órganos de la planta también se modificó significativamente con la aplicación de los productos bioactivos (figura 3). Las plantas provenientes de semillas tratadas con ácido salicílico a bajas concentraciones e inoculadas con Biofer provocaron mayor acumulación de biomasa en hojas, tallo y raíces de las plantas de maíz.

Resultados similares obtuvieron Tutsch-Haas *et al.* (2016), quienes observaron que el AS incrementó significativamente la longitud de raíz en 18% y en 35% su peso fresco, en comparación con el control. Esta concentración también incrementó significativamente la biomasa fresca total de las plántulas hasta 42%.

Larqué-Saavedra *et al.* (2009) refieren que el ácido salicílico tiene la propiedad de incrementar el tamaño del sistema radical de las plantas tal y como lo señalaron Gutiérrez-Coronado *et al.* (1998). Se encontró además que el AS tiene un

Figura 2. Efecto de diferentes productos bioactivos sobre el diámetro del tallo de plantas de maíz a los 120 días de sembrado en el módulo de ac de Cuauhtémoc, municipio de Villaflores. Las líneas verticales en las columnas representan el error estándar de la media.

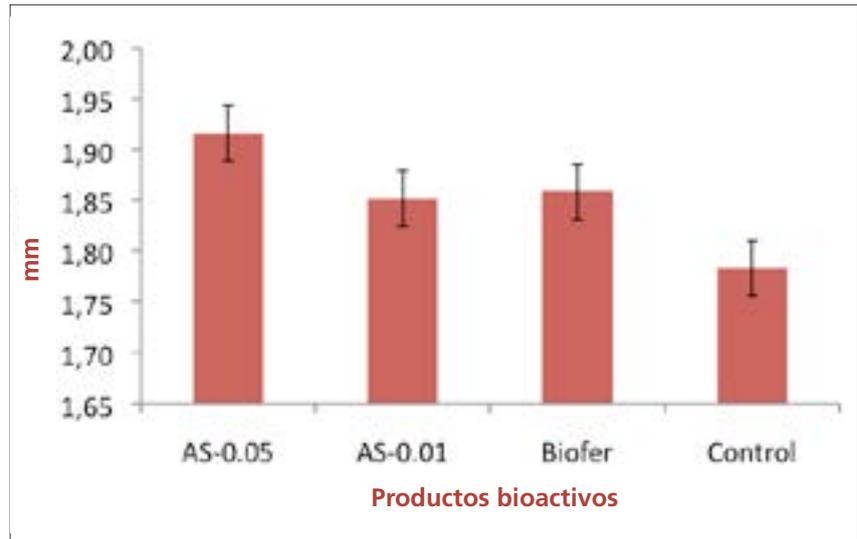
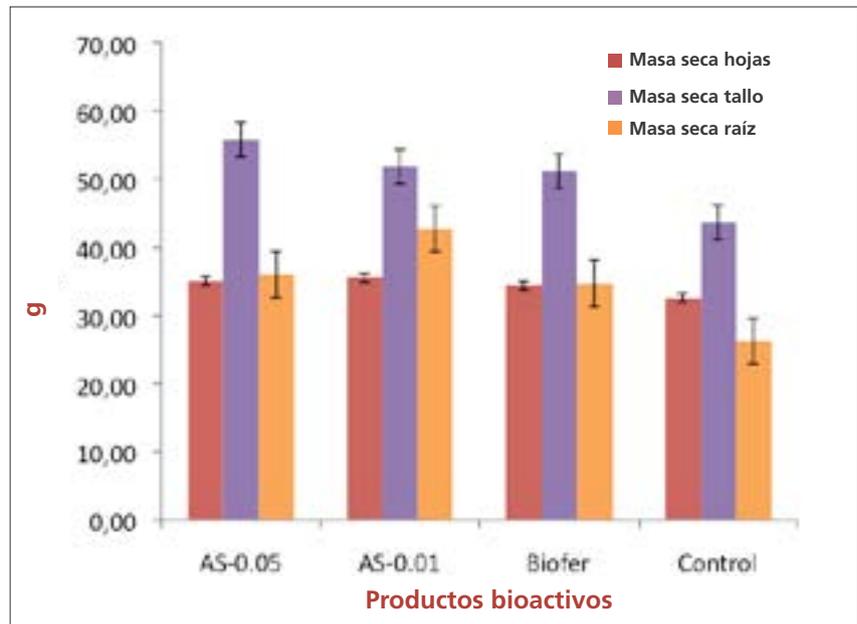


Figura 3. Efecto de diferentes productos bioactivos sobre el diámetro del tallo de plantas de maíz a los 120 días de sembrado en el módulo de ac de Cuauhtémoc, municipio de Villaflores. Las líneas verticales en las columnas representan el error estándar de la media.



efecto positivo en el desarrollo del dosel de estas mismas plantas, datos que coinciden con lo recientemente publicado por Yildirim y Dursun (2009) con plantas adultas de tomate. Estos autores utilizaron concentraciones de 0.50 mM de AS y reportaron también que se favorece el incremento del área foliar y también el diámetro del tallo.

Tabla 1. Efecto de los productos bioactivos en el rendimiento y sus componentes del cultivo de maíz en el ejido Cuauhtémoc, municipio de Villaflores.

Tratamientos	Peso de la mazorca (g)	Longitud de la mazorca (cm)	Diámetro de la mazorca (cm)	Peso de granos (g)	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
AS-0.05	196.83	16.13	4.46	174.00	29.67	6214.29
AS-0.01	181.00	14.77	4.45	141.92	30.83	5068.45
Biofer	189.92	15.09	3.96	153.67	30.00	5488.10
Testigo	174.08	15.33	4.27	146.33	30.17	5226.19

Al analizar estadísticamente el efecto de los productos bioactivos en el rendimiento y sus componentes, se corrobora el efecto significativo que tienen sobre la productividad agrícola de los cultivos (tabla 1).

De los resultados se destaca el efecto del AS a una concentración de 0.05 mM en el rendimiento agrícola, seguido de los tratamientos con Biofer y con AS a 0.01 mM de AS. Similares resultados se lograron para la variable peso de la mazorca, para la cual se registraron los mayores valores en el tratamiento con AS a 0.05 mM, seguido de Biofer y AS a 0.01 mM, en los tres casos significativamente superiores al testigo.

Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas significativas para las dimensiones de la mazorca, ni el peso de 100 granos. Al respecto, López-Tejeda *et al.* (1998) reportaron incrementos de aplicaciones foliares de ácido salicílico, tanto en el rendimiento como en el número de granos por espigas como en el rendimiento de variedades de trigo.

Conclusiones

Bajas concentraciones de ácido salicílico y la combinación de micorrizas con *Azospirillum*, aplicados a las semillas de maíz previo a la siembra promueven mayor crecimiento y acumulación de biomasa de platas de maíz, así como mayor rendimiento agrícola. Estos resultados sugieren que la aplicación de AS a las semillas de maíz previo a la siembra puede convertirse en una alternativa para los productores de la región. Además, por su inocuidad y las evidencias existentes en la literatura sobre su efecto en la inducción de la resistencia sistémica adquirida en las plantas, convierte a esta alternativa en una opción económicamente viable para los productores de maíz. ▶



Bibliografía

- Aguirre-Medina, F.; Ley-De Coss, A.; Velasco-Zebadúa, M. E.; Aguirre-Cadena, J. F. (2015). Crecimiento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit inoculada con hongo micorrizico y bacteria fijadora de nitrógeno en vivero. *Quehacer Científico en Chiapas* 10 (1):15-22.
- Charles, N. J.; Martín, A.; Nelson, J. (2015). Uso y manejo de hongos micorrizicos arbusculares (HMA) y humus de lombriz en tomate (*Solanum lycopersicum* L.), bajo sistema protegido. *Cultivos Tropicales*, 36 (1):55-64.
- García-Gutiérrez, C.; Rodríguez-Meza, G. D. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa, Ra Ximhai, 8(3): 1-10.
- García-Olivares, J. G.; Mendoza-Herrera, A.; Mayek-Pérez, N. (2011). Efecto de *Azospirillum* brasilense en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, México. *Universidad y Ciencia*, 28(1):79-84.
- González, C., P. J.; Ramírez, P. J. F.; Morgan, R. O.; Rivera, E. R.; Plana, L. R. (2015). Contribución de la inoculación micorrizica arbuscular a la reducción de la fertilización fosfórica en *Brachiaria decumbens*. *Cultivos Tropicales*, 36 (1):135-142.
- Larqué-Saavedra, A.; Martín-Mex, R.; Nexticapan-Garcéz, A.; Vergara-Yoisura, S.; Gutiérrez-Rendón, M. (2010). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3): 183-187.
- Lozano, S. J. D.; Armbrecht, I.; Montoya, L. J. (2015). Hongos formadores de micorrizas arbusculares y su efecto sobre la estructura de los suelos en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. *Acta Agronómica* 64 (4) p. 289-296.
- Parra, Y.; Cuevas, F. (2003). Potencialidades de *Azospirillum* como inoculante para la agricultura. *Cultivos Tropicales* [en línea], 23: [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2015]. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193218120004>> ISSN 0258-5936.
- Sotelo, I. D.; Jiménez, F. J. A.; De Zan, A. T.; Cueto, V. M. C. (2012). Efecto de inoculación de microorganismos en crecimiento de rábano (*Raphanus sativus* L.). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 10(1):21-31.
- Tucuch-Haas, C.; Alcántar-González, G.; Volke-Haller, V. H.; Salinas-Moreno, Y.; Trejo-Téllez, L.; Larqué-Saavedra, A. (2016). Efecto del ácido salicílico sobre el crecimiento de raíz de plántulas de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol. 7 Núm. 3 01 de abril - 15 de mayo, p. 709-716.



MODELOS DE INTERMEDIACIÓN TECNOLÓGICA bajo el enfoque de redes de innovación

En México existen diversas formas de promover el desarrollo tecnológico en la agricultura. Una es a través de los llamados modelos o estrategias de intervención tecnológica, definidos como la manera en que intervienen los diferentes actores (instituciones,

agentes de cambio, productores, comercializadores) que promueven la innovación tecnológica en un territorio. Si bien es cierto que muchos de estos modelos de intervención trabajan con recursos públicos y bajo un mismo marco legal, la forma en que operan difiere entre ellos, aún dentro de una misma región o e incluso dentro del mismo estado.

En ese sentido, se realizó una caracterización de los diferentes modelos o estrategias de intervención que existen para promover las tecnologías MasAgro en el estado de Chiapas. Para ello, se seleccionaron cuatro casos de estudio en distintas regiones del estado, con características particulares en relación a región, condiciones agroecológicas y sistemas de producción (figura 1). Además se consideraron otros aspectos generales de intervención: principales actividades, actores involucrados y sus roles, contexto y enfoque de trabajo y relaciones de intercambio de información, bienes y servicios.

En las estrategias de intervención analizadas se distinguen cuatro modelos de intervención tecnológica, de acuerdo con la forma de operar del agente de cambio (figura 2).

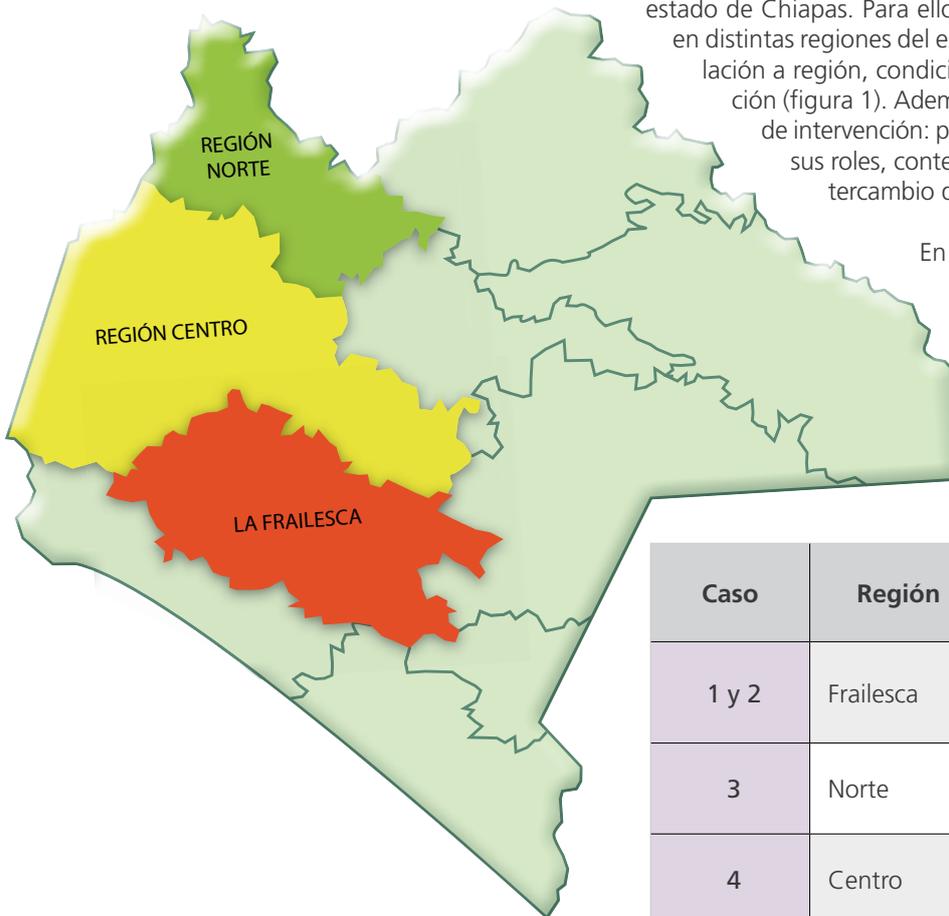
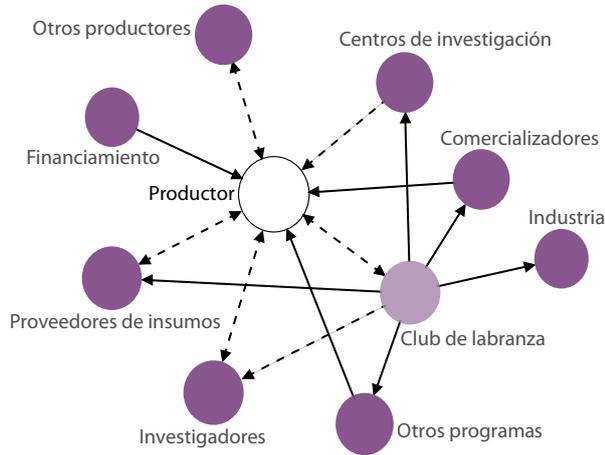


Figura 1. Casos de estudio en Chiapas.

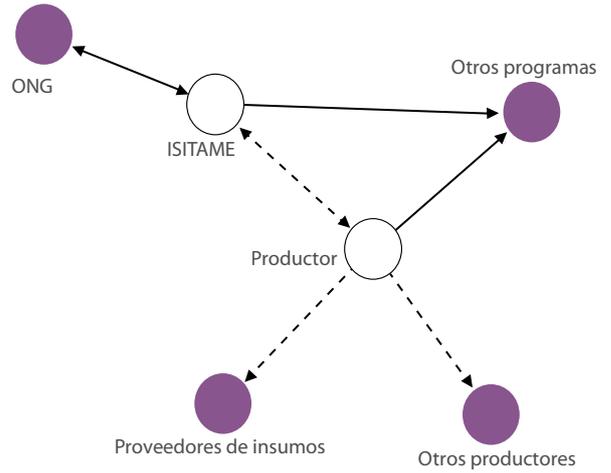
Caso	Región	Agroecología	Sistema de producción
1 y 2	Frailesca	Trópico seco en planicies y lomeríos	Mixtos y extensivos
3	Norte	Lomeríos	Autoconsumo
4	Centro	Planicies con uso de maquinaria	Mixtos y extensivos

Figura 2. Modelos de intervención en los procesos de innovación tecnológica.

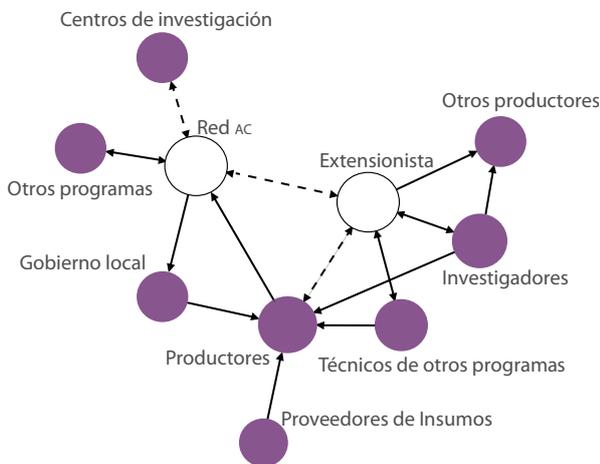
A) Modelo de intermediación basada en la gestión del proceso de innovación tecnológica



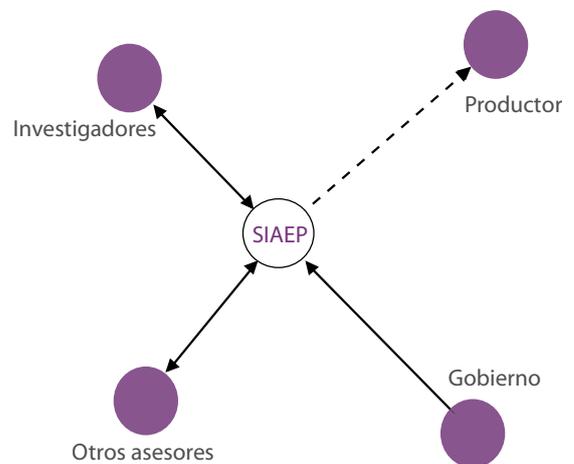
B) Modelo de intermediación basado en la moderación del proceso de innovación tecnológica



C) Modelo de intermediación basado en la mediación del proceso de innovación tecnológica



D) Modelo de intermediación mediante la implementación del proceso de innovación tecnológica



El modelo de gestión promueve la innovación a través de la organización de los mismos productores y sus fuertes relaciones. Esto les permite gestionar los recursos necesarios para incrementar el desarrollo tecnológico. Si bien poseen un líder, los productos en su conjunto conducen el proceso de innovación.

En el segundo modelo, el agente de cambio es un moderador que promueve la interacción en el proceso del aprendizaje social, y más que gestionar, facilita los procesos de innovación fungiendo sólo como soporte. Se enfoca en productores de autoconsumo, fomenta la equidad de género y desarrollo sustentable con base en el compromiso y relaciones de confianza.

En el tercer modelo de mediación existe una influencia indirecta del agente de cambio como negociador entre investigadores y productores, se enfoca en el sistema de producción local (autoconsumo) y se basa en el individuo y en la diversificación de actividades para complementar el ingreso, sin llegar a un esquema estilo dictadura. El cuarto modelo, con un enfoque basado en la im-

plementación directa, tiene una orientación a incrementar rendimientos con base en tecnologías validadas y trabajando con productores con alto sentido de responsabilidad. El agente de cambio que conduce el proceso de innovación tiene suficiente capacidad de interacción y experiencia técnica y su relación de trabajo con el productor es individual, despacho-productor.

El agente de cambio opera en diferentes esquemas, de acuerdo con la estrategia de orquestación que implemente en los procesos de innovación tecnológica (cuadro 1).

Cuadro 1. Esquemas de operación de las estrategias de intervención.

Modelo	Estrategia de intervención	Estrategia de orquestación	Esquema de operación
1	Gestión	Gobernanza participativa	
2	Mediación	Plataforma líder integradora	
3	Moderación	Plataforma líder de soporte	
4	Implementación	Organización independiente	

Fuente: Elaboración propia con base en la información colectada en campo.

Cuadro 2. Enfoque en los modelos de trabajo de los casos estudiados.

Enfoque	Modelo 1: Gestión	Modelo 2: Mediación	Modelo 3: Moderación	Modelo 4: Implementación
Sistema	+	+++	++	++
Cultivo	+++	+	+	+++
Individuo	++	++	+++	+
Sistema de producción	Mixto y extensivo	Mixto	Autoconsumo	Mixto y extensivo
	Trópico seco en planicies	Trópico seco en lomeríos	Lomeríos	Planicies con maquinaria

Nivel de importancia del enfoque: +++ Mayor importancia, ++ Importancia Media, + Baja importancia

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas semi-estructuradas.

Cada modelo de intervención, aunque en diferente nivel de importancia, focaliza sus esfuerzos en tres elementos: i) el sistema como un conjunto complejo de interacciones individuales (conocimientos, bienes y servicios); ii) el cultivo, medio para solventar necesidades básicas de alimentación e ingreso familiar; y iii) el individuo, como un ente capaz de tomar decisiones e innovar para crear beneficios compartidos (cuadro 2).

De esta manera, los enfoques de trabajos se asocian con las características de los sistemas de producción y con los roles de los actores involucrados, es decir, que dependen de los intereses de los agentes de cambio y de los productores, así mismo, de los valores y la cultura.

Conclusiones

Se caracterizaron cuatro modelos de intervención tecnológica para promover las tecnologías MasAgro en Chiapas: mediadoras, moderadoras, de gestión y de implementación. Además se analizaron los factores comunes en los modelos de intervención: i) los procesos de trabajo se basan en la confianza y las

relaciones personales, esta confianza es resultado del trabajo continuo de profesionistas especializados y acorde a la orientación productiva de las personas; ii) los criterios para que un productor pertenezca a grupo organizado se concentran en responsabilidad, respeto, actitud positiva al cambio, continuidad y grado de conocimientos aplicados en su realidad, no dependen de aspectos estrictamente socioeconómicos o de nivel tecnológico; iii) la actividad económica de los productores es diversa, esta diversidad también se observa en los ingresos para la operación de los diversos agentes que participan con los productores.⁷



En los cuatro modelos de intervención se busca que el productor sea capaz de tomar decisiones e innovar para crear beneficios compartidos.



Texto: María Eugenia Olvera Varillas, CIMMYT. Con información de Jelle Van Loon, CIMMYT. Fotografías: Jesús López y Yashim Reyes, Maquinaria, CIMMYT.



El enfoque que ha adoptado el CIMMYT aprovecha las tecnologías desarrolladas con una profunda comprensión sobre cómo funcionan los diferentes sistemas agroecológicos locales y cómo innovarlos para hacer más eficiente el uso de los insumos agrícolas, apoyar en la generación de más rendimientos y mejores alimentos y, por lo tanto, estimular el crecimiento económico. Por ello, el Programa

de Intensificación Sustentable (SIP, por sus siglas en inglés) tiene como objetivo mejorar la productividad de la mano de obra, la tierra y el capital mediante el manejo sustentable de la tierra, los nutrientes y los recursos hídricos y, como consecuencia, proteger la seguridad alimentaria, la nutrición y, finalmente, reducir la pobreza rural.

Los sistemas agrícolas de pequeña escala son diversos y complejos. En la práctica, la intensificación sustentable incluye las prácticas de la Agricultura de Conservación, que consisten en el movimiento mínimo del suelo, la cobertura permanente de la superficie del suelo y la diversificación de cultivos para, de manera simultánea, aumentar los rendimientos, incrementar las utilidades y



Sembradoras-fertilizadoras de TRACCIÓN ANIMAL

ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA
PEQUEÑOS PRODUCTORES

Foto 1. Ajuste de la sembradora TIMS para iniciar la evaluación participativa con productores de la comunidad de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca.

proteger el medio ambiente. De igual manera, se contribuye a mejorar la calidad o estructura del suelo, con lo cual se evita la degradación progresiva y favorece la resiliencia a la variabilidad climática.

Debido a lo anterior, el área de Mecanización Inteligente del CIMMYT utiliza prácticas con tecnologías que propician una distribución uniforme en plantas, que facilitan un manejo agronómico eficiente y el mejoramiento general de maquinaria agrícola para trabajar bajo un sistema de agricultura sustentable. Por medio de la optimización de la ergonomía, el diseño y la funcionalidad de los equipos agrícolas tradicionales, se ha conseguido la incorporación de sistemas de dosificación precisos en sistemas multiusos-multicultivos, sin dejar de lado

las necesidades de los productores en cada región del país y las diversas circunstancias de la zona por cultivar.

Las innovaciones que se desarrollan y evalúan favorecen el ahorro en tiempo, los insumos y la labor para el productor. “Los implementos que se adecuaron para la Agricultura de Conservación fueron un disco cortador que maneja rastrojo y cinceles

finos que no abren todo un surco, esto aporta una mínima labranza. Los nuevos prototipos son ajustables al operador, ligeros y que pesan la mitad de los comerciales”, mencionó Jelle Van Loon, especialista de Mecanización Inteligente en CIMMYT.

Los burros, los bueyes, los caballos y otros animales de tracción pueden proporcionar a los pequeños productores un potencial para el cultivo, el transporte y la movilidad. A escala global, los agricultores que utilizan la tracción animal son 400 millones; 800 millones trabajan manualmente y solamente 30 millones se benefician con la mecanización motorizada (FAO, 1996).



A. Preparación de la yunta para la evaluación agrotécnica con sembradoras-fertilizadoras de tracción animal. B. Preparación del terreno para evaluación agrotécnica con sembradoras-fertilizadoras de tiro animal.

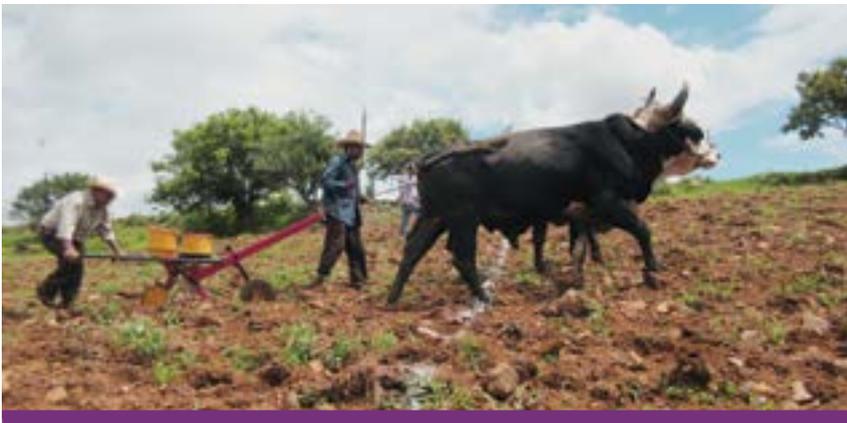
La localidad de Zimatlán de Álvarez, en Oaxaca, lleva a cabo la siembra generalmente de manera tradicional, con yunta o manualmente. La maquila de un tractor de cuatro ruedas también es recurrente, pero significa que el productor debe pagarle al operador para la siembra de su terreno; esto, junto con los costos de combustible, los traslados y el uso de la sembradora motorizada, puede desfavorecer a los productores con pequeños terrenos. De hecho, el área no tan grande para cultivar ocasiona que los maquileros prefieran trabajar con productores que tienen grandes extensiones de tierra. Además, la pendiente o inclinación de los terrenos, la humedad de la tierra y las piedras dificultan aún más el uso del tractor como fuente de poder. Por ello es sumamente importante evaluar y experimentar con herramientas a la medida para comparar las opciones disponibles que realmente puedan ayudar a los pequeños productores.

El CIMMYT mediante redes de extensionistas ha colaborado en superar estas dificultades al permitir a las personas y organizaciones intercambiar información, experiencias, tecnologías, innovaciones y beneficios para cooperar con los más desfavorecidos. Los productores de autoconsumo y pequeña escala necesitan implementos que se desarrollen con herramientas manuales y/o accionadas por el tiro animal. Dentro de las propuestas del equipo de Mecanización Inteligente hay varios tipos de sembradoras/fertilizadoras que permiten realizar las dos actividades al mismo tiempo de manera fácil y precisa.

La maquinaria se valida mediante pruebas en campo, “se deben probar las máquinas en diferentes tipos de suelo para saber qué tipo de abresurco, rueda o cincel convendría más. Los resultados se obtienen al evaluar las sembradoras y obtener información para plasmarla en los siguientes prototipos, y hablar con el productor nos retroalimenta para

conocer qué requieren y mejorar así los sistemas mecánicos que se accionan con el mismo andar del animal”, afirmó el ingeniero Jesús López.

Yashim Victoria Reyes, técnica certificada en Agricultura de Conservación, quien colabora como punto de contacto de maquinaria en el estado de Oaxaca, constató que en la comunidad de Zimatlán de Álvarez únicamente hay dos tractoristas. Esto dificulta conseguir algún operador que esté disponible para trabajar, y aunado a esto, los productores deben pagar por la renta del tractor y la maquila. De ahí la idea de llevar tres sembradoras de tiro animal: una de marca Fitarelli, una de marca Knapik y una producida por Sembradoras Tims, con el fin de evaluarlas y que los productores tengan beneficios de sus propios animales en la siembra y no sólo como carga. Cotejar las diferencias de la distancia entre semillas, la profundidad de siembra, la facilidad de maniobra y la facilidad de calibración favoreció el conocimiento, el manejo y la difusión de las tecnologías con los productores de la región.



Siembra con la máquina Fitarelli durante la evaluación participativa.

“En las evaluaciones agrotécnicas tratamos de medir tiempos, precisión, agilidad y esfuerzo, el cual es difícil de calcular. Al comparar los tres tipos de sembradoras, se revisó la eficiencia de trabajo en horas. Con la investigación participativa se logra mejorar los prototipos por medio de las necesidades del productor”, mencionó Van Loon.

El aprovechamiento de los productores al utilizar la tracción animal se da en el tiempo que les toma, en comparación con la siembra manual, y que depende también de las condiciones a trabajar en campo. Las evaluaciones de las máquinas demostraron que “solamente la siembra en una hectárea puede tardar aproximadamente una hora con tractor, siete con tiro animal y 40 manualmente”, afirmó López. Con las mejoras a los prototipos se busca ahorrar tiempo mediante una siembra y fertilización simultánea para agilizar el proceso con mecanismos más eficientes.

Los costos y beneficios sociales de la tracción animal varían considerablemente entre las condiciones de trabajo y las personas de los hogares agrícolas que llevan a cabo la acción. Los pequeños productores generalmente maximizan sus cultivos en vez de optimizar los sistemas de producción, ya que optan por rendimientos medianos garantizados con prácticas comunes y desiguales.

La alternativa que incentiva el CIMMYT a través de las sembradoras-fertilizadoras mejoradas es la capacidad que tienen para trabajar con más precisión, de manera más ligera y con menos inversión de tiempo. De tal manera, se ofrece una alternativa para mejorar los rendimientos y así contribuir a la sustentabilidad.



Evaluación con sembradora Knapik.

“Al tener solamente unas semanas para sembrar, el tiempo es limitado, por eso la precisión es importante; en vez de tirar dos bultos de semilla, utilizo un bulto y obtengo el mismo rendimiento debido a una distribución óptima. El tener un mejor desplazamiento, establecimiento de cultivo y nutrición balanceados ocasiona que haya un ahorro de insumos, es decir, hay una Agricultura de Conservación de recursos en labor, tiempo, semilla, fertilizante y energía, entre otros”, concluyó Van Loon.

Las dificultades que enfrentan los pequeños productores son evidentes. La manera de llegar a estas comunidades es importante, pues trabajan en pequeñas superficies de tierra en laderas y difíciles de manejar con tractores de dos o cuatro ruedas. Algunos de estos agricultores son mujeres que reciben ayuda de niños, por lo cual se necesitan sembradoras de menor peso, para que sean más cómodas de manejar. En este sentido, la tracción animal con equipos mejorados son una alternativa que puede beneficiar a las familias, el comercio regional y la preservación de recursos naturales.

Agradecemos a Jelle Van Loon las facilidades otorgadas para la realización de este artículo.

Referencias

FAO (1996). Livestock-a driving force for food security and sustainable development. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/v8180t/v8180t07.htm>.



FRANCISCO GURRÍA

Se fortalece vínculo entre CIMMYT y sector ganadero

En esta ocasión hemos tenido el agrado de charlar con Francisco Gurría Treviño, coordinador general de Ganadería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). Hablamos sobre la producción del triticale, una de las tecnologías que la Coordinación General de Ganadería de la Sagarpa busca adaptar a los productores por ser un forraje de alta productividad y calidad. El triticale es una especie que nace de la cruce de trigo y centeno, con características robustas como las del centeno, lo que lo hace un cultivo muy práctico para el uso forrajero y la producción de semilla.

Revista Enlace (AC).- ¿Cuál es el valor de la colaboración entre la Sagarpa y el CIMMYT?

Francisco Gurría (FG).- La experiencia entre la Secretaría y el CIMMYT es que no podríamos explicar ni la existencia de la Secretaría ni el desarrollo de la agricultura de México sin el CIMMYT. Es una relación de medio siglo en donde la población de este país se ha duplicado y la respuesta a la oferta de alimentos está íntimamente ligada con el trabajo del Centro debido a que somos un país maicero y a que cada día tenemos un sector agrícola más robusto y más diversificado en materia de cereales y de maíz. El trigo representa una actividad económica y social muy importante.

Actualmente tenemos una vinculación muy cercana, gracias al triticale, ya que éste tiene muchas bondades. Tenemos una zona en donde hoy hemos logrado un impacto muy importante y en la medida en que se va demostrando y corroborando la utilidad de la adopción del cultivo de triticale, sumamos más productores, cómo en los Altos de Jalisco, en donde empezamos con algo muy modesto que hoy suma varias miles de hectáreas. La consecuencia es que se ahorra agua y la alimentación del ganado no sufre de manera significativa.

Desde esta oficina hemos encontrado ese nicho de trabajo y cooperación que quisiéramos fuera más grande. Hemos enviado semilla a diferentes lugares de México como Tlaxcala, Puebla y Durango, y encontrado este nicho particular de colaboración en donde hemos demostrado en muy poco tiempo la riqueza de este cultivo a través del trabajo de productores e investigadores. Hemos podido intercambiar el valor del conocimiento y lo práctico de esa investigación reflejado en el cultivo y en muy poco tiempo hemos dado resultados tangibles. Hemos sembrado un buen antecedente de colaboración y de lo útil que es la ciencia aplicada para mejorar la producción y la productividad.

AC.- ¿Cuáles considera que son las ventajas del triticale para el sector ganadero?

FG.- El triticale ha sido un vehículo importante de concientización a los ganaderos en varios aspectos. Uno es que hay una opción fuera de lo que tradicionalmente se hace con la alfalfa o la avena. El triticale utiliza menos agua, situación que tiene un impacto importantísimo en las zonas en donde hay escasez de agua. Otro es que los productores tengan la oportunidad de ensilar o pastorear y otro más es que abre la posibilidad de esta interacción con el productor y nos da un espacio mayor de poder interactuar con la industria o subsector desde otro punto de vista, porque tenemos algo que ofrecerle institucionalmente.

El CIMMYT transfiere conocimiento, robustece la Secretaría y nos da la oportunidad de interactuar con productores con mejor capacidad de ofrecer opciones de productividad y de mercado. La adopción del triticale, además, por tener un ciclo tan corto, pero con mejores parámetros nutricionales, hace que se abra una comunicación de mayor confianza y certeza en donde el acompañamiento del CIMMYT y del gobierno federal sigue siendo un referente de mejores prácticas, de alternativas y eso es algo que se había perdido. Por eso el tema de Masagro es tan relevante, porque con él es posible conjuntar a la gente que más sabe a través del CIMMYT y la Sagarpa para acercarse al productor.



Hoy podemos tener una muy clara forma de demostrar lo que se está haciendo, no de manera experimental, sino de manera comercial, con una escala productiva, dimensiones en las que no se puede negar la utilidad de esta vinculación. Aunque el CIMMYT había estado alejado del tema ganadero, ahora se vincula a través del maíz forrajero. Hay muchas más cosas en común.

AC.- ¿Qué mensaje les daría a los productores forrajeros?

FG.- Hay que acercarse con estos centros de conocimiento como es el CIMMYT, es un enorme privilegio que tenga su sede en este país, yo considero que todavía tenemos mucho que obtener del CIMMYT, no lo hemos aprovechado lo suficiente, estamos aprendiendo a aprovecharlo apenas después de 50 años y el mensaje que queremos dar a productores es que se acerquen a estos centros para encontrar alternativas porque el cúmulo de conocimiento es de muchos siglos y todavía no lo hemos aprovechado cabalmente. Tenemos que encontrar estas avenidas más anchas, más claras de que hay siempre una retroalimentación positiva de estar en contacto con investigadores, con procesos de obtención de mejor información, de análisis. Estamos muy agradecidos con el CIMMYT, con sus directivos e investigadores. †



La bendición de las SEMILLAS EN GUATEMALA

Una práctica ancestral que da inicio al
ciclo de producción del maíz



{ Actualmente se conservan pocas prácticas de veneración hacia el maíz; sin embargo, los pueblos indígenas han reflexionado y se han dado a la tarea de recuperar las prácticas ancestrales que permitían un equilibrio entre el hombre y la naturaleza. }

Las prácticas ancestrales en el cultivo del maíz han sido heredadas de generación en generación y han ayudado a los agricultores del altiplano de Guatemala a mantener sus cultivos a pesar de los años y los múltiples desastres naturales. Prácticas ancestrales como la observación de las fases de la luna, la fecha de la primera lluvia, incorporación de restos vegetales y animales al suelo, uso de plantas medicinales y otras especies en el sistema milpa, conservación de semillas locales y el uso de la cosmovisión de los pueblos indígenas, han permitido a las comunidades rurales del altiplano producir sus alimentos a pesar de las sequías, las lluvias intensas, el granizo, las heladas, los vientos fuertes y otros.

Siembra de maíz durante la luna llena

Un elemento importante dentro de la agricultura en el altiplano de Guatemala es la fusión de la mitología y cosmovisión maya con los ciclos productivos agrícolas. En la cultura maya, el maíz es un grano sagrado y ha sido la base de la alimentación de los pueblos indígenas. Es evidente que debido a este fuerte arraigo cultural existían muchas deidades consagradas al maíz y a algunas aún se les rinde culto y conservan profundo respeto.

Actualmente se conservan pocas prácticas de veneración hacia el maíz; sin embargo los pueblos indígenas han reflexionado y se han dado a la tarea de recuperar las prácticas ancestrales que permitían un equilibrio entre el hombre y la naturaleza. Prácticas que hoy en día se han investigado y son recomendadas

por muchas organizaciones de investigación y extensión como lo son la incorporación de materia orgánica a los suelos, rotación de cultivos, calendarios de siembra y otros.

Es en la zona del altiplano occidental de Guatemala, donde implementa las acciones el Proyecto Buena Milpa, conviven diversas comunidades lingüísticas mayas (Mam, Ixil, Popti', Q'anjob'al, K'iche' y Kaqchikel) y se puede apreciar una gran diversidad de prácticas agrícolas provenientes de la diversidad cultural que conservan una amplia gama de costumbres, mitos y creencias

enmarcadas en la cosmovisión maya, que son parte del legado cultural que tiene una fuerte connotación con la visión del entorno que les rodea.

La bendición de las semillas era un evento importante en la vida de los mayas ya que daba inicio al ciclo agrícola antes de la siembra del maíz. Según nos comentan los ancianos, esta era una práctica que se realizaba comúnmente por muchas familias hace no más de 2 décadas. Sin embargo, en la actualidad se ha ido perdiendo debido a la transculturización y al poco valor que se le brinda a la parte cultural en sector formal de la agricultura rural.



A. Es importante contar con diversos colores de maíz debido a que cada uno tiene un significado importante dentro de la cosmovisión maya. B. Escultura maya representando al Dios Ixim (maíz). © Cristian Reyna / Proyecto Buena Milpa Guatemala.

Foto de página 36: Altar maya de flores en laguna Chik'ab'al, Quetzaltenango, como agradecimiento de la sagrada lluvia y buena cosecha de los pueblos que habitan el occidente de Guatemala.



Bendición de las semillas nativas de maíz

La bendición de las semillas es una ofrenda ceremonial que muchas comunidades mayas (mames, k'iches, kaqchikeles y tzutujiles) realizan principalmente en el altiplano occidental de Guatemala. En esta ceremonia se quema incienso, copal, panela, cuilco y mirra. Las fechas para la bendición de las semillas son diferentes según al calendario maya (Q'anil, Tzikin y Aj), la caída de las primeras lluvias y otros factores. Así, en la parte tropical, la bendición de las semillas será en diferente fecha que en las tierras altas, tierras bajas o altiplano.



A. Altar maya de semillas de maíz y otros granos, muestra de agradecimiento a Qajwil (Creador y Formador del Universo) por la bendición recibida de la madre Tierra. B. Don Domingo León explica la importancia de la utilización de materia orgánica de plantas, vegetales y estiércoles de animales en su parcela; el propósito es mejorar los suelos y ayudar a mantener la humedad, una de las prácticas heredadas por sus padres. C. Ofrenda del maíz. Aldea Panimache, Chichicastenango, Quiché. © Nadia Rivera / Proyecto Buena Milpa Guatemala.

El propósito principal es agradecer al corazón del cielo y de la tierra, formador y creador del universo por la lluvia y una buena cosecha. Además de pedirle permiso para poder sembrar en la tierra, que todo salga bien, que los pájaros no coman la semilla, que las semillas germinen y produzcan abundante maíz y que no haya accidentes durante la siembra, entre otras peticiones.

Para este acto los agricultores seleccionan las mejores mazorcas de maíz y las llevan al lugar sagrado (montaña, cueva, laguna u otro lugar energético), donde el Creador y Formador bendice sus semillas y ellos hacen fiesta para agradecerle por una buena milpa.

Es importante contar con diversos colores de maíz debido a que cada uno tiene un significado importante dentro de la cosmovisión maya. Según nos comentan los ancianos, en los colores se refleja la realidad del entorno que rodea al ser humano para que comprenda muchas cosas; el maíz amarillo representa la salida y el color del sol, el color de la piel; el maíz blanco significa pureza, el blanco en los ojos, los dientes, los huesos y las uñas; el maíz negro representa la obscuridad de la noche, el descanso y el cabello; el maíz rojo representa la sangre y la fuerza.

Cada miembro de la familia juega un rol dentro del proceso de siembra que se representa en la ceremonia. El hombre es el encargado de sembrar el maíz y se le reparte el maíz blanco y amarillo, la mujer siembra el frijol días después de la siembra del maíz; además, la mujer y las niñas son las encargadas de llevar el atol hecho de masa de maíz al campo y repartirlo en reverencia desde el anciano hasta el más joven.

La bendición de las semillas es una tradición muy diversa que depende de las fechas de inicio de año y la cultura predominante en la región. Antiguamente, en muchas comunidades

rurales del altiplano se acostumbraba realizar una ceremonia antes de la siembra, la cual consiste en frecuentar lugares sagrados (cerros sagrados y venerados por siglos) como "Paxil" y "Nan Pix" donde un ajq'ijab' o guía espiritual guía la ceremonia para pedir al Creador, abundante lluvia y buenos tiempos.

Lo que es común en la mayoría de las costumbres es que antes de que inicie el invierno, varios grupos familiares realizan ceremonias mayas en petición de la sagrada lluvia, ya que la llegada de las primeras lluvias se considera una bendición y se recibe con mucha alegría. Las ceremonias mayas se realizan de forma colectiva, debido a que la unión de fuerzas y sinergias producen efectos positivos en la madre tierra (Qtxu' Tx'otx'), quien favorece a los agricultores(as) con fructuosas cosechas para el siguiente año.

Al realizar un recorrido por varias comunidades rurales de los municipios de Chajul, Quiché y Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango, ancianos entrevistados expresan su experiencia y creencia e indican que actualmente los agricultores jóvenes no han seguido la costumbre de realizar una ofrenda o ceremonia maya al Creador para tener buena cosecha y el cuidado de la madre naturaleza. Los ancianos justifican que por esta razón estos productores perdieron su siembra, por lo que recomiendan recuperar esta práctica ancestral.

El Proyecto Buena Milpa apoya a los agricultores a mejorar su milpa y utilizar aquellas prácticas ancestrales que protegen la biodiversidad, la conservación del suelo y agua, así como el mejoramiento de sus cosechas, mediante acciones de revalorización de los conocimientos ancestrales en el sistema milpa. ▶



Sebastián Sicona, maya ixil de 86 años, realiza sus ceremonias mayas de bendición de semillas desde que tenía 25 años.



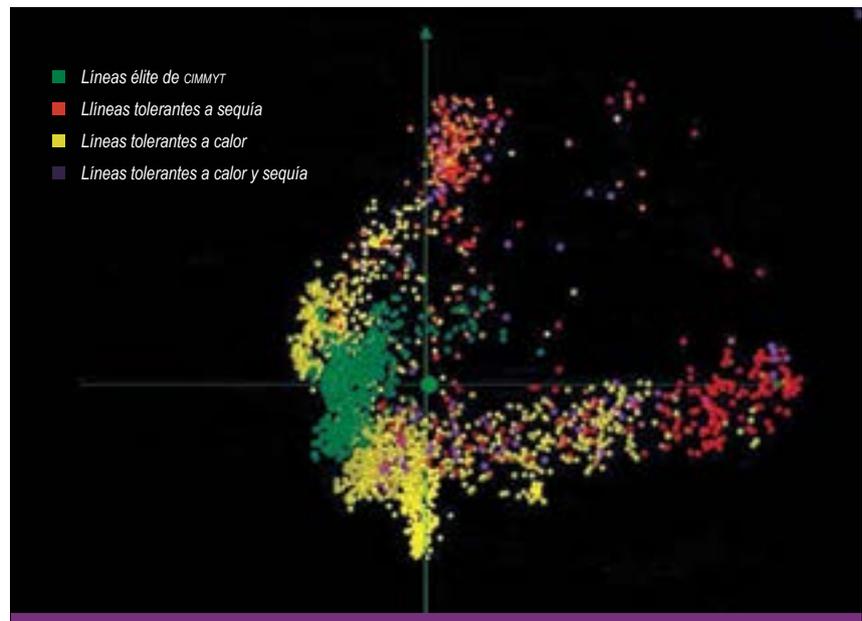
MasAgro BIODIVERSIDAD

Se han genotipificado en laboratorio 80,000 muestras de trigo y 31,000 de maíz del banco de germoplasma, mientras que en campo e invernadero se han tomado datos de características morfológicas y de rendimiento, los llamados datos fenotípicos, en los dos cultivos.

MasAgro Biodiversidad (MAB) es un componente del Programa MasAgro que se enfoca en descubrir y aprovechar la diversidad genética que se conserva en los bancos de germoplasma (semillas). Su propósito principal es acelerar el desarrollo de nuevas variedades de maíz y trigo que puedan satisfacer la demanda alimenticia de una población en crecimiento, frente a los desafíos que plantea el cambio climático.

El proyecto MAB estudia y caracteriza la diversidad genética del maíz y el trigo para beneficiar a los programas de mejoramiento, los agricultores y los consumidores de estos cultivos. En este contexto, la diversidad genética es la materia prima esencial para desarrollar las nuevas variedades que, por ejemplo, estarán mejor adaptadas a condiciones climáticas adversas, tendrán mayor resistencia a plagas y enfermedades, mejor calidad nutricional y un mayor potencial de rendimiento. Estas nuevas variedades van a poder beneficiar a pequeños y grandes agricultores y contribuirán a la seguridad alimentaria en todo el mundo.

A la fecha, en MAB se ha generado información genética o "huellas digitales" que describe la diversidad de



Ejemplo de mapa de diversidad genética del maíz que muestra similitudes y diferencias entre muestras del banco de recursos genéticos de CIMMYT.

las colecciones de maíz y trigo. Esta información está disponible a través de una plataforma que facilita su uso para entender y aprovechar los recursos genéticos conservados en el banco de germoplasma, lo que se denomina "genotipificación".

Esta plataforma es como un atlas carretero o una serie de mapas, según lo explica Kevin Pixley, director del Programa de Recursos Genéticos del CIMMYT y coordinador del proyecto MasAgro Biodiversidad, que nos ayudará a encontrar soluciones a los retos que representa el cambio climático: altas temperaturas, sequía, presencia de nuevas enfermedades y otros usos como son mejor calidad nutricional del grano o calidad forrajera.

Entre los logros de MAB se encuentra el que ya se han genotipificado en laboratorio 80,000 muestras de trigo y 31,000 de maíz del banco de germoplasma, mientras que en campo e invernadero se han tomado datos de características morfológicas y de rendimiento, los llamados datos fenotípicos, en los dos cultivos.

De manera sobresaliente, los colaboradores de trigo en México y el sur de Asia han recibido ya más de 1,000 líneas de “germoplasma puente” de este cultivo, que se han generado en MasAgro Biodiversidad. El germoplasma puente es producto de la identificación de diversidad genética útil en el banco de germoplasma, su cruzamiento con líneas o variedades élite y la evaluación y selección de progenies sobresalientes. Se le llama germoplasma puente porque sirve como un atajo, o puente, para que los fitomejoradores utilicen la diversidad genética de los bancos de germoplasma en forma más rápida y útil.

Respecto a maíz, ya se han utilizado casi 400 materiales del banco de germoplasma para desarrollo de “germoplasma puente” con resistencia a enfermedades, tolerancia a sequía y mejores características nutritivas y de calidad.

Con el fin de desarrollar las capacidades de usuarios de los productos de MasAgro Biodiversidad, se han realizado 15 talleres y cursos, capacitando a la fecha a 230 investigadores, y han participado más de 30 estudiantes de doctorado, maestría y licenciatura. A partir de 2016, se ha difundido una convocatoria para presentar propuestas de aplicación dentro del programa MasAgro Biodiversidad de proyectos de trabajo de investigación colaborativa específica. Por ejemplo, se tienen proyectos con científicos de la Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la Universidad Autónoma de

Nuevo León y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El desarrollo de capacidades a través de oportunidades de investigación colaborativa, talleres y estudios, busca lograr que la plataforma se utilice de manera extensa y equitativa.

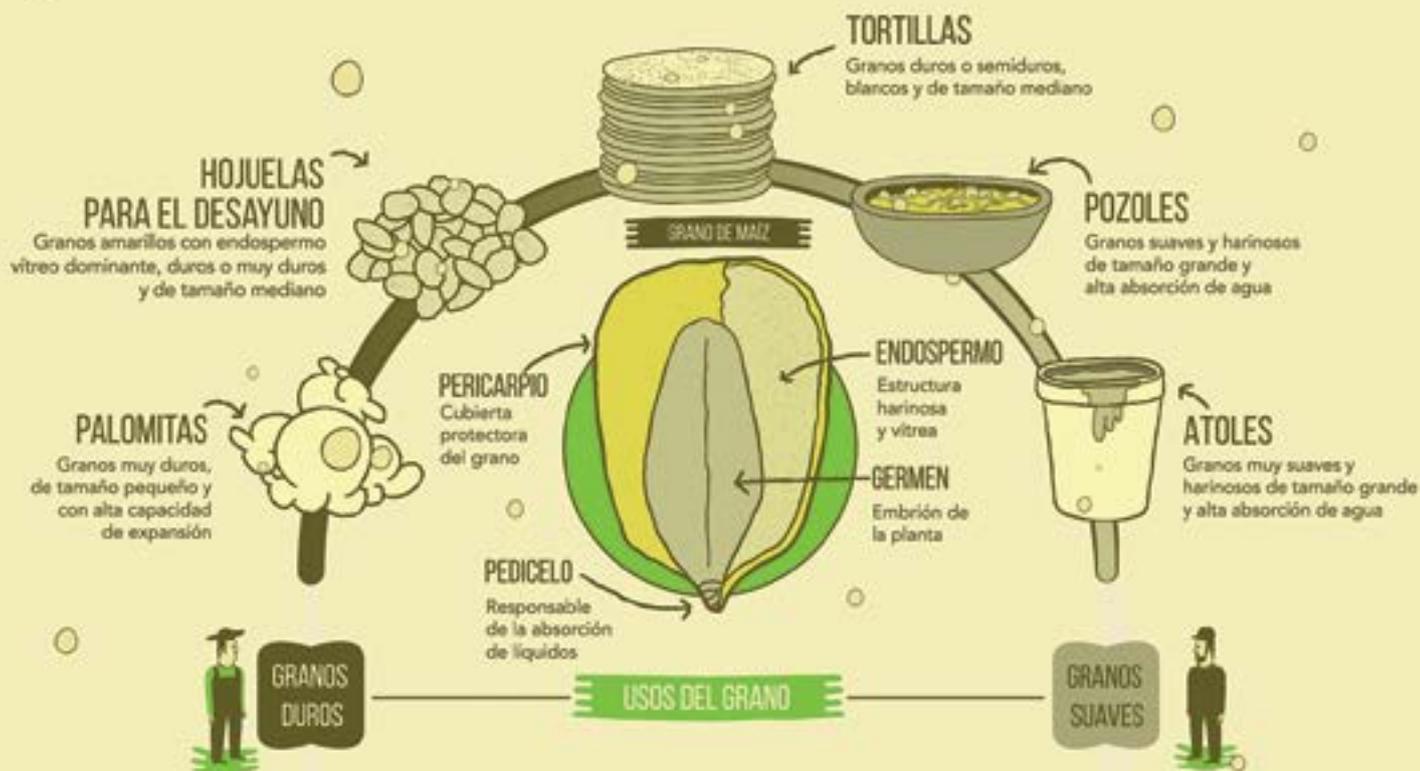
El proyecto MasAgro Biodiversidad agiliza el uso equitativo de la biodiversidad del maíz y el trigo mediante: 1) caracterización de la diversidad genética del maíz y el trigo; 2) una plataforma de herramientas que apoya la identificación de diversidad pertinente a las prioridades del usuario; 3) el desarrollo de germoplasma puente, que sirve como un atajo entre las semillas en bancos de germoplasma y nuevas variedades; y 4) el desarrollo de capacidades para que mayor número y diversidad de usuarios puedan aprovechar la diversidad genética para beneficio de agricultores y consumidores. ▶



Kevin Pixley (izquierda), director del Programa de Recursos Genéticos del CIMMYT, en trabajo de campo en Celaya, Guanajuato, con Ernesto Solís Moya y Lourdes Ledesma (INIFAP).

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE DETERMINAR LA CALIDAD DEL GRANO Y QUÉ ELEMENTOS INFLUYEN?

En la determinación de la calidad de grano están implicados factores como la genética de la semilla, el manejo agronómico, el almacenamiento y las prácticas poscosecha. Es crucial tomar en cuenta estos factores con fines de comercialización, autoconsumo y consumo animal.



Kellogg's

CIMMYT
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo



Natika, cultivar con RESPECTO POR LA NATURALEZA

Los rarámuri son un pueblo que se relaciona de manera muy directa con la naturaleza, por lo que la gobernanza ambiental es entendida como “vivir respetando la naturaleza”. Para ellos, cultivar no es sólo conocer las semillas o la tierra, sino también el bosque, la lluvia y el viento. La agricultura se vincula con los animales, la cultura, la comunidad y el pueblo.

María Luisa Bustillos Gardea es siríame (gobernadora) rarámuri de la Ciénega de Norogachi, en el municipio de Guachochi, Chihuahua, donde atiende a 40 comunidades. Como gobernadora, una de sus mayores tareas es dotar de mayor conocimiento y prácticas sustentables a los integrantes de su comunidad, con el deseo de que esto les permita tener una producción buena y que no disturbe el ambiente, pues buscan conservar sus recursos para que las generaciones futuras puedan continuar viviendo de lo que ellos han logrado: “Deseamos continuar con nuestras formas de cultivo, nuestras formas de aprender y conocer para que podamos continuar cuidando nuestras tierras y nuestro mundo”.

María Luisa es presidenta de la asociación civil Napawika Tibupo Kawi (Nátika), que en lengua rarámuri significa “Cuidemos juntos nuestro bosque, nuestro entorno”. Esta asociación surgió en febrero de 2015 con el fin de promover la conciencia de los tarahumaras que habitan la región que comprende la microcuenca de Cochérare. Es la primera asociación de tarahumaras para tarahumaras. Su objetivo social es velar por la riqueza que el bosque les

ofrece, manteniendo y aumentando su productividad por medio de obras de conservación de vegetación nativa. En el tema agrícola, su propósito es la construcción de un banco de semillas criollas (germoplasma), pues consideran que éstas les han dado su esencia como individuos y como integrantes de una comunidad que también necesita el elemento de capacitación en el manejo de técnicas que permitan la participación de todos los integrantes de la comunidad.

Algunas de estas aspiraciones han iniciado con el apoyo en el uso y manejo de maquinaria de tracción animal, así como en el de pequeños tractores que les permitirán hacer un mejor uso de sus recursos, pues podrán sembrar conservando el rastrojo de la cosecha anterior, con lo cual de manera paulatina se beneficiará al suelo y a su economía, ya que significa un ahorro de al menos cuatro pasos antes de la siembra, hasta 40% del costo total del cultivo.

El programa MasAgro ha presentado a Natika los distintos aspectos agronómicos en los que tiene acción, tanto en agricultura, como en técnicas poscosecha y genética agrícola con énfasis en maíz y trigo, donde se ha visto una simetría sustancial en lo referente a principios ecológicos y económicos, así como de inocuidad. El interés de Natika para que se capacite a todos los integrantes de la comunidad que así lo acepten se refleja ya en un proyecto de reconstrucción de una nave con doble propósito: útil tanto para la impartición de cursos, como para albergar a los participantes, pues muchos provienen de regiones alejadas y con incipiente infraestructura carretera.

Natika, A. C. ha desarrollado y consolidado distintos proyectos en sus zonas forestales, como la construcción de una presa que permite la disponibilidad de agua la mayor parte del año, mediante gaviones (tejido de mimbres o ramas, relleno de tierra o piedra) que permiten la retención del líquido en el suelo. Además, también incursiona en la agricultura protegida, con dos invernaderos instalados por los mismos integrantes tarahumaras.

Junto con María Luisa, los miembros de Natika han demostrado que con tenacidad y responsabilidad se puede hacer buen uso de los recursos que el gobierno ha destinado para el apoyo y desarrollo de comunidades marginadas; más aún cuando dichos apoyos son complementadas con los recursos de los productores y, sobre todo, con la certeza de que la inversión beneficiará a toda la comunidad, llevando desarrollo y bienestar. ▶

María Luisa Bustillos Gardea, quien preside la asociación civil Napawika Tibupo Kawi (Nátika).





Apoyo e investigación, LA ESENCIA DE UNA SÓLIDA RELACIÓN entre el CIMMYT y el Colpos



Edwin J. Wellhausen; José Molina Galán; Norman E. Borlaug; Josué Kohashi; Basilio Alfonso Rojas Martínez; Colegio de Postgraduados.

Los esfuerzos iniciales para establecer la educación agrícola formal en México se remontan a 1853, cuando se estableció la Escuela Nacional de Agricultura (actualmente Universidad Autónoma de Chapingo, UACH). En 1906 se estableció una segunda escuela agrícola, la Escuela Particular de Agricultura, en el estado de Chihuahua (1906-1993). En 1923, se creó una tercera escuela, la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro (actualmente Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, UAAAN). Durante los años veinte y treinta, un gran número de pequeñas instituciones de educación agrícola fueron establecidas dentro de la Secretaría de Educación Superior o la Secretaría de Agricultura. En 1979, la formación de posgrado se separó de la formación de pregrado en la

Universidad Autónoma de Chapingo y se creó el Colegio de Postgrado. Hasta el día de hoy, la Universidad Autónoma de Chapingo y el Colegio de Postgraduados (Colpos) son las principales agencias de educación superior de México en el campo de la agricultura (Beintema, Rodríguez del Bosque, Moctezuma López y Pardey, 2001).

La Oficina de Estudios Especiales ayudó al establecimiento del Colegio de Postgraduados en Chapingo en 1959 (1), la primera escuela de posgrado en agricultura que se fundaba en Iberoamérica. En un principio, el Colpos ofrecía sólo el grado de maestro en ciencias; ahora ofrece también el doctorado.

Durante varios años (1967 a 1973), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Colpos (anteriormente ubicado en Chapingo) participaron activamente en el financiamiento y operación técnica del Plan Puebla, un esquema diseñado con el propósito de generar y probar estrategias para aumentar la producción agrícola en zonas de minifundio bajo condiciones de temporal. El Plan Puebla sirvió como modelo para establecer después programas semejantes operados por la Secretaría de Agricultura (anteriormente SARH) y el Colpos.

El Plan Puebla

El Plan Puebla (2) empezó a operar en 1967 en la entidad federativa de la cual tomó su nombre. Se estableció como área de trabajo la región delimitada por los municipios de San Martín Texmelucan, Cholula, Puebla y Amozoc, con una superficie de 116,000 hectáreas, para lo cual contó con el respaldo financiero y técnico del CIMMYT en coordinación de actividades con el Colegio de Postgraduados; en 1974 quedó bajo la responsabilidad y dirección de esta última institución, y oficialmente dejó de funcionar en 2002, aunque desde mediados de los años noventa (a raíz de la implantación de la reforma del Estado) se comenzó a retirarse apoyos económicos por parte del gobierno federal.

En sus últimos años de operación, el Plan Puebla coincidió con la puesta en marcha de la extensión parcialmente privatizada y con los programas de la Alianza para el Campo,

que con el paso del tiempo conformarían la estructura de la nueva concepción del Estado mexicano sobre desarrollo rural. Durante el tiempo que se mantuvo en operación el Plan, no sólo experimentó grandes logros en el aspecto técnico productivo, sino que su funcionamiento generó el establecimiento de otros programas técnicos, de organización de productores y acumulación de conocimiento para instituir programas de enseñanza y capacitación.

Quizá el logro de mayor importancia del Plan Puebla ocurrió de 1967 a 1974, con el incremento en los rendimientos de la producción de maíz de temporal de 1,300 kg/ha en promedio a 3,100 kg/ha. Con ello también se experimentó un incremento en la producción de frijol y calabaza, cultivos que en una amplia superficie del área de trabajo original del Plan se sembraron asociados con maíz.

De 1974 a 1984, la experiencia del Plan Puebla se instituyó en 23 regiones de 19 estados de la República, a través del Programa Nacional de Desarrollo Agrícola en Áreas de Temporal (Prondaat); con ello se amplió la cobertura de la investigación agronómica y asesoría a productores en cultivos anuales como el trigo, haba, hortalizas, frijol, frutales caducifolios y perennifolios, ganadería de traspatio, la mujer y la familia campesina, entre otros. Es el periodo en que se capacitó a una gran cantidad de profesionales (cerca de 3,000) relacionados con el desarrollo agrícola para operar programas tipo Plan Puebla en el país y el extranjero.

Entre 1984 y 1992 se constituyó la Cooperativa Agropecuaria Regional "Chollan", que agrupaba a poco más de 2,500 campesinos del valle de Puebla y que tenía como propósito fundamental la consecución de objetivos intercomunitarios. A finales de este periodo, cuando la banca oficial había dejado de considerar a los productores de las regiones de media y baja productividad como sujetos de crédito, se constituyó la Unión de Crédito Plan Puebla II, que agrupó a poco más de 3,400 productores, con la finalidad de captar el ahorro de los socios y ofrecer créditos para establecer proyectos productivos.



Fernando Sánchez (atrás); Evangelina Villegas Moreno; Norman E. Borlaug; Jesús Moncada de la Fuente; Isabel Vianey Peña Mendoza; Gregorio Martínez Valdés (la persona del pódium no se identifica).

La acumulación de experiencias y conocimientos obtenidos por medio de la investigación y la operación de programas de desarrollo agrícola permitieron constituir un programa de Maestría en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional en 1991 y un programa de Doctorado en Ciencias sobre el mismo tema en 2001 (Escobedo, 2009; Sánchez, 2009).

En el aspecto técnico productivo, específicamente en el incremento de los rendimientos de la producción de maíz y los cultivos asociados con éste, la estrategia de operación diseñada y probada por el Plan jugó un papel fundamental; los elementos de dicha estrategia fueron: 1) generación de tecnologías de producción acordes con las condiciones de los productores; 2) difusión efectiva de la información tecnológica derivada de la investigación; 3) abastecimiento adecuado y oportuno de insumos agronómicos en puntos de fácil acceso; 4) crédito de producción adecuado a tasas de interés razonables; 5) seguro agrícola; 6) relaciones favorables entre el costo de los insumos y el precio de los productos; 7) mercados accesibles con precios estables para el maíz; y 8) organización de productores. La consecución del objetivo de carácter técnico productivo estuvo a cargo de un equipo interdisciplinario, constituido por las áreas de investigación, divulgación, evaluación y coordinación.

Las semillas de las que surgieron el CIMMYT y el Colpos

Al analizar la evolución del CIMMYT y sus contribuciones para mejorar la productividad del maíz y el trigo se debe comenzar por el programa Mexicano de Cooperación Agrícola, lanzado en 1943 como un proyecto conjunto de la Secretaría de Agricultura de México y la Fundación Rockefeller (Oficina de Estudios Especiales) durante el periodo de 1943-1960. Entre el grupo merecedor de reconocimiento especial por el apoyo que preparó el camino para la creación del CIMMYT cabe mencionar a los ingenieros Marte R. Gómez, Alfonso González Gallardo y Julián Rodríguez Adame, al presidente Adolfo López Mateos y a los “cuatro jinetes” de la Fundación Rockefeller, los doctores E. C. Stakman, Paul Magelsdorf, Richard Bradfield y J. G. Harrar. (3)

Durante ese primer periodo, el interés y apoyo de Rodolfo Elías Calles fueron esenciales para el que Programa de Trigo lograra el éxito. Don Rodolfo organizó a los agricultores y empresarios agrícolas de Sonora para establecer lo que hoy es el CENEBA (Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP), que se ha convertido en una meca de investigaciones y capacitación



Jesús Moncada de la Fuente; Norman E. Borlaug; Sanjaya Rajaram.

EGRESADOS DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS EN CIMMYT

- Bibiana Mercedes Espinosa García
Programa de Recursos Genéticos
- Martha Hernández Rodríguez
Programa Global de Maíz
- Gregorio Alvarado Beltrán
Programa de Recursos Genéticos
- Mateo Vargas Hernández
Programa de Recursos Genéticos
- José de Jesús Cerón Rojas
Programa de Recursos Genéticos
- Paulino Pérez Rodríguez
Programa de Recursos Genéticos
- Juan Carlos Alarcón Maldonado
Relaciones Público-Privadas
- Juan Arista Cortés
Programa de Socioeconomía
- Efrén Rodríguez Carranza
Programa de Recursos Genéticos
- Alejandro Ramírez López
Programa de Socioeconomía



« De 1967 a 1973, el CIMMYT y el Colpos participaron activamente en el financiamiento y operación técnica del Plan Puebla, un esquema diseñado con el propósito de generar y probar estrategias para aumentar la producción agrícola en zonas de minifundio bajo condiciones de temporal. »»

para todos los científicos de trigo en el mundo. Además, fue el móvil en la fundación del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES), una organización única, financiada por los agricultores, que ha resultado muy eficaz en su apoyo a la investigación agrícola.

El Programa Mexicano de Cooperación Agrícola, durante las dos décadas que estuvo en operación, tuvo

un impacto significativo al ayudar al país a alcanzar la autosuficiencia en la producción de maíz y trigo en los años cincuenta. El resultado de esta investigación en una producción mayor se logró con rapidez gracias a una política que consistía en transferir la nueva tecnología de producción de las parcelas de investigación a los campos de los agricultores tan pronto como se obtuvieron mejoras significativas.

La capacitación de investigadores locales fue una actividad importante desde el comienzo y quizá sea una de las aportaciones más significativas del programa. Más de 700 investigadores mexicanos participaron en curso en servicio y 200 individuos recibieron becas de la Fundación Rockefeller para obtener títulos de maestría y doctorado. Los aspectos educativos del programa culminaron en el establecimiento de la primera escuela de posgrado en ciencias agrícolas en América Latina. Esta institución, conocida como el Colegio de Postgraduados, fue ideada y llevada a realización por el doctor E. C. Stakman, con la ayuda de muchas otras personas, en Chapingo, en 1959. ▶

Referencias

1. CIMMYT (1978). Cronología. Documento interno.
2. Álvarez, F., Sánchez, J., Sánchez, M., Ramos, F. y Ortega, L. (2011). La pertinencia de la estrategia de operación del Plan Puebla en el contexto de la extensión parcialmente privatizada. *Ra Ximhai* Vol. 7. Número 2, mayo-agosto.
3. Avances de la productividad de maíz y trigo. N. E. Borlaug, pp. 6-7. The future development of maize and wheat in the third world. 1987. Series: CIMMYT 20th Anniversary. Mexico. CIMMYT.

- Gabriela Juárez López
Programa de Recursos Genéticos
- Paulina Haydeé González Fierro
Programa de Recursos Genéticos
- Luis Miguel Noguera López
Programa de Recursos Genéticos
- Rosa Ángela Pacheco Gil
Programa de Recursos Genéticos
- Nérída Lozano Ramírez
Programa Global de Trigo

- Benjamín Asael Martínez Cisneros
Programa de Recursos Genéticos
- Abel Jaime Leal González
Programa de Intensificación Sustentable
- Claudio César Ayala Hernández
Programa de Recursos Genéticos
- Águeda Lozano Ramírez
Programa de Intensificación Sustentable
- Araceli Torres García
Programa Global de Trigo

- Francisco Ariel Vázquez Chávez
Programa de Recursos Genéticos

(Actualizado a diciembre de 2016)



TECNOLOGÍAS HERMÉTICAS Y ALTERNATIVAS para disminuir pérdidas de maíz almacenado en México

Resultados de cuatro plataformas de poscosecha en el
Hub Valles Altos Maíz en 2016

{ El CIMMYT trabaja con colaboradores para instalar plataformas y módulos poscosecha para investigar, validar, y demostrar el uso de varias prácticas para la conservación de maíz. }

En México, muchos productores de pequeña escala almacenan granos básicos en sus hogares para uso familiar o alimentación de animales (García-Lara and Bergvinson, 2007; Rosas *et al.*, 2007). El almacenamiento adecuado se debe a un conjunto de factores; por ejemplo, la variedad y humedad del grano, la cantidad de impurezas y la incidencia de insectos y hongos al momento de cerrar el recipiente de almacenamiento. Factores ambientales también pueden

afectar las pérdidas poscosecha, tal como la temperatura, humedad relativa y lugar del almacenamiento (casa o patio, etcétera). Adicionalmente, el tiempo de almacenamiento y el tipo de recipiente influyen sobre las pérdidas poscosecha (García-Lara and Bergvinson, 2007; Ognakossan *et al.*, 2013; Rosas *et al.*, 2007; Tefera *et al.*, 2011). Con la interacción de todos estos factores, y por la gran variedad de prácticas



Tomado de la infografía "Soluciones poscosecha. Almacenamiento para prevenir la pérdida de granos y semilla". Puedes consultarla y descargarla en: goo.gl/b48YS8.

y recipientes que los productores usan para almacenar su grano, en ciertas condiciones en el país se ha estimado que las pérdidas durante el almacenamiento tradicional llegan a 25% del grano cosechado (Arahon Hernández and Carballo Carballo, 2014; García-Lara and Bergvinson, 2007). Este grano costó energía y recursos para producir, y las pérdidas de dicho grano reducen la autosuficiencia de los productores, así como los excedentes que puedan comercializar (Appendini and Quijada, 2016; Hellin *et al.*, 2009).

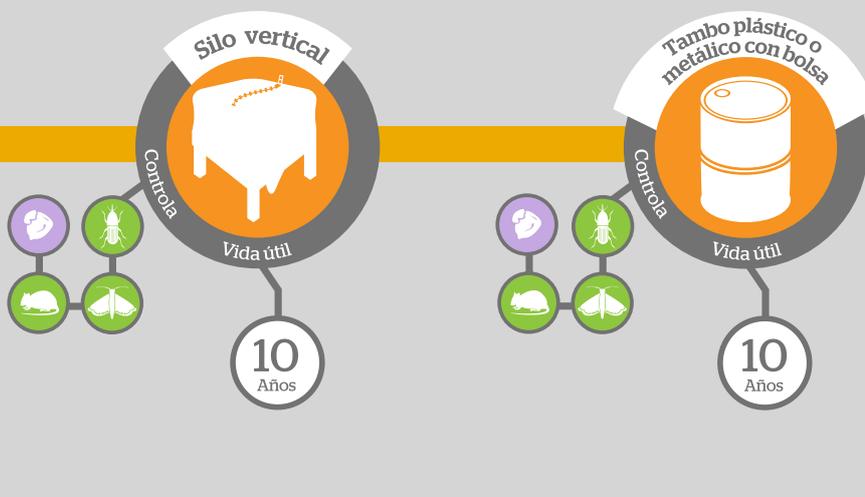
Tradicionalmente, muchos productores almacenan su grano en costales de polipropileno, en costales con algún agroquímico (p.ej., fosforo de aluminio), mazorca en trojes y en una gran variedad de otras maneras que los productores han adaptado a sus necesidades (Rivers *et al.*, 2016). Estas prácticas no necesariamente causan considerables pérdidas cada año o en todo el país, debido a todas las interacciones que hemos mencionado. Sin embargo, estos métodos no son ideales por muchas razones, por ejemplo, el uso de agroquímicos puede dañar la salud de los productores si no los aplican correctamente, y los insectos pueden desarrollar resistencia a los químicos, reduciendo la eficacia de éstos (Boyer *et al.*, 2012; Singh *et al.*, 1996). Existen varios métodos para almacenar el grano que pueden mantener la calidad de éste sin depender de los cambios en el clima o la incidencia de insectos. Estos métodos incluyen las tecnologías herméticas (por ejemplo, silos metálicos herméticos y bolsas plásticas herméticas) y prácticas alternativas (el uso de polvos como cal micronizada y tierra diatomea) (Fields and Korunic, 2002; García-Lara *et al.*, 2013; Gitonga *et al.*, 2015; Rosas *et al.*, 2007; Tefera *et al.*, 2011).

Las tecnologías herméticas y prácticas alternativas son una buena opción para prevenir pérdidas. Sin embargo, debido a la variedad de factores que las producen, es necesario hacer investigación en condiciones diversas para entender el comportamiento de las tecnologías herméticas y prácticas alternativas para el almacenamiento. Con este fin, el CIMMYT trabaja con colaboradores para

instalar plataformas y módulos pos-cosecha para investigar, validar, y demostrar el uso de varias prácticas para la conservación de maíz. Aquí compartimos los resultados de cuatro plataformas en el Hub Valles Altos Maíz que se instalaron en 2016.

Materiales y métodos

Las cuatro plataformas se ubican en altitudes elevadas, a más de 2,000 metros sobre el nivel del mar (tabla 1). Se almacenó maíz en todas las plataformas, y éstas se instalaron en los meses de mayo, junio y agosto, y se levantaron en noviembre 2016 y febrero de 2017. El periodo de almacenamiento en cada plataforma fue de seis meses. La humedad del grano al inicio del almacenamiento fue de 14.0% o menos en tres de las cuatro plataformas. En Zacualtipán, Hidalgo, la humedad inicial del grano fue de 14.2%. Ya se había esperado dos meses para llegar a este contenido de humedad y se consideró oportuno iniciar la plataforma con este grano, ya que esperar más lo dejaría demasiado expuesto a



Organismos controlados por las tecnologías herméticas:

-  Hongo
-  Barrenador grande
-  Gorgojo
-  Palomilla
-  Roedores

Tabla 1. Resumen de las plataformas poscosecha donde se evaluaron tecnologías herméticas para la conservación de maíz en Valles Altos

Nombre de la plataforma	Colaborador	Maíz ^a	Humedad del grano	Fecha de instalación	Fecha de levantamiento
San Andrés Calpan, Puebla	CBTa No. 255	Criollo blanco	14.0%	3/06/2016	26/11/2016
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala	Fundación Produce Tlaxcala A.C.	Criollo amarillo	12.3%	11/05/2016	1/11/2016
Texcoco, Estado de México	CIMMYT	Híbrido blanco	14.0%	10/05/2016	8/11/2016
Zacualtipán, Hidalgo	Universidad de Tecnológica Sierra de Hidalguense	Criollo amarillo	14.2%	2/08/2016	2/02/2017

^a Los colaboradores solamente indicaron que el maíz es un criollo, y no especificaron el nombre local.

Tabla 2. Resumen de los tratamientos y la cantidad del grano almacenado en las plataformas poscosecha

Plataforma	Tratamientos y cantidad de grano (kg)										
	BPET	BPHA	BPHZ	BPS	COS	COS CE†	COS CM†	COS TD†	CUB	CUB PAS	SMH
San Andrés Calpan, Puebla	16	-	50	-	50*	-	-	-	-	-	100
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala	17	40		40	40*	40	40	-	-	-	25
Texcoco, Estado de México	-	-	40	-	40*	-	-	-	-	-	40
Zacualtipán, Hidalgo	-	15	-	-	-	-	15	15	15*	15	15

Abreviaciones: Botellas de PET: BPET; bolsa plástica hermética GrainPro® con cierre de amarre: BPHA; bolsa plástica hermética GrainPro® con zipper: BPHZ; bolsas plásticas estándar: BPS; costal de polipropileno: COS; costal de polipropileno con cal estándar: COS, CE; costal de polipropileno con cal micronizada: COS, CM; costal de polipropileno con tierra diatomea: COS, TD; una cubeta: CUB; cubetas con una pastilla de fosforo de aluminio: CUB, PAS; silo metálico hermético: SMH.

*El tratamiento tradicional en esta plataforma.

†Dosis de 4 gramos de polvo por cada 1 kilogramo de grano.

plagas durante este tiempo adicional, a pesar de la recomendación general de almacenar maíz con un porcentaje de humedad menor de 14% (Hodges and Stathers, 2012).

Cada plataforma incluye la práctica local de almacenamiento como testigo; algunos ejemplos son un costal de polipropileno (COS) y una cubeta (CUB) (tabla 2). Este testigo se comparó con dos tecnologías herméticas, el silo metálico hermético (SMH)

y la bolsa plástica hermética marca GrainPro®, con cierre de amarre (BPHA) o con zipper (BPHZ). En algunas plataformas, se incluyeron tecnologías alternativas como cal micronizada (COS, CM), cal estándar (COS, CE) y tierra diatomea (COS, TD), y otras tecnologías plásticas herméticas como botellas (BPET). Para hacer otras comparaciones, algunas plataformas también incluyeron bolsas plásticas estándar que no son herméticas (BPS) y cubetas con una pastilla de fosforo de aluminio (CUB, PAS). Las tecnologías alternativas se seleccionaron con base en los intereses de los colaboradores y productores locales. El tamaño de recipientes varió, de 15 kg a 100 kg (tabla 2). Antes y después del almacenamiento, los colaboradores colectaron una submuestra de 1,000 gramos de grano de cada recipiente, y separaron los granos con daño por insectos y hongos para pesarlos y cuantificar el porcentaje de peso perdido por cada tipo de daño. También, contaron los insectos vivos y muertos de las plagas más comunes en granos almacenados (gorgojo, *Sitophilus zeamais* M.; barrenador, *Prostephanus truncatus* H.; y palomilla dorada del maíz, *Sitotroga cerealella* O.) en la submuestra. Se usó análisis de varianza para identificar diferencias entre tratamientos en algunas variables después del almacenamiento con el programa R.

Resultados y discusión

En Texcoco, ninguna de las variables analizadas fue significativamente diferente entre los tratamientos ($p < 0.05$). Tal vez se debe a que el lugar de almacenamiento se ubicó en un sitio de investigación, que está muy protegido y donde las plagas en campo están controladas con agroquímicos, lo que puede disminuir las poblaciones inherentes de insectos.

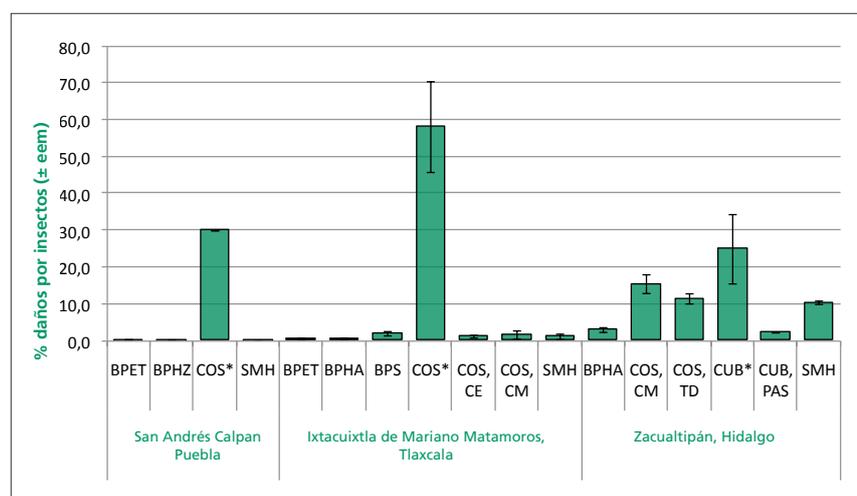
En las tres otras plataformas (San Andrés Calpan, Puebla; Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala;

y Zacualtipán, Hidalgo), las tecnologías herméticas y prácticas alternativas disminuyeron de manera significativa las pérdidas asociadas con insectos durante el almacenamiento (figura 1). En San Andrés Calpan (Calpan) e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros (Ixtacuixtla), el testigo (un costal) fue diferente de todos los otros tratamientos, pero en Zacualtipán, la diferencia solamente fue significativa entre el testigo (una cubeta) y la bolsa plástica hermética, y una cubeta con una pastilla de fosforo de aluminio. En Ixtacuixtla, el porcentaje de grano dañado por insectos fue de 58%, una cantidad tan alta que puede impedir la venta del grano. En comparación, el porcentaje de grano dañado por insectos de la bolsa plástica hermética y el silo metálico hermético solamente fue de 0.6% y 1.2%, respectivamente. También, el número alto de insectos vivos en el testigo de Ixtacuixtla indicó que todavía hay insectos que pueden aumentar el daño del grano si se hubiera almacenado el grano por más tiempo.

Los resultados no están muy claros con respecto a la incidencia de hongos (figura 2), pero la incidencia de granos dañados por hongos fue por debajo de 10% en todos los recipientes de todas las plataformas. En dos casos el testigo presentó un porcentaje de grano dañado por hongos menor que las prácticas alternativas (Calpan e Ixtacuixtla), pero en Zacualtipán, el testigo presentó un porcentaje de grano dañado por hongos significativamente más alto que el silo metálico hermético. Sin embargo, las diferencias entre los tratamientos en Ixtacuixtla al respecto de hongos no fueron significativas. Parece que en todas las plataformas, los insectos fueron un agente de pérdidas de grano más importante que los hongos.

En todas las plataformas se presentaron porcentajes bajos de grano dañado por roedores, granos quebrados, y granos dañados por calor (que puede presentarse como variación en el color del grano, con colores como café o negro). Sin embargo, donde estos daños estuvieron presentes, los porcentajes de granos sin daños fueron bajos.

Figura 1. Promedio (\pm error estándar de la media, EEM) del porcentaje del peso de grano dañado por insectos en una submuestra de 1,000 g de cada recipiente ($n = 3$) después de seis meses de almacenamiento. Letras diferentes dentro de la misma significa diferencias significativas ($p < 0.05$).



Abreviaciones: Botellas de PET: BPET; bolsa plástica hermética GrainPro® con cierre de amarre: BPHA; bolsa plástica hermética GrainPro® con zipper: BPHZ; bolsas plásticas estándar: BPS; costal de polipropileno: COS; costal de polipropileno con cal estándar: COS, CE; costal de polipropileno con cal micronizada: COS, CM; costal de polipropileno con tierra diatomea: COS, TD; una cubeta: CUB; cubetas con una pastilla de fosforo de aluminio: CUB, PAS; silo metálico hermético: SMH. *El tratamiento tradicional en esta plataforma.

La plataforma de Zacualtipán fue la única plataforma donde se usó un agroquímico (una pastilla de fosforo de aluminio) para proteger el grano, y los resultados fueron buenos. Sin embargo, no hay suficiente información sobre el efecto de residuos del químico en el grano para la salud de los consumidores del grano. Para comprender si esta pastilla es una buena opción para proteger el grano, es importante entender la persistencia de este químico en el grano, el potencial de volatilización de la pastilla en espacios donde los productores almacenan su grano, y la tasa a la que los insectos pueden desarrollar resistencia a la pastilla.

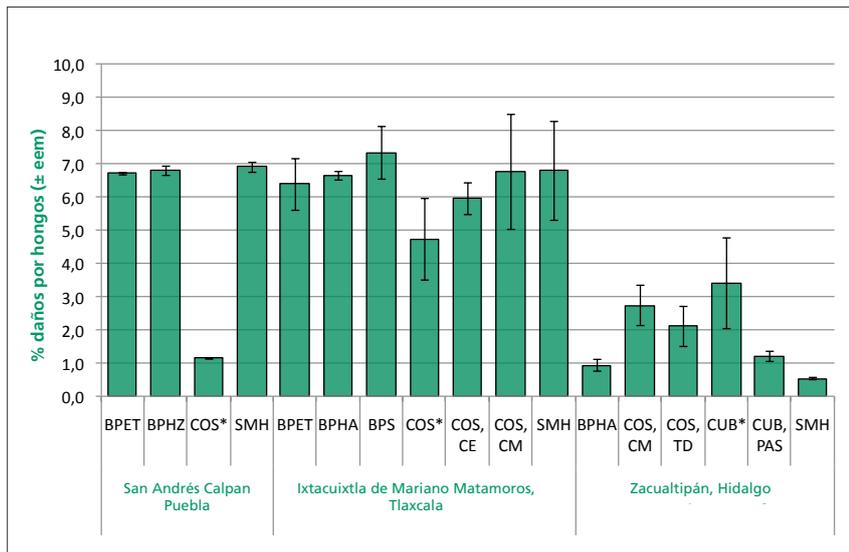
Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de las plataformas indicaron el potencial de las tecnologías herméticas y otras alternativas para reducir las pérdidas de granos básicos durante el almacenamiento, en ambientes diferentes y con diferentes tipos de maíz. Especialmente para protección contra daños por insectos, las tecnologías herméticas (la bolsa plástica hermética con los dos tipos de cierre, y el silo metálico hermético) mostraron ser una opción confiable.

En Ixtacuixtla, el porcentaje de grano dañado por insectos fue de 58%, una cantidad tan alta que puede impedir la venta del grano. En comparación, el porcentaje de daño por insectos en la bolsa plástica hermética y el silo metálico hermético solamente fue de 0.6% y 1.2%, respectivamente. También, el número alto de insectos vivos en el testigo de Ixtacuixtla indicó que todavía hay insectos que pueden continuar el daño del grano si se hubiera almacenado el grano por más tiempo.

Se necesita más investigación sobre la relación entre la humedad del grano antes y después del almacenamiento, y el desarrollo de hongos

Figura 2. Promedio (\pm error estándar de la media, EEM) del porcentaje de peso de grano dañado por hongos en una submuestra de 1000 g de cada recipiente ($n = 3$) después de seis meses de almacenamiento. Letras diferentes dentro de la misma significa diferencias significativas ($p < 0.05$).



Abreviaciones: Botellas de PET: BPET; bolsa plástica hermética GrainPro® con cierre de amarre: BPHA; bolsa plástica hermética GrainPro® con zipper: BPHZ; bolsas plásticas estándar: BPS; costal de polipropileno: COS; costal de polipropileno con cal estándar: COS, CE; costal de polipropileno con cal micronizada: COS, CM; costal de polipropileno con tierra diatomea: COS, TD; una cubeta: CUB; cubetas con una pastilla de fosforo de aluminio: CUB, PAS; silo metálico hermético: SMH. *El tratamiento tradicional en esta plataforma.

adentro de los diferentes tipos de recipientes. Relacionado con esto, es importante desarrollar y evaluar métodos de secado que permiten hacer más corto el tiempo de secado, porque durante este tiempo, el grano está sujeto a cambios en las propiedades inherentes y pérdidas por insectos. El uso de métodos eficientes de secado también permitirá almacenar el grano en contenidos de humedad menor a 14%, como es recomendado generalmente. Otro tema importante de investigación es el efecto de prácticas de almacenamiento en sobre la calidad física y nutricional del grano.

Las alternativas que se usaron en las plataformas (por ejemplo, cal micronizada y tierra diatomea), también necesitan más investigación. Parece que donde las tecnologías herméticas no están disponibles, estas alternativas son una opción viable para conservar el grano. Sin embargo, es importante entender el efecto de estos polvos en las propiedades inherentes del grano. También se debe evaluar si la combinación de algunas prácticas, tal vez una bolsa plástica estándar y cal micronizada, puede tener un efecto similar a las tecnologías herméticas.

« Los resultados de las plataformas indicaron el potencial de las tecnologías herméticas y otras alternativas para reducir las pérdidas de granos básicos durante el almacenamiento, en ambientes diferentes y con diferentes tipos de maíz. »

Agradecimientos

Martha Reyes Zavala ayudó en la gestión de plataformas y la colección de datos. Este trabajo se realizó en conjunto con las instituciones donde se instalaron las plataformas poscosecha. Esta investigación forma parte del componente 'Desarrollo Sustentable con el Productor' del proyecto MasAgro en colaboración con CBTa No. 255, Fundación Produce Tlaxcala A.C. y la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense, con apoyo de Sagarpa.

Bibliografía

- Appendini, K., Quijada, M. G., 2016. Consumption strategies in Mexican rural households: pursuing food security with quality. *Agric. Human Values* 33, 439–454.
- Arahon Hernandez, G., Carballo Carballo, A., 2014. Almacenamiento y conservación de granos y semillas, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación, Subsecretaría de Desarrollo Rural (Sagarpa). Montecillo, Texcoco, Mexico.
- Boyer, S., Zhang, H., Lemprière, G., 2012. A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bull. Entomol. Res.* 102, 213–29. doi:10.1017/S0007485311000654
- Fields, P.G., Korunic, Z., 2002. Post-Harvest Insect Control With Inert Dusts. *Encycl. Pest Manag.* 1, 650–653.
- García-Lara, S., Bergvinson, D. J., 2007. Programa integral para reducir pérdidas poscosecha en maíz. *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas* 33, 181–189.
- García-Lara, S., Ortíz-Islas, S., Villers, P., 2013. Portable hermetic storage bag resistant to *Prostephanus truncatus*, *Rhyzopertha dominica*, and *Callosobruchus maculatus*. *J. Stored Prod. Res.* 54, 23–25.
- Gitonga, Z. M., De Groote, H., Tefera, T., 2015. Metal silo grain storage technology and household food security in Kenya. *J. Dev. Agric. Econ.* 7, 222–230. doi:10.5897/JDAE2015.0648
- Hellin, J., Lundy, M., Meijer, M., 2009. Farmer organization, collective action and market access in Meso-America. *Food Policy* 34, 16–22.
- Hodges, R. J., Stathers, T., 2012. Training manual for improving grain postharvest handling and storage. UN World Food Program. (Rome, Italy) ... 1–246.
- Ognakossan, K. E., Kodjo Tounou, A., Lamboni, Y., Hell, K., 2013. Post-harvest insect infestation in maize grain stored in woven polypropylene and in hermetic bags. *Int. J. Trop. Insect Sci.* 33, 71–81.
- Rivers, A., González Regalado, J., Reyes Zavala, M., Vilchis Ramos, R., Ramírez Martínez, G., 2016. Poscosecha de granos básicos en el medio rural. *Claridades Agropecu.* 7–10.
- Rosas, I. M., Gil Muñoz, A., Ramírez Valverde, B., Hernández Salgado, J. H., Bellon, M., 2007. Calidad física y fisiológica de semilla de maíz criollo almacenada en silo metálico y con métodos tradicionales en Oaxaca, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 30, 69–78.
- Singh, S., Singh, D., Wig, N., Jit, I., Sharma, B.-K., 1996. Aluminum Phosphide Ingestion—A Clinico-pathologic Study. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 34, 703–706. doi:10.3109/15563659609013832
- Tefera, T., Kanampiu, F., De Groote, H., Hellin, J., Mugo, S., Kimerju, S.C., Beyene, Y., Boddupalli, P.M., Shiferaw, B., Banziger, M., 2011. The metal silo: An effective grain storage technology for reducing post-harvest insect and pathogen losses in maize while improving smallholder farmers' food security in developing countries. *Crop Prot.* 30, 240–245.



METODOLOGÍA LINK: relaciones comerciales incluyentes y sustentables

La Metodología LINK se desarrolló como parte del Proyecto New Business Models for Sustainable Trading Relationships [Nuevos modelos de negocio para relaciones comerciales sostenibles] gestionado por Sustainable Food Lab en colaboración con Catholic Relief Services (CRS), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (IIED, por sus siglas en inglés) y Rainforest Alliance (RA), con el apoyo de la Fundación Bill y Melinda Gates. El Programa de Investigación de CGIAR sobre Políticas, Instituciones y Mercados (PIM) ha apoyado el desarrollo posterior de la herramienta con ong internacionales en América Latina, entre ellas CRS, VECO y Heifer International.

La Metodología LINK es un set de herramientas participativas desarrollado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en colaboración con distintas organizaciones de investigación, cuyo propósito fundamental es fomentar relaciones comerciales inclusivas entre pequeños

productores y mercados, al vincular a los actores de la cadena de manera más efectiva y al mejorar su relación comercial de forma sistemática dentro de un marco ordenado para propiciar innovación.

Como promotores y facilitadores de esta metodología, el CIAT y el CIMMYT se han vinculado para organizar cerca de 10 proyectos y talleres que han generado compromisos entre organizaciones de agricultores distintas tipologías y agroecologías del país, técnicos, empresas y gobiernos, orientados a construir relaciones comerciales duraderas, de confianza y transparencia en las cadenas de valor de los sistemas de producción de trigo, maíz y cultivos asociados en México. Por ejemplo, se han vinculado mercados de nicho para maíces nativos impulsados por empresas tractoras con interés en desarrollar esquemas de abastecimiento responsable en las regiones de Valles Altos, Bajío, Pacífico Sur, Pacífico Centro y Pacífico Norte.

Asimismo, se ha promovido la aplicación práctica de la metodología con distintos compradores líderes en el sector agrícola, con el objetivo de que éstos puedan desarrollar esquemas de proveeduría más inclusivos. Los impactos de estas intervenciones se estiman en torno a: 1) desarrollar líneas base sobre el estado de los mercados de maíz, trigo y cultivos asociados, así como un set de indicadores de los modelos de negocio de distintas organizaciones de producción rural, 2) diseñar estrategias de mejora continua para el desarrollo de cadenas de valor y modelos de negocio inclusivos en los que se involucren el gobierno, empresas tractoras y organizaciones de producción rural, 3) contribuir a generar un ambiente habilitador para la aceleración de proyectos de abastecimiento local y sustentable y, por último, 4) identificar y sistematizar factores críticos de aprendizaje en el proceso de desarrollo de cadenas de valor inclusivas, que permitan incidir en políticas públicas relacionadas con el desarrollo agroalimentario.

Normalmente, la vinculación de los pequeños productores agrícolas a los mercados suele presentar desafíos importantes, ya que se da en contextos en los cuales el productor no tiene acceso a infraestructura de mercado adecuada ni a servicios de capacitación y financiamiento. Por otra parte, los retos globales de competitividad que enfrentan la mayoría de los mercados agrícolas modernos hacen que las agroindustrias y los grandes compradores agrícolas inclinen sus relaciones de proveeduría hacia productores agrícolas de gran tamaño, normalmente organizados y con capacidad de agregar valor a su producción. La proveeduría mediante esta tipología de productores generalmente disminuye riesgos de mercado y por ende costos de transacción, lo que deja en segundo plano al pequeño productor.

Si bien se pueden encontrar casos exitosos de inclusión de pequeños agricultores en cadenas de suministro modernas, éstas siguen siendo la excepción más que la norma. Hoy, 85% de los cultivos del mundo son administrados por pequeños productores, que se traducen en cerca de 1,300 millones de puestos de trabajo (Lundy *et al.*, 2014). Si existe un sector agrícola más dinámico e inclusivo, se puede reducir drásticamente la pobreza rural. En ese contexto, la generación de cadenas de valor que consideren las necesidades de los pequeños productores rurales se estima como una estrategia viable para lo anterior. Cadenas de valor que aprovechen la posición, ventajas comparativas, competitivas y fortalezas de los pequeños productores en torno a la calidad, diferenciación, acceso a la biodiversidad y capacidad para crear valor compartido.

LINK no pretende vincular a los productores con los mercados más grandes y exigentes, sino facilitar la creación de estrategias conjuntas para que compradores y productores desarrollen mercados más accesibles y viables para ambas partes. En otras palabras, construir puentes entre los mundos dispares donde la inclusión se considera como una acción bilateral que implica que asuman responsabilidades en la relación comercial. Para ello, el punto de partida es la existencia de agricultores capaces, compradores dispuestos y un entorno propicio o habilitador que pueda generarse mediante una combinación de políticas públicas y la existencia de facilitadores como CIMMYT y el CIAT, que tengan en mente objetivos de desarrollo con enfoque en la cadena de valor.

¿Cuál es la propuesta metodológica de LINK?



1 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR

Descripción

Comprende la recopilación de información primaria sobre el tipo de mercado en el que se encuentra inserto un grupo determinado de productores y compradores. Esto permite hacer un diagrama ordenado de los bienes, servicios e información que fluyen en un mercado particular, así como la identificación de los actores centrales que permiten que lo anterior suceda.

Propósito

Entender el contexto en que está operando el negocio.

Preguntas clave

- ¿Cuáles son los actores y qué roles tienen?
- ¿Cómo funciona el flujo de productos, información y pagos?



4 El ciclo del prototipo

Descripción

Propone un esquema de aprendizaje y mejora continua orientado a la construcción de un modelo de negocio más incluyente para cada uno de los negocios que ligan productores rurales con los compradores

Propósito

Diseñar e implementar las estrategias de inclusión a través de un proceso de aprendizaje cíclico.

LINK puede ayudar a facilitar el proceso de aprendizaje sistemático entre actores de la cadena de valor y descubrir nuevas oportunidades de innovación basadas en la aplicación de un kit de cuatro herramientas que se aplican de manera secuencial entre un comprador y un grupo de productores organizados:

2

PLANTILLA DEL MODELO DE NEGOCIO

Descripción

Se utiliza para entender con más detalle cada negocio que vincula a las organizaciones de producción rural con sus compradores y proveedores (los productores), y así comprender la estructura de actividades y costos que sustentan una propuesta de valor determinada.

Propósito

- Analizar el funcionamiento de una organización con una mirada de 360 grados.
- Enmarcar la situación actual y la visión hacia el futuro.

Preguntas clave

- ¿Cómo funciona mi organización?
- ¿El modelo de negocio es viable?

LOS PRINCIPIOS PARA MODELOS DE NEGOCIOS INCLUYENTES

3

Descripción

Permiten determinar y evaluar cuantitativa y cualitativamente si cada negocio que vincula a los productores rurales con los compradores es realmente inclusivo.

Propósito

Evaluar el grado de inclusión en una relación comercial.

Preguntas clave

- ¿Qué tan inclusiva es la relación comercial?
- ¿Cómo identificar áreas de mejora?

Preguntas clave

- ¿Cómo puedo moverme de la teoría a la acción?
- ¿Cómo puedo incorporar ideas de innovación en un plan de trabajo?

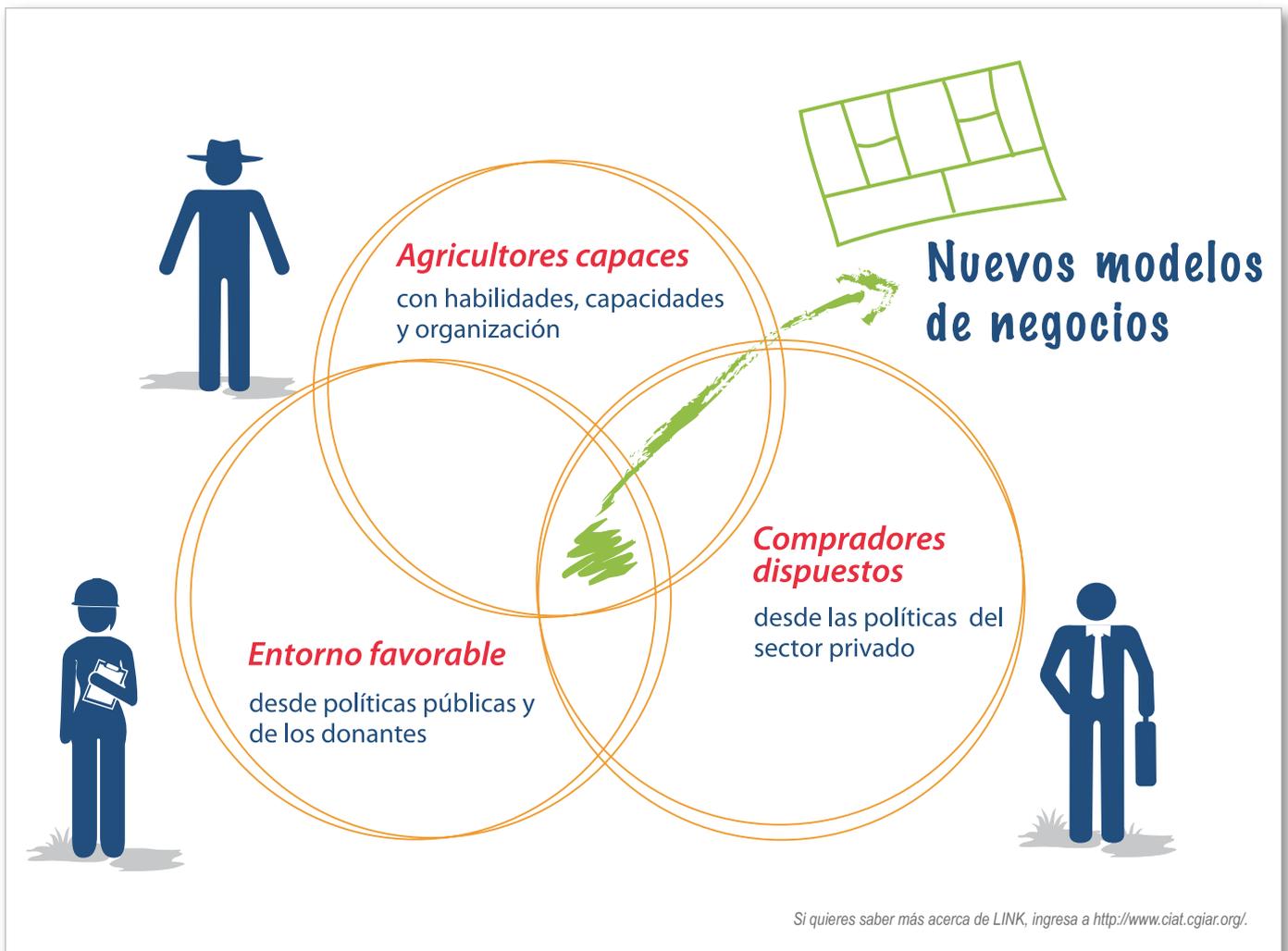
El kit es una guía que, a través del proceso de innovación basado en procesos participativos adaptados al análisis de la cadena de valor, la evaluación de modelos de negocio y la creación de prototipos, les permite a los productores la creación de soluciones efectivas para mejorar su inclusión y desempeño en el mercado. A los compradores les ayuda a facilitar un proceso de aprendizaje sistemático de la mano con sus proveedores, además de descubrir nuevas oportunidades de innovación.

Vincular a pequeños agricultores con mercados no es sólo una cuestión de fortalecer las habilidades y capacidades de éstos para convertirse en mejores socios comerciales. También resulta fundamental que los compradores desarrollen innovaciones y estrategias para ajustar sus prácticas comerciales a las necesidades y condiciones de los agricultores. En ese sentido, los principios de inclusión de LINK son:

- 1) colaboración entre los actores de la cadena y el modelo de negocio,
- 2) una vinculación efectiva al mercado,
- 3) una gobernanza transparente y consciente de los modelos de negocio,
- 4) el acceso equitativo a servicios por parte del proveedor,
- 5) un proceso de innovación incluyente y
- 6) medir los resultados.

En conjunto, la cuantificación de estos seis principios les permite al comprador y al productor identificar áreas de intervención para construir cadenas de valor más inclusivas.

En conclusión, las relaciones comerciales incluyentes son el resultado de modelos de negocio que no dejan atrás a los pequeños agricultores, ya que reconocen las voces y las necesidades de los actores en las zonas rurales de los países en desarrollo. Igualmente, al basarse en un conjunto de principios para medir la inclusión, son eficaces para potenciar las relaciones comerciales sostenibles a largo plazo, ya que identifican áreas concretas de mejora. ▶



DEL CUIDADO A LA EFICIENCIA: lo que no hay que olvidar en el uso del nitrógeno y fertilización nitrogenada en AC

Una clave de la eficiencia productiva actual es la efectividad. Ajustar la fertilización en los sistemas de cultivo basados en la Agricultura de Conservación es de enorme importancia, por ello es primordial lograr una optimización de la fertilización nitrogenada.

1 A la hora de evaluar dosis para alcanzar eficiencia, es importante recordar y considerar aspectos como el potencial de productividad del suelo, cultivos previos, la relación del precio de los fertilizantes nitrogenados con el valor del cultivo, y buscar siempre minimizar pérdidas ambientales.



A. Francisco Magallanes (centro), superintendente de la estación en la sede central del CIMMYT en El Batán, México, muestra un pulverizador presurizado para aplicar productos químicos como pesticidas, herbicidas y fertilizantes foliares a un grupo de productores de canola del estado de Hidalgo. B. Un productor pesa fertilizante durante una sesión de calibración y aplicación de fertilizante, como parte de las actividades de un curso de capacitación sobre cultivos de trigo organizado por el CIMMYT en su estación de experimentación de Toluca, Estado de México.



A. Práctica de medición de propiedades químicas del suelo realizada en Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca. Calibración de equipo que mide pH, conductividad eléctrica y temperatura de suelo.
 B. Sembradora multiuso-multicultivo diseñada en CIMMYT especialmente para Agricultura de Conservación. Se pueden depositar semillas de grano pequeño y fertilizante, para aplicar ambos en el mismo paso. C. Medición de profundidad del suelo.

Otro punto muy importante: el uso de fertilizantes nitrogenados varía según el tipo de ambiente. Si se trata de ambientes de altos insumos, para el uso de fertilizantes minerales es esencial un modelo eficiente y que no contamine para prevenir la fertilización nitrogenada excesiva.

En el caso de ambientes de temporal de baja productividad, en donde el uso de fertilizantes es marginal y la productividad de cereales es baja, es necesario atender al incremento en el rendimiento y la calidad mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados moderada y eficiente, más que la aplicación excesiva.

La sincronización es otro elemento para ponderar. Se pueden reducir las pérdidas de nitrógeno con una aplicación sincronizada de los compuestos nitrogenados y necesidades de absorción del cultivo.

Una fertilización eficiente implica, en resumen, no perder de vista varios elementos para lograr mejores resultados.†

Innovaciones locales en sistema milpa

PROYECTO BUENA MILPA GUATEMALA



Desde hace siglos, el sistema milpa ha sido innovador por sus múltiples ventajas alimenticias y porque en un mismo espacio se ve el reflejo de los conocimientos, la tecnología y las prácticas agrícolas necesarias para obtener de la tierra y del trabajo humano los productos necesarios. La agricultura es una labor constante

que realizan los productores en campo, que a su vez requiere de nuevas metodologías y acciones que propicien mejores niveles de producción y calidad que les permitan el abastecimiento para su familia.

Muchas de las prácticas innovadoras tienden a la conservación de maíces nativos, la conservación de suelos y la diversificación de sistemas de producción y dietas. En las imágenes siguientes se muestran algunas acciones alternativas que están realizando algunos agricultores para mejorar y hacer más sostenible su producción agrícola.



Agricultor practicando el sistema milpa intercalado con árboles frutales (MIAF). Concepción Huista, Huehuetenango.



Joven agricultor realizando práctica de polinización. Chiantla, Huehuetenango.



Agricultor realizando selección masal en milpa. Chiantla, Huehuetenango.



Aplicación de cal en los suelos.
Mejora la estructura del suelo y aporta
nutrientes a las plantas. San Juan
Ostuncalco, Quetzaltenango.



Utilización de abonos verdes (planta de boldo) para mejorar la materia orgánica de los suelos. Concepción Huista, Huehuetenango.



Muestra de barreras vivas con caña de azúcar y zanjas de infiltración de agua para conservación de suelos. Concepción Huista, Huehuetenango.



Muestra de aparato A para curvas a nivel, una forma de detener la erosión causada por las correntadas de lluvia. Chichicastenango, Quiché.



Muestra de terreno pendiente con prácticas de conservación de suelos (barreras vivas, árboles forestales y frutales). Concepción Huista, Huehuetenango.



Incorporación de diversas plantas
en suelo para mejorar la calidad de
la materia orgánica. Todos Santos
Cuchumatán, Huehuetenango.

DIRECTORIO

TELÉFONO
01800 462 7247



DIVULGACIÓN

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

cimmyt-contactoac@cgiar.org



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