

EnlACe

Enlazando al sector agrícola con la *Agricultura de Conservación*

Año IV, No. 14. Abril - mayo de 2013

► Nueva generación de técnicos certificados del Pacífico Norte

► Importancia de los talleres de maquinaria para la AC



Uso, tratamientos y beneficios de los residuos



Este material es de distribución gratuita. Prohibida su venta

 **MasAgro**
Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional

Directorio Hubs

HUB MAÍZ Y CULTIVOS ASOCIADOS VALLES ALTOS

HUB CEREAL GRANO PEQUEÑO Y CULTIVOS ASOCIADOS VALLES ALTOS

Estación Experimental del CIMMYT, El Batán Km.
45 carretera México - Veracruz
Col. El Batán
C.P. 56130
Texcoco, Estado de México
Teléfono: 01 800 462 7247

MC Adriana Orozco Meyer, gerente

Correo electrónico: a.orozco@cgiar.org

Ana Karen Munguía Manilla, asistente

Correo electrónico: a.munguia@cgiar.org

HUB MAÍZ - FRIJOL Y CULTIVOS ASOCIADOS CHIAPAS

Hub Chiapas

Boulevard Belisario Domínguez 2535
Plaza Santa Elena, Local 23
Col. Santa Elena, C. P. 29060
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Teléfono: 01 800 462 7247

Ing. Jorge Octavio García, gerente

Correo electrónico: j.o.garcia@cgiar.org

Ana Laura Manga, asistente

Correo electrónico: a.manga@cgiar.org

HUB CEREAL GRANO PEQUEÑO Y MAÍZ ESCALA INTERMEDIA EN BAJÍO

Hub Bajío

Av. Camelinas 3233, Interior 312, C. P. 58261
Morelia, Michoacán, México,
Teléfono: 01 800 462 7247

MC Silvia Hernández Orduña, gerente

Correo electrónico: s.hernandez@cgiar.org

Ana Lilia Soto, asistente

Correo electrónico: a.l.soto@cgiar.org

HUB SISTEMAS INTENSIVOS PACÍFICO NORTE

Hub Pacífico Norte

Km. 12 Calle Dr. Norman Borlaug
Valle del Yaqui Cajeme, C.P. 85000
Ciudad Obregón, Sonora
Teléfono: 01 800 462 7247

Ing. Jesús Mendoza Lugo, gerente

Correo electrónico: j.e.mendoza@cgiar.org

Ana Poullette Galaviz, asistente

Correo electrónico: a.galaviz@cgiar.org

DIVULGACIÓN

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

Teléfono: 01 800 462 7247

Correo electrónico:
cimmyt-contactoac@cgiar.org

Redacción

Homero Aguilar Castañeda
José Rodolfo Angulo Santos
Fernando Bahena
F. Baudron
Begoña Bolaños Meade
Carolina Camacho
Alfonso Cortés
Tomás Díaz Valdés
Avelino Espinosa
Isabelle François
Lucila González Molina
Bram Govaerts
José Manuel Hernández I.
Pedro Maldonado Ríos
Pedro Maldonado Solís
Luis Alfonso Moraila Ibarra
A. Ngwira
I. Nyagumbo
Héctor de la Peña
Ércik Ortiz Hernández
Maricela Rugerio
Fco. Javier Sandoval
Armando Tasistro
C. Thierfelder
Jesús Rafael Valenzuela
Verónica Vega
Pat Wall

Diseño

Margarita Lozano

Fotografía

Homero Aguilar
Fernando Bahena
Carolina Camacho
Carlos Alfonso Cortés
Avelino Espinosa
Xochiquetzal Fonseca
Pedro Maldonado
Ércik Ortiz Hernández
Maricela Rugerio
Fco. Javier Sandoval
Verónica Vega
Patrick Wall
AC-CIMMYT
SEP-CIMMYT
CIMMYT
INIFAP
Fundación Produce Sinaloa, A. C.
Google Maps

Fotografía de portada
Santos Lazzetti

Corrección de estilo

Iliana Juárez Perete

Traducción

Begoña Bolaños Meade

Multimedia

Carlos Alfonso Cortés

Colaboraciones

Agrodesa, Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, Cevamex, COPAC, Cofinde A. C., Fundación Produce Sinaloa A. C., INIFAP, Investigación y Desarrollo, Nal Uts Consultores, Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro



1 Editorial

México y la Agricultura de Conservación

15 Modificación de maquinaria para la Agricultura de Conservación

18 Desarrollo y perspectivas de la Agricultura de Conservación en África oriental y meridional

12 La influencia de la Agricultura de Conservación en la calidad del suelo

Hub maíz y cultivos asociados Valles Altos

16 El manejo y el uso de los residuos de cosecha en los Valles Altos

18 Calibración de sembradora para maíz

20 Importancia biológica del rastrojo

Hub cereal grano pequeño y cultivos asociados Valles Altos

23 La plataforma experimental Huejutla en Hidalgo, un ejemplo de trabajo y colaboración 23

27 Siembra bajo las prácticas sustentables basadas en la Agricultura de Conservación

ÍNDICE

Hub escala intermedia Bajío

29 Uso de feromonas sexuales para el manejo del gusano cogollero del maíz en Agricultura de Conservación

33 Consejos para implementar con éxito la Agricultura de Conservación en condiciones de temporal

35 Vivencia en el Hub Bajío: el caso del Rancho Copullor

37 La NO quema de esquilmos agrícolas

38 La nutrición del maíz para un alto rendimiento

Hub maíz - frijol y cultivos asociados Chiapas

40 Maíz bajo los sistemas de producción convencional, convencional modificado y Agricultura de Conservación

42 El manejo y uso de los residuos de cosecha: un espacio para la discusión en el Hub Chiapas

44 Ignacio López López ve a la tierra con amor

46 La producción de maíz y frijol es seguridad alimentaria

Hub sistemas intensivos Pacífico Norte

50 Comportamiento del cultivo de cártamo bajo diferentes rotaciones en Agricultura de Conservación

55 Una nueva generación de técnicos certificados en Agricultura de Conservación

57 Labranza reducida en la producción de maíz

EnLace, año IV, número 14, abril – mayo 2013, es una publicación bimestral editada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Km. 45 Carretera México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Estado de México. C.P. 56150, México. Teléfono: + 52 (595) 9521 900. www.cimmyt.org, <http://conservacion.cimmyt.org/> editorial.cimmyt@gmail.com
Editor responsable: Dr. Ir. Bram Govaerts.

Impresa por Prerensa Digital, Caravaggio número 30, colonia Mixcoac, México, 03910, D.F. Teléfonos: 5611- 9653 y 5611 – 7420.
Este número se terminó de imprimir el 5 de abril de 2013, con un tiraje de 18, 000 ejemplares.

El CIMMYT no se hace responsable de las opiniones vertidas en los artículos, ya que son responsabilidad única de los autores. Asimismo, los consejos, tips técnicos o cualquier otra información que se presenta en la revista son únicamente indicativos, por lo que el CIMMYT no asume la responsabilidad de los resultados obtenidos en campos específicos. Éste es un material de apoyo a la divulgación de la agricultura sustentable con base en la Agricultura de Conservación en México.

El contenido, fotografías, gráficas, ilustraciones y, en general, todo el contenido, son propiedad del CIMMYT, INT. Por lo que se prohíbe la reproducción, parcial o total, de este material, salvo con la autorización escrita.



Ahora más que nunca, la misión científica del CIMMYT es importante, al buscar desde sus inicios establecer una red mundial de colaboradores con la finalidad de disminuir la pobreza y el hambre, e incrementar de manera sustentable la productividad de los sistemas de cultivo de maíz y de trigo, para lo cual se ha fijado tres metas claves:

Reducir la pobreza rural
Aumentar la seguridad alimentaria, mejorar la salud y la nutrición humana
Asegurar un manejo más sustentable de los recursos naturales.

Así, la visión de la iniciativa MasAgro que se ha caracterizado por integrar a instituciones, organizaciones, investigadores, autoridades y ciudadanos en una red de innovación para generar un desarrollo sustentable de los sistemas de maíz y cereal grano pequeño en México, cobra una alta relevancia, puesto que entre sus prioridades destaca el trabajo con pequeños y medianos productores para que aumenten su ingreso y obtengan rendimientos altos y estables, además de brindar especial atención a los grupos económicamente desfavorecidos.

Además, la iniciativa alienta a los productores a que adopten las prácticas agronómicas sustentables con base en la Agricultura de Conservación y de precisión, para aumentar la productividad de los sistemas de maíz y trigo, incrementar los rendimientos en las zonas de temporal y mantener la productividad en zonas de riego, disminuyendo el empleo de los insumos y los costos de producción, al tiempo que busca la sustentabilidad ambiental. De esta forma, MasAgro participa de manera contundente con el nuevo proyecto del Gobierno de México: Cruzada Nacional Contra el Hambre, que procura combatir dichas situaciones económica y

social, a partir de la producción de más alimentos y la generación de mejores ingresos para los pequeños agricultores de escasos recursos.

Dentro de los radios de acción de la Cruzada Nacional contra el Hambre operan módulos de MasAgro conectados a las plataformas experimentales, donde se aplica la asistencia técnica en las parcelas de los productores, las cuales sirven de modelo demostrativo de las técnicas de la AC y su comparativo frente a las prácticas convencionales. El técnico responsable es capacitado para implementar las prácticas con base en la AC para transmitir sus conocimientos a los agricultores.

MasAgro y el CIMMYT han conformado el Curso Técnico Certificado en Agricultura de Conservación para que el participante aprenda el manejo agronómico óptimo para la AC, como son los sistemas de información geográfica, la calibración de maquinaria, la fertilidad del suelo y la identificación de malezas, plagas y enfermedades de los cultivos. Si bien hasta el momento varias generaciones de técnicos especializados en AC provenientes de las distintas zonas agroecológicas del país aplican ya sus conocimientos para potenciar el campo mexicano y su sustentabilidad, en este primer trimestre del año felicitamos a los 21 nuevos técnicos en AC del Hub Pacífico Norte.

Cabe destacar que a este esfuerzo se han sumado los técnicos de los proyectos Promaf y PESA, quienes reciben la capacitación teórica y práctica para convertirse en verdaderos motores del cambio.

Esperamos seguir sumando esfuerzos integrales a esta noble labor y, por lo tanto, ampliar la relevancia de los productores y de sus tierras, así como promover la seguridad alimentaria en más regiones del país.

Dr. Ir. Bram Govaerts
Director asociado del Programa Global de
Agricultura de Conservación, CIMMYT



Modificación de maquinaria para la Agricultura de Conservación

Héctor de la Peña, Investigación y Desarrollo

Fotografía: AC-CIMMYT

Los adeptos que han ganado los sistemas de producción, con base en la Agricultura de Conservación, a partir de la puesta en marcha de la iniciativa MasAgro pueden cuantificarse de diversas formas: tierras sembradas bajo estas prácticas, productores que las han adoptado, toneladas cosechadas, montos ahorrados en agroquímicos e, incluso, por los convenios establecidos con los gobiernos y organismos locales.

Sin embargo, los involucrados en la iniciativa y sobre todo sus promotores, SAGARPA y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, saben que el reto no sólo es promover los sistemas entre los agricultores, sino consolidar cada uno de los eslabones que forman parte de la cadena de MasAgro, desde los productores hasta los semilleros, pasando por los investigadores, técnicos y los talleres que adaptan la maquinaria para la Agricultura de Conservación.

Esta adaptación es uno de los puntos más preocupantes, ya que las prácticas basadas en la cero labranza requieren de sembradoras de precisión y otro tipo de maquinaria específica que deben adecuarse de acuerdo a las características del suelo en cada región. Incluso, los gobiernos de los estados que han firmado convenio con MasAgro reconocen que, a pesar de contar con programas de apoyo para la compra de máquinas, se ha dificultado otorgar la ayuda debido a que éstas son de complicado acceso.

El tema es atendido por el CIMMYT con la capacitación a talleres locales de torno para que realicen las adecuaciones necesarias a la maquinaria de los productores. A través de reuniones entre especialistas en la fabricación de equipo agrícola, proveedores y dueños de talleres de tornos o reparadores de maquinaria, se busca atender la falta de sembradoras de alta precisión y otros insumos tecnológicos.



Para el empresario poblano, el esfuerzo que está haciendo el CIMMYT en torno a la capacitación de los talleres ubicados en las diversas regiones donde opera MasAgro, permitirá obtener mejores resultados debido a que las modificaciones en la maquinaria se realizarán de acuerdo a las características de los terrenos de cada productor

En estas reuniones se explica a los asistentes cuáles son las adecuaciones que requieren las sembradoras de precisión y cómo pueden convertir una máquina de siembra común en una multiusos para la AC, además de ponerse a disposición los planos para la modificación de la maquinaria, a fin de que puedan reproducirlos en sus comunidades y evitar que los productores que emplean las prácticas sustentables, como la Agricultura de Conservación, compren maquinaria nueva y costosa.

Nelson Miseli Montesinos es uno de los asistentes a estas reuniones. Llegó a las instalaciones del CIMMYT, en Texcoco, Estado de México, para averiguar si la Agricultura de Conservación puede ser una nueva oportunidad de mercado para su negocio de reparación de maquinaria agrícola en Chiapas, aunque reconoce que la agricultura en el estado sureño atraviesa por una situación complicada debido al alto costo de los insumos.

En Chiapas la mayor parte del campo se trabaja de manera convencional y para introducir la Agricultura de Conservación es necesario que los productores tengan un conocimiento profundo de lo que se requiere. Una de esas cuestiones es el uso de la nueva maquinaria. En la medida en que esto ocurra, más talleres estarán interesados en participar en la modificación de maquinaria para la Agricultura de Conservación.

Talleres como el de Nelson Montesinos pueden ser de gran ayuda para consolidar las prácticas basadas en la AC entre los pequeños productores, ya que en su mayoría también se trata de empresas familiares ubicadas en las comunidades a las que pertenece el agricultor, lo que facilita la empatía y colaboración entre ambas partes.

DISTINTAS VISIONES, UN OBJETIVO

El caso de Puebla es muy distinto. A pesar de que el sector industrial tiene mayor relevancia en la economía local, los agricultores cuentan con más recursos que sus pares chiapanecos, incluso el trabajo con los talleres locales que pueden modificar la maquinaria es menos complejo. Al menos así lo percibe Juan Carlos Huerta, un



distribuidor poblano de maquinaria agrícola con experiencia de 25 años en el negocio, quien tras asistir a la reunión organizada por el CIMMYT tuvo clara la importancia que representa la modificación de las máquinas para la Agricultura de Conservación en nuestro país.

Para el empresario poblano, el esfuerzo que está haciendo el CIMMYT en torno a la capacitación de los talleres ubicados en las diversas regiones donde opera MasAgro, permitirá obtener mejores resultados debido a que los cambios en la maquinaria se realizarán de acuerdo a las características de los terrenos de cada productor. “El caso es trabajar rápidamente con los productores de nuestras regiones, a quienes se les deberá enseñar a operar la maquinaria modificada”.

Sin embargo, trabajar con pequeños talleres de tornos y reparación de maquinaria locales también representa importantes retos. Muchos de estos negocios son familiares y carecen de infraestructura para la comercialización, presentan deficientes sistemas de trabajo, además de tener equipos rudimentarios. Por ello, en las reuniones que promueve el CIMMYT asisten dueños de talleres de diferentes partes de la República para plantear los principales problemas a los que se enfrentan y compartir sus experiencias.

Es el caso de Homero Guevara Mata, uno de los torneros del municipio mexiquense de Texcoco que ha trabajado con el CIMMYT en la fabricación de sembradoras de precisión y hasta la fecha, ha colaborado en la elaboración de seis máquinas multiusos-multicultivos.

Guevara Mata comparte sus experiencias con otros dueños de talleres asistentes a las reuniones y explica que el prototipo que plantean para los sistemas de producción basados en la AC, además de no dañar el terreno, pretende sustituir a varias máquinas: rastra, reformadora, surcadora, sembradora; a fin de que se reduzcan los costos para los productores. Por tal motivo, está convencido de que los talleres de torno deben tener el conocimiento técnico para realizar este tipo de modificaciones.

Don Homero habla como un experto de la Agricultura de Conservación y comenta con orgullo la experiencia de trabajar con el CIMMYT en la modificación de maquinaria agrícola. Quizá por eso es que está convencido de que el programa MasAgro no sólo beneficia a los productores sino a empresas que, como la suya, ven en la adecuación y reparación de las máquinas de campo una buena oportunidad de negocio.

Mientras mayor número de productores agrícolas se convenga de lo eficiente del sistema de la Agricultura de Conservación, los talleres vamos a tener más trabajo, más pedidos de maquinaria y esto beneficia incluso a los proveedores. Es un círculo virtuoso.

CONOCIMIENTO SIN FRONTERAS

A la reunión de talleres de torno organizada por el CIMMYT también ha asistido el ingeniero estadounidense Mike Bergmeier, quien dirige la empresa de equipo agronómico Shield, especializada en maquinaria de siembra sin labranza, y ha participado en los diseños de modificación para los equipos agrícolas.

Bergmeier comenta que las prácticas sustentables, como lo es la Agricultura de Conservación, se emplean en grandes extensiones en Estados Unidos y le sorprende que en México se ha decidido promover este sistema entre los pequeños productores, lo que significa un reto para la distribución de la maquinaria de precisión.

El empresario estadounidense tuvo la oportunidad de platicar con los dueños de los talleres para explicarles las modificaciones que requiere una sembradora de precisión y reconoce la oportunidad de asociarse con los talleres y transferir el conocimiento, gracias al apoyo gubernamental que ofrece la iniciativa MasAgro.

Para ello, explicó, tanto su empresa como el CIMMYT decidieron proteger los planos de la maquinaria modificada a través de un esquema de diseño industrial, con la intención de facilitar la transferencia del conocimiento y de la tecnología a los talleres locales, a los cuales podrán acercarse los agricultores para hacerse del equipo necesario y continuar con la expansión en zonas que decidan adaptar los sistemas de producción basados en la Agricultura de Conservación. **AC**



Desarrollo y perspectivas de la Agricultura de Conservación en África

P. C. Wall, C. Thierfelder, A. Ngwira, B. Govaerts, I. Nyagumbo y F. Baudron
Fotografía: Pat Wall



Los agricultores y un extensionista en parcelas de maíz y soya bajo AC, en Madziwa, Zimbabwe (2009).

En la actualidad hay numerosas actividades en África oriental y meridional para hacer frente a los alarmantes niveles de degradación del suelo y de la disminución de la productividad agrícola, a través del desarrollo de sistemas que evitan los componentes dañinos (degradación) que los trabajos convencionales implican. La eliminación de la labranza, el mantillo de residuos sobre la superficie del terreno y el uso de rotaciones de cultivos en lugar del continuo, resultan en las técnicas de producción sustentables, llamadas Agricultura de Conservación. No obstante, ésta no es una tecnología de bajos insumos, y todos sus componentes —de igual importancia— forman parte de la labranza convencional. Los principios de la AC funcionan en diferentes continentes, latitudes, tipos de suelo, con diversos cultivos y sistemas; sin embargo, la forma de aplicarlos debe adaptarse a las condiciones locales y circunstancias de los agricultores. Si bien existen numerosos problemas en esta adaptación, no es aceptable la alternativa de la degradación continua de la tierra.

LA SITUACIÓN DE ÁFRICA ORIENTAL Y MERIDIONAL

La necesidad de un cambio en las técnicas de producción agrícola en el este y sur de África se caracteriza por una degradación generalizada de la tierra. El agotamiento de los nutrientes del suelo deriva de una baja fertilización, resultado no sólo de los precios de los fertilizantes y

su disponibilidad, sino sobre todo de los riesgos asociados con la producción de cultivos. Éstos se vinculan en gran medida a la falta de humedad que, a menudo, se debe más a un uso ineficiente de las lluvias que a una precipitación inadecuada o mal distribuida. La erosión de la tierra y su degradación estructural, la disminución de la materia orgánica y la compactación con bajas tasas de infiltración de agua están muy extendidas y resultan en bajos rendimientos y, por lo tanto, en el aumento de la pobreza rural. Sin embargo, las soluciones tecnológicas por sí solas no resuelven los problemas de la baja productividad agrícola, hace falta la eficiencia de los mercados para los insumos y productos, así como los servicios agrícolas, en especial el apoyo al desarrollo del conocimiento de los campesinos, indispensable si se desea mejorar los niveles actuales de productividad.

Las estimaciones actuales indican que en la regiones oriental y meridional de África existen más de 600 mil hectáreas de tierras cultivadas con las prácticas sustentables basadas en la AC, aunque no siempre se siguen los tres principios. Esto da lugar a la adopción de diferentes iniciativas en la región cuyo número e intensidad han aumentado con el tiempo.

A pesar de que el área cultivada con la AC es relativamente menor debido a las pequeñas propiedades, es probable que existan más productores que apliquen estas técnicas

en el este y sur de África que en Estados Unidos (el país con la mayor superficie en el mundo trabajada con la AC). Un logro notable.

LOS SISTEMAS DE MAÍZ

Los sistemas agrícolas de maíz son los más comunes en estas regiones africanas, la mayoría de las investigaciones sobre la AC se ha llevado a cabo en los sistemas de maíz-maíz. Los resultados de los estudios de los campos de los agricultores en el sur y este de África que se han publicado muestran que la AC da lugar a rendimientos de maíz más altos que las prácticas convencionales, con los mismos niveles de fertilización. De los 40 informes que se han dado a conocer sobre las comparaciones válidas entre la AC y la labranza convencional en los campos de cultivo, los rendimientos con la AC fueron un 10% superiores a los arrojados en las parcelas de agricultura convencional (23 casos en total), no fueron diferentes ($\pm 10\%$) en 11 casos, mientras que más del 10% resultó inferior en sólo seis casos —todos éstos en situaciones de baja fertilidad, la cual muestra que la nutrición adecuada de los cultivos es necesaria para el buen funcionamiento de los sistemas de la AC. Las investigaciones hechas en las estaciones muestran resultados similares con las técnicas basadas en la AC que, en la mayoría de las operaciones, dieron rendimientos iguales o superiores de maíz a los sistemas de labranza. Aunque existen relativamente pocas conclusiones de los ensayos de otros cultivos, éstos arrojan que tanto el algodón, como el frijol, el sorgo, el trigo e incluso el tef pueden rendir igual de bien con la AC que con la labranza.

Los ahorros en los costos y la mano de obra pueden ser más significativos para los pequeños agricultores que el aumento del rendimiento.

La Agricultura de Conservación y los sistemas de labranza convencional difieren en sus demandas laborales y de insumos, sobre todo con respecto a la labranza y al control de las malezas; una de las principales razones para mover la tierra. El empleo de los herbicidas en los ensayos sobre el control de las malezas que se han realizado en África meridional y oriental han tenido un ahorro en mano de obra entre el 28 y el 62%, además de un beneficio neto superior al 60% de la media, lo que resulta en un aumento de rendimiento del trabajo de casi el 100%. Sin embargo, cuando no se emplearon herbicidas, a menudo fue necesario utilizar más

El problema de la tierra y su degradación en las zonas sur y oriental de África hace hincapié

de un cambio en los sistemas sustentables, y en la actualidad, la AC parece ser la mejor opción



mano de obra para controlar las malezas con los trabajos de la AC, que puede superar los ahorros al reducir la labranza. A pesar de los pocos informes sobre estas condiciones, los beneficios netos de la AC han sido aún mayores que con los trabajos de labranza. Incluso, en una forma de AC que se practica en el sur de África, llamado sistema de cuenca o, como se conoce en la región, labranza de conservación, donde el trabajo considerable está involucrado en la excavación de las cuencas de siembra, los beneficios netos son, por lo general, mayores a los obtenidos con la agricultura convencional.

EL SUELO Y SU COBERTURA

A pesar de que el mantillo de residuos y la rotación de cultivos son componentes claves de la AC, no existen muchos estudios que evalúen sus efectos en el sur y este de África. Los resultados ambivalentes sobre los beneficios de los rastros enfatizan la



Los agricultores en Zimbabwe aprenden a usar una sembradora brasileña de tracción animal para la cero labranza. Nótese el mal estado de los bueyes, común en el inicio de la estación de lluvias.

necesidad de seguir investigando, dada su importancia para la alimentación animal. Los resultados de la rotación de cultivos bajo condiciones de la AC son en general positivos, pero las circunstancias del mercado son importantes para su aprobación. Es necesario llevar a cabo más estudios sobre este aspecto, que incluyan los efectos de los cultivos intercalados y abonos verdes bajo las prácticas de la Agricultura de Conservación.

Por lo general, la AC se emplea para mejorar la estructura del suelo y su fertilidad. Tanto el sur como el este de África reportan que los niveles de materia orgánica del suelo (MOS) en la superficie han sido más altos al trabajar la AC que bajo las prácticas convencionales, a pesar de que las diferencias son significativas y rara vez se requiere una investigación más profunda para establecer los efectos de la AC sobre la MOS. Asimismo, cuando todo el perfil afectado por el laboreo ha sido analizado, se han establecido aumentos significativos en la MOS bajo la AC, en la mayoría de los casos. De acuerdo con los efectos sobre la MOS, la estabilidad de los agregados es, por lo general, más alta en los suelos trabajados con la Agricultura de Conservación.

La infiltración del agua bajo condiciones de la AC en África meridional y oriental ha sido superior en todos los casos en los que se ha medido de forma adecuada, con un incremento medio de la infiltración del 67%. Sin embargo, un aumento de ésta puede saturar la tierra bajo condiciones de drenaje restringido, y los métodos para superarlo, tales

como las camas elevadas permanentes, deben estudiarse más a fondo. Poco se ha hecho en la región sobre el efecto de la AC en la evaporación desde la superficie del terreno, pero observaciones sugieren que se reduce gracias a la AC. En casi todos los resultados publicados, la lluvia-escorrentía ha disminuido de manera considerable por la implementación de los trabajos de la AC con retención de residuos sobre la superficie (reducción media del 51%) con un descenso concomitante promedio del 77% en la erosión del suelo.

Como se esperaba por los resultados en otros lugares, la actividad biológica del suelo ha demostrado que aumenta con la AC en los terrenos africanos del sur y del este. Las lombrices, uno de los principales indicadores de una alta actividad biológica, se acrecentan universalmente con la AC en un promedio de cinco veces más. En los pocos estudios sobre la biomasa microbiana de la tierra, ésta es mayor luego de trabajar por cuatro años la AC. Los datos sobre los efectos de la Agricultura de Conservación en el control de las malezas, plagas y enfermedades en la región son escasos, con algunos informes que muestran la presión de las malezas a través del tiempo, en especial con el aumento de la cobertura del terreno proporcionada por los cultivos de abonos verdes de cobertura. Del mismo modo, las enfermedades que habitan en el tejido muerto (residuos de cosecha) pueden aumentar en ausencia de la rotación de cultivos, al igual que algunas plagas. El efecto de las termitas en cultivos trabajados con la AC es ambivalente, lo que con probabilidad refleja la variedad de especies en la región.

La adopción del sistema de la AC por los pequeños agricultores en la región ha sido lenta, y se ha encontrado en su propagación con muchos problemas de carácter económico, organizativo, social y legal, más que técnicos. Frenar estos retos requiere de la participación de agentes de todos los sectores de las cadenas agrícolas de valor, sobre todo de aquéllos involucrados



Ensayos de rotación de cultivos: maíz, algodón y crotalaria bajo la AC, en Zambia



La erosión del suelo en un campo en Arumeru, Tanzania. Obsérvese la capa dura y las líneas marcadas por el animal.

en los mercados de insumos y productos; trabajar juntos en los sistemas de innovación para mejorar el intercambio de conocimientos y las ventajas comparativas de cada miembro ayuda a superar los cuellos de botella en la cadena de valor. Estos sistemas de innovación incluyen por fuerza a los agricultores y se basan en la investigación adaptativa diseñada para superar los obstáculos observados al trabajar las prácticas locales de la AC, y su ampliación a través del intercambio de conocimientos de agricultor a agricultor.

Se ha demostrado en otros lugares que la retención de residuos de cosecha sobre la superficie del terreno es un componente clave de los sistemas de la AC y, aunque los resultados sobre los beneficios de la cobertura en África meridional y oriental no están claros, el tema de los rastrojos seguirá siendo importante, dado el predominio de los pequeños agricultores de sistemas de gestión mixta cultivos/ganado, donde la ganadería depende de los esquilmos para la alimentación y la práctica común de los derechos de pastoreo comunal inhibidas después de la cosecha.

MAQUINARIA

Los equipos adecuados de siembra son necesarios para implementar con éxito la AC. Mientras que las opciones están disponibles para las prácticas manuales de la Agricultura de Conservación, se requiere aumentar la disponibilidad y la asequibilidad de los equipos adaptados localmente para sistemas de tracción animal y tractores de dos ruedas, aunque la prestación de servicios a los pequeños agricultores con los equipos más grandes se beneficiará de sembradoras más viables y adaptadas. La maquinaria y otros insumos requieren mejorar los mercados de insumos y hay un nicho de oportunidad notable para ambas iniciativas, pública y privada, con el fin de aumentar la funcionalidad del mercado para los pequeños agricultores de la región.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

El problema de la tierra y su degradación en las zonas sur y oriental de África hace hincapié en la necesidad de un cambio en los sistemas sustentables, y en la actualidad, la AC parece ser la mejor opción. Sin embargo, el cambio no será fácil, y sin la mejoría de los mercados ni el apoyo político, es probable que sea lento. Se ha demostrado que las técnicas basadas en la AC funcionan relativamente bien en estas regiones africanas a pesar de que se requieren más esfuerzos para su adaptación.

No obstante, el énfasis ahora debe estar en otros aspectos del cambio, sobre todo, en los relacionados con la economía y la política.

Para finalizar, a pesar de la inadecuada adaptación local de las prácticas de la AC en muchos casos anteriores a su comparación con las técnicas de probada eficacia de la labranza convencional, por lo general se verá que los resultados de la AC en estas regiones africanas han sido muy positivos. Sin embargo, ha habido fallas que han llevado a la propuesta de que la AC es sólo aplicable a grupos de agricultores relativamente pequeños. No estamos de acuerdo con esta afirmación y se sugiere, más bien, que la inadecuada adaptación local ha sido una de las principales limitantes y que se necesitan más esfuerzos para implementar el sistema a las condiciones y circunstancias específicas de los agricultores. AC

Las estimaciones actuales indican que en la regiones oriental y meridional de África existen más de 600 mil hectáreas de tierras cultivadas con las prácticas sustentables basadas en la AC



La influencia de la Agricultura de Conservación en la calidad del suelo

Isabelle François, consultora AC-CIMMYT

Fotografía: AC-CIMMYT

LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

Los esfuerzos humanos para producir cada vez mayores cantidades de alimentos han dejado huella en el medio ambiente. El uso persistente de la agricultura convencional, basada en la labranza excesiva, en particular cuando se combina con la eliminación o incineración *in situ* de los residuos de los cultivos, han incrementado las pérdidas por la erosión del suelo. Se estima que la actividad humana es responsable de la pérdida de 26 millones de toneladas de suelo por año, lo que significa 2.6 veces la tasa natural de la degradación. Se considera que la erosión causa 44 mil millones de dólares anuales por daños a las tierras de cultivo, vías navegables, infraestructura y a la salud. Es necesario implementar otra manera de hacer agricultura que sea sustentable. La Agricultura de Conservación se ha propuesto como una amplia forma de adaptación de algunos principios de manejo agronómico que puede asegurar una mayor producción agrícola sustentable. En los sistemas de producción con base en la AC, se enfatiza la combinación de tres principios:

1. Reducción de la labranza: el objetivo es lograr la cero labranza; es decir, dejar de mover por completo la tierra, pero el sistema puede implicar prácticas controladas que, por lo regular, no mueven más del 20 al 25% de la superficie del suelo.
2. Retención de los residuos de cultivos en cantidades adecuadas para una cobertura de la superficie del terreno.
3. Rotaciones de cultivos, económicamente viables.

CALIDAD DEL SUELO

Al evaluar los manejos agrícolas sustentables, las preguntas centrales son: ¿qué sistema de producción no agota los recursos naturales? ¿Cuál optimizará las condiciones del suelo mientras mantiene o mejora la productividad? La calidad del suelo se ha definido como la capacidad de la tierra para mantener una alta productividad, sin una degradación significativa del medio ambiente.



LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

La estructura del suelo es un factor clave en su funcionamiento y en la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de cultivos. A menudo se expresa como el grado de estabilidad de los agregados; sin la perturbación física de la estructura del suelo mediante la labranza, éstos tendrán agregados más grandes y resistentes al agua. Los terrenos que se trabajan con la labranza cero y retención de residuos se vuelven más estables y menos susceptibles al deterioro estructural, mientras que los labrados de manera convencional son propensos a la erosión.

La densidad del suelo es importante para que las raíces sean capaces de penetrar las capas más profundas de tierra. Una densidad alta puede ser perjudicial para las raíces e inhibir la infiltración del agua. Al pasar de la labranza convencional a los sistemas de producción

basados en la AC, la densidad de la capa superficial puede ser mayor debido a la compactación que el tráfico en el campo causa. Este problema se puede evitar mediante el control del tránsito que significa que, todos los vehículos sobre el terreno están confinados a los carriles de circulación permanente. Asimismo, en las prácticas con base en la AC, la materia orgánica de los residuos es importante para evitar la compactación del suelo.

La infiltración del agua es, por supuesto, esencial para el desarrollo del cultivo. Por lo general, es más alta en la labranza cero con retención de residuos en

No hay que olvidar que la evaluación de la calidad del suelo se basa en sus características físicas, químicas y biológicas

comparación con la agricultura convencional y la cero labranza con la eliminación de rastrojos, debido a los efectos directos e indirectos de la cubierta de esquilmos sobre la infiltración. El rastrojo previene la erosión e intercepta la lluvia, dando más tiempo al agua para su absorción. Además, los rastrojos reducen la pérdida de agua por evaporación, mediante la disminución de la temperatura de la tierra; por lo tanto, los cultivos disponen de mayor cantidad de agua, lo cual permite que las plantas sigan creciendo durante los periodos secos cortos. Esto puede ser muy importante durante los años de mala distribución de las lluvias.

LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

El **carbono orgánico** del suelo se ha propuesto como un indicador primario de la calidad del terreno, en especial el que se encuentra en la superficie, la cual es el horizonte vital que recibe gran parte de las semillas, los fertilizantes y los pesticidas aplicados en las tierras de cultivo. Del mismo modo, es el manto que se ve afectado por el impacto de la lluvia intensa y por las particiones del flujo de los gases dentro y fuera de la tierra. La materia orgánica en la superficie es esencial para el control de la erosión, la infiltración del agua y la preservación de los nutrientes. En la labranza cero con retención de residuos, éstos se mantienen en el campo y aumentan la concentración de carbono orgánico del suelo cerca de la superficie.

La distribución de los **nutrientes** en un terreno bajo la labranza cero es diferente a la del suelo labrado de manera convencional; hay una mejor preservación y disponibilidad de los nutrimentos cerca de la superficie. En las prácticas convencionales, los residuos se incorporan al suelo mientras que en la cero labranza se colocan en la superficie, lo que podría ser la razón por la cual los cultivos bajo la cero labranza, pueden tener mayor disponibilidad de los nutrientes. La colocación de los rastrojos también influye sobre la tasa de mineralización del nitrógeno, puesto que al incorporarlos se descomponen con mayor rapidez que al colocarlos sobre la superficie. La inmovilización del nitrógeno puede ocurrir al dejar grandes cantidades de residuos en el campo.

LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL SUELO

Los cambios en la labranza, los residuos y las prácticas de rotación de cultivos inducen importantes cambios en el número y composición de la fauna y flora del

suelo, incluyendo a las plagas y a los organismos benéficos, los cuales responden a las variaciones en las condiciones químicas y físicas inducidas por la labranza; a su vez, tienen un impacto en la estructura del suelo, en el ciclo de los nutrientes y en la descomposición de la materia orgánica.

Los residuos de los cultivos son un suministro uniforme de carbono orgánico en el suelo; son una fuente de energía para los **microorganismos**, por lo que la labranza cero con retención de residuos da lugar a una mayor cantidad de éstos. Sus efectos favorables en las poblaciones microbianas se deben, sobre todo, al aumento en la aireación del terreno, las condiciones más frías y húmedas, menores cambios en la temperatura y la humedad, así como un mayor contenido de carbono en la superficie de la tierra. Los restos de cosecha bajo la labranza cero tienden a estar dominados por los hongos mientras que en los sistemas convencionales, por bacterias. Así, la población de *nematodos* que se alimenta de bacterias es mayor bajo la agricultura convencional que con la



práctica de la labranza cero, en la que existen más nematodos de vida libre, que resultan benéficos.

Los residuos sobre la superficie del suelo la llevan a ser más fría y húmeda, condiciones que podrían ser benéficas para evitar las infecciones de raíz por mal del pie y pudrición por *Pythium* y *Rhizoctonia*. Sin embargo, un aumento en la prevalencia de la descomposición de la raíz no siempre se presenta en los sistemas de producción basados en la AC; no obstante, sí se observan algunos casos en el incremento de la podredumbre por *Fusarium*, pero no existe una relación directa entre la intensificación de la pudrición de la raíz y el rendimiento. A largo plazo, la labranza cero con retención de residuos crea condiciones favorables para el desarrollo de los antagonistas y los depredadores.

Las lombrices tienen un efecto muy positivo en la estructura y calidad del suelo, puesto que ingieren una mezcla de materia orgánica y mineral de la tierra, y son

las responsables de la inserción gradual de materia orgánica muerta al suelo. En general, la abundancia de lombrices, su diversidad y su actividad han aumentado bajo las prácticas sustentables como la AC, en comparación con las convencionales. La retención de residuos y la labranza cero también favorecen a las poblaciones de hormigas y de termitas, las cuales ejercen una influencia positiva en la calidad del suelo, al intervenir en el incremento de materia orgánica y la reducción en las concentraciones de sal.

LA CALIDAD DEL SUELO Y LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO

Está claro que el necesario aumento de la producción de alimentos tendrá que provenir de una alza en la productividad de la tierra existente y no de la expansión agrícola; la restauración de los suelos degradados y la mejora de su calidad será de suma importancia para lograr este objetivo. Existe una

relación directa y significativa entre la calidad de suelo y el rendimiento de los cultivos. Se ha demostrado que la labranza cero con retención de residuos produce los mayores rendimientos, así como la mejor calidad del suelo. Por supuesto, el efecto de la calidad del suelo sobre la productividad dependerá de su tipo, sus condiciones iniciales y sistema de cultivo.

En los sistemas de bajos insumos en temporal, los efectos de la calidad del suelo sobre la productividad agrícola son mayores a los efectos en los sistemas de alta productividad.

En los de altos insumos la calidad del suelo disminuida puede reflejarse en una menor eficacia de los insumos: fertilizantes, agua, biocidas y mano de obra, entre otros, lo que resulta en mayores costos de producción para lograr mantener los niveles de rendimiento, en lugar de disminuirlos.

Los resultados de diversos estudios han demostrado que los sistemas de producción, con base en la AC, que combinan la labranza reducida, la retención de residuos y las rotaciones de cultivos funcionales, junto con el manejo adecuado del sistema productivo, permiten las correctas productividad, estabilidad y sustentabilidad de la agricultura. AC





El manejo y el uso de los residuos de cosecha en los Valles Altos

Carolina Camacho, SEP-CIMMYT

Fotografía: Carolina Camacho y SEP-CIMMYT

Uno de los temas importantes para la adaptación y adopción de las prácticas sustentables con base en la AC, es el tratamiento de los residuos de las cosechas anteriores, por lo que resulta esencial ahondar en la información, conocimientos y experiencia de los involucrados. De esta manera, MasAgro a través del CIMMYT, abrió un espacio de diálogo para los productores, técnicos e investigadores en torno al manejo y uso de los rastrojos.



Presentación de los resultados preliminares del estudio en los Valles Altos.

los empleos y tratamientos que reciben los residuos de cosecha, sus ventajas y desventajas, los problemas más importantes y las soluciones propuestas.

Para finalizar, se organizó una sesión plenaria que consistió en la presentación de los resultados de cada equipo de trabajo y de la conclusión general del foro.

FORO DE DISCUSIÓN

El taller se llevó a cabo en las instalaciones del CIMMYT, ubicadas en Texcoco, Estado de México, y se inició con la bienvenida y presentación de la gerente del Hub Valles Altos, m. c. Adriana Orozco, quien habló sobre la iniciativa MasAgro y las actividades que se realizan en los Valles Altos. A continuación, se explicó la dinámica de la reunión y se aprovechó el momento para que cada uno de los asistentes se presentara.

Asimismo, integrantes del Programa de Socioeconomía del CIMMYT expusieron el objetivo de crear un espacio de discusión para conocer más de cerca las diferentes formas de uso y manejo de los residuos de cosecha, idea que coincidió con las expectativas de los ahí reunidos; además, presentaron los resultados preliminares del estudio 2012 sobre el manejo y uso de los rastrojos en los Valles Altos y fue la ocasión oportuna para recibir la retroalimentación de los participantes.

Las actividades subsecuentes partieron de la conformación de dos grupos de trabajo que llevaron a cabo diferentes tareas para abordar, entre otros temas,

ALGUNOS RESULTADOS SOBRESALIENTES

- Los residuos de cosecha que se utilizan en esta región son de maíz, trigo y cebada. También se emplean los rastrojos de avena y triticale.
- Los esquilmos de dichos cultivos son empacados, pastoreados, usados como cobertura, incorporados, manejados en greña o quemados.
- Los rastrojos de maíz son los que más se emplean, ya que se empacan, se hacen en greña, se utilizan como cobertura, se incorporan, pastorean y queman. Sin embargo, los residuos de cosecha de trigo también tienen varios usos.
- A todos los residuos de cosecha se les aplican usos o manejos combinados: primero se empacan y después pastorean, se emplean como cobertura o incorporan.
- Los rastrojos de los diferentes cultivos y sus usos diversos presentan tanto ventajas como desventajas relacionadas con cuestiones del manejo del suelo y del cultivo, al igual que de su uso como forraje.



Grupo 1 trabajando.

Los problemas identificados por cada equipo fueron variados, aunque los más referidos se centraron en la falta de tecnologías adecuadas para implementar la Agricultura de Conservación, en especial la maquinaria; contratiempos con relación a la propiedad y renta de tierras; la falta de cultura, educación y conocimiento para dejar el rastrojo como cobertura; la carencia de estímulos para los productores que dejan los residuos y el libre pastoreo.

Las soluciones propuestas estuvieron estrechamente relacionadas con los problemas que buscaban resolver. Éstas abarcaron acciones como la identificación, divulgación y gestión de proyectos entorno a la maquinaria; capacitación a técnicos y a agricultores sobre las prácticas basadas en la AC; la regulación de contratos de arrendamiento multianuales; la sensibilización y difusión de boca a boca de las nuevas tecnologías; y la reglamentación del libre pastoreo.

En la sesión plenaria, un representante de cada grupo expuso los resultados de su trabajo, en especial las principales preocupaciones identificadas y las soluciones propuestas:

- Existen problemas de falta de cultura sobre los usos y las costumbres.



Discusión entre los integrantes del Grupo 2.

- Se requiere brindar a los pastores alternativas de alimentación de ganado.
- La contraposición entre programas gubernamentales.
- Se necesita gestionar estímulos y subsidios para ayudar a los agricultores a afrontar los retos que implican los procesos de adopción y adaptación de la AC.
- Contar con centrales de maquinaria en varias zonas, ya que a un maquilero no le conviene comprar la especializada para la AC, porque no hay mucha gente interesada.
- Los recursos económicos son los que más limitan el acceso a las máquinas.

Antes de concluir, se definieron las acciones subsecuentes, entre las que destaca la elaboración de una relatoría que está disponible a los interesados previa solicitud al correo electrónico c.camacho@cgiar.org. Asimismo, se propuso como acción de seguimiento organizar intercambios de experiencias entre los productores de las diferentes regiones. Los asistentes resaltaron la ausencia de tomadores de decisión (funcionarios públicos) en este foro y pidieron que estuvieran presentes en futuros diálogos. **AC**

Agradecemos la participación de:

Raymundo Ruiz Hernández
Alfredo Islas Romano
Aniceto Sánchez Gutierrez
Ernesto López Hernández
Israel Vallejo Flores
Guillermo Cortés Cristino
Refugio Ramay

David Sánchez Armas Pérez
Macario Serrano Monroy
Miguel Ramírez Zorrilla
Agustín Limón
Francisco Antonio López
Amador Aguillón Aguillón
Virginia Cruz Castillo

Reconocemos el apoyo en la organización de:

Adriana Orozco
Ana Karen Munguía
Mónica Muñoz
Ciro Domínguez
Antonio Arámbulo
Gloria Martínez
Dagoberto Flores

Calibración de sembradora para maíz

Ing. Maricela Rugerio, supervisora técnica AC-CIMMYT

Fotografía: AC-CIMMYT

El punto más importante en cualquier tipo de sembradora es su calibración; pero antes de empezar con ésta, es necesario conocer sus componentes y las funciones que realiza.

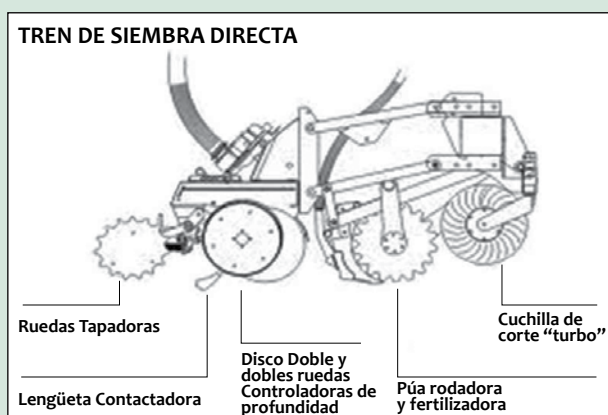


Figura 1. Partes de la maquinaria para siembra directa.

Es importante tomar en cuenta el tipo de semilla que se sembrará, si es maíz mejorado o criollo, ya que de esto depende el modelo de plato que se utilizará. La trascendencia de éstos radica en el número de barrenos, que son los orificios con los que cuenta cada plato, así como su diámetro.



Figura 2. Plato de sembradora neumática.

Cuando ya se conocen las partes de la sembradora, se comienza con la calibración. Para realizarla se debe tener un área



Figura 3. Plato de sembradora mecánica.

conocida; ésta puede ser de 50, 40 ó 30 metros, mientras mayor es la distancia, el margen de error se reduce; una de las maneras más fáciles de realizar la calibración es definir el número de camas o hileras de siembra que tendrá la superficie que se desea sembrar. Por ejemplo:

La superficie que se va a sembrar tiene 100 metros de largo y 100 de ancho; entonces se define la distancia entre camas o hileras de siembra: 80 centímetros. Para conocer el número de camas o hileras se divide 100 entre .80, lo cual resulta en 125 camas o hileras de siembra.

Definir el número de plantas que se quiere establecer en la parcela es importante, ya que no son las mismas cantidades que se manejan en temporal que en riego.

El porcentaje de germinación de la semilla que se utiliza es de suma importancia, puesto que muchas veces el productor piensa que al sembrar un bulto de semilla certificada que contiene 60 mil semillas, está estableciendo la misma cantidad de plantas, pero no toma en cuenta el porcentaje de germinación, que es mínimo de 85% y máximo de 95%. Esto se calcula con una regla de tres.

Por ejemplo, si un productor quiere establecer una población aproximada de 60 mil plantas por hectárea, se calcula de la siguiente manera:

60,000 ————— 90% de germinación
**La operación a realizar es $100 \times 60,000 \div 90$
 = 66,666 semillas por hectárea.**

x ————— 100% de germinación
para asegurar 60,000 plantas a cosechar.

Es importante tomar en cuenta que si en la parcela se tiene alguna plaga o animal que ataque a la planta cuando está en desarrollo, quizá no se aseguren las 60 mil plantas, entonces se debe subir un poco la densidad.

Una vez que se conocen la cantidad de camas o hileras a sembrar, así como la de semillas, el siguiente paso es saber cuántas de éstas se deben depositar por metro. Para esto se calcula:

$66,666 \text{ semillas} / 125 \text{ camas o hileras de siembra} = 533.32 \text{ semillas en } 100 \text{ metros}$

De acuerdo al área conocida que se destinó para la calibración de la máquina, se hará el cálculo para saber cuántas semillas se deben tener en esa parte.

Por ejemplo:
El área conocida para calibrar es de 50 metros.
 $533.32 \text{ semillas} / 2 = 266.66 \text{ semillas en } 50 \text{ metros}$

El número en que se divide es 2 porque 2 veces 50 da 100; si fueran 20 metros, sería entre 5; y si se desea saber cuántas semillas son por metro, se divide entre 100.

Por ejemplo:
 $533.32 \text{ semillas} / 100 = 5.33 \text{ semillas por metro.}$

Cuando no se cuentan números completos, se redondea. En este caso se puede tener cinco o seis plantas por metro con una distancia entre plantas que varía de 17 a 20 centímetros.

Si al realizar estos cálculos la cantidad de semillas varía es porque no se utilizan todos los decimales; las cuentas se adaptan a la población que se quiera establecer en la parcela

Llevar a cabo una siembra con una máquina calibrada asegura que las semillas queden mejor distribuidas en la parcela, y al nacer las plantas, la competencia por el agua, la luz y los nutrientes no será tan grande como cuando un productor siembra tres semillas en un solo lugar.

Profundidad de la semilla

Otro de los puntos importantes en la siembra es la calibración de la profundidad de la semilla, ya que muchas veces los problemas de germinación son

causados por este pequeño detalle. La humedad del terreno en que se va a realizar la siembra es también un factor importante; si la siembra se realizará en seco, se debe hacer completamente en seco, ya que si se hace en lo que se conoce como dos jugos, se tiene el problema de que la semilla revienta, pero no alcanza a germinar. De igual manera, si la siembra se realiza en un terreno muy húmedo y no se cuida la altura de la llanta compactadora, ésta puede compactar mucho el suelo y causar problemas a la germinación de la planta.

La profundidad puede variar según el tipo de suelo y la manera de siembra, pero por lo regular, cuando se hace siembra en riego es a una profundidad de cinco a seis centímetros, y cuando se hace en temporal, la profundidad puede ser de ocho a diez centímetros. Cuando se tiene riego en la parcela se debe determinar si se hace antes o después de la siembra, esto dependerá del tipo del suelo y la disponibilidad de agua.

Según la clase de máquina que se utilice para sembrar, también se puede realizar la fertilización a la siembra. Para darle un uso óptimo al fertilizante se puede calibrar la máquina para depositar en el suelo la cantidad necesaria, de acuerdo con el cultivo que se va a establecer.

Por ejemplo:
Si se quiere fertilizar con la cantidad de 300 kilogramos de fertilizante.
 $300 / 125 = 2.4 \text{ kilogramos de fertilizante en } 100 \text{ metros}$
 $2.4 / 2 = 1.2 \text{ kilogramos en } 50 \text{ metros, pero esta cantidad se divide entre el número de salidas que tiene la máquina; entonces, } 1.2 \text{ kilogramos en } 50 \text{ metros} / 2 \text{ salidas} = 0.6 \text{ kilogramos por salida en } 50 \text{ metros}$

Fertilizante por metro: $1.2 \text{ kilogramos} / 100 / 2 = 60 \text{ gramos de fertilizante por metro lineal.}$

Estos son algunos de los puntos más importantes a tomar en cuenta para la preparación del suelo y la siembra de maíz. **AC**



Figura 4. Siembra de maíz con precisión.



Figura 5. Siembra convencional de maíz.



Figura 6. Distribución de la semilla en siembra de precisión.

Importancia biológica del rastrojo



Figura 1. Parcelas de siembra en Cuauximoloyan, a 1611 msnm. Sierra Nororiental de Puebla.



Figura 2. Rastrojo de sorgo como cobertura del cultivo de frijol, Acteopan, Puebla.



Figura 3. Suelo con tres años de prácticas de AC, con restos de raíz, materia orgánica, galerías y estructuras formadas por la actividad biológica y lombrices. San Salvador El Seco, Puebla.



Figura 5. Cuerpos fructíferos de hongos en suelos no perturbados de bosque pino-encino (izq.) y selva tropical (der.).

Ing. Pedro Maldonado Ríos, técnico certificado en Agricultura de Conservación
Biol. Pedro Maldonado Solís, asesor científico de COPAC

Más del 60% del maíz cultivado en Centroamérica se siembra en terrenos con gran inclinación y con tecnologías que degradan y erosionan con rapidez los suelos (Sosa, 1993). Por sus características geográficas, México, y en especial el Estado de Puebla, se identifica con esta estadística: la inclinación de los terrenos agrícolas y la falta de técnicas adecuadas de cultivo han provocado un alto índice de pérdida de suelo y reducción en la productividad agrícola de los “suelos poblanos”.

Se han estudiado acciones de respuesta y prevención para devolver y, sobre todo, preservar la fertilidad en los terrenos agrícolas, reducir los costos de producción y, al final, aumentar la productividad. Lo anterior se traduce en beneficios ecológicos y económicos para los productores y la humanidad en general.

El uso del rastrojo como material de cobertura del suelo durante la etapa invernal ha resultado una de las medidas más efectivas, no sólo para evitar la erosión por su acción protectora, sino también por mejorar la retención de la humedad y ser fuente continua de nutrientes para la vida en el suelo, al estimular el crecimiento poblacional y funcionamiento de sus organismos, los cuales incrementan la fertilidad.

Los residuos se retiran después de la cosecha para emplearlos como alimento del ganado o se lleva a los animales al terreno cosechado para que consuman el rastrojo como práctica de pastoreo; esto puede dejar un ingreso económico, pero también los beneficios que se obtienen al adoptar la práctica de la cobertura de la superficie tienen su valor económico (para más detalles sobre los usos alternativos de los rastrojos, ver los artículos *El manejo y el uso de los residuos de cosecha en los Valles Altos* y *El manejo y uso de los residuos de cosecha: un espacio para la discusión en el Hub Chiapas*).

Para comprender el beneficio del rastrojo a nivel de la parcela se debe visualizar el suelo como un organismo que se encuentra “vivo” y, por tanto, se alimenta, crece, reproduce y, aunque parezca difícil de creer, también ‘muere’; lo último por cierto a diferencia de las plantas y los animales, requiere de mucho tiempo de mal manejo, mala alimentación y una vida inadecuada, es decir: la pérdida de la fertilidad y por ende, de la productividad. Si el suelo está vivo significa que lo que no utiliza para sobrevivir se convierte en los nutrientes necesarios para el cultivo, por lo que existe una relación entre la planta y el suelo vivo.

Pero ¿qué pasa en el terreno al dejar el rastrojo? La explicación es bastante intuitiva: en el suelo hay toda una comunidad de seres vivos, la mayoría microscópicos, que al igual que las plantas y los animales, conviven en cierto equilibrio y cierta comunión, dos palabras clave; cada miembro de esta comunidad realiza una parte fundamental en un proceso que se conoce como descomposición o reciclaje de la materia orgánica, para transformarse en nutrientes vitales para los seres vivos en el suelo, los cuales a su vez desechan lo que para el cultivo son los nutrimentos necesarios.

Al ser una fuente de alimento cercana y disponible, el rastrojo o materia orgánica que se deja en la capa superficial del suelo tiende a ser preferida por los miembros más grandes de la comunidad del suelo: hongos macroscópicos, ácaros, insectos, lombrices y nematodos, entre los que también se encuentran algunos considerados como plagas; es importante mencionar que si existe el alimento suficiente, los organismos no se atacan o depredan entre sí, esto incluye a las plagas y a los cultivos.

El siguiente paso es la acción de ciertas especies de hongos, protozoarios y nematodos, que reduce los desechos de los organismos más grandes o depreda a los más pequeños, como las bacterias, algas y levaduras, digiriendo y liberando materia aún más pequeña y, en especial, más simple en composición; los hongos por un proceso exoenzimático y los protozoarios por digestión.

La acción final la realizan las bacterias, las cuales reciben desechos más simples como fuente de alimento, y son capaces de procesarlo y desechan elementos aún más simples, como nitratos, nitritos, fosfatos, sulfatos, oxígeno, carbono y agua, indispensables para los cultivos; al final, las plantas obtienen estos nutrimentos de los desechos de los seres vivos en el suelo, de todo esto se puede notar, sin duda, la importancia de dejar una cobertura de rastrojos sobre el terreno.

Del mismo modo, este mantillo previene la evaporación excesiva del agua, fertilizantes y hasta compuestos dañinos; auxilia en el control de las malezas por su efecto de inhibición alelopática —por medios químicos y mecánicos evita la germinación de otras especies de plantas— restringe el paso de la luz hasta las esporas y semillas de malezas, además de que



Figura 6. Artrópodos en estado larvario y adulto, alimentándose de materia orgánica en un suelo de bosque pino-encino.

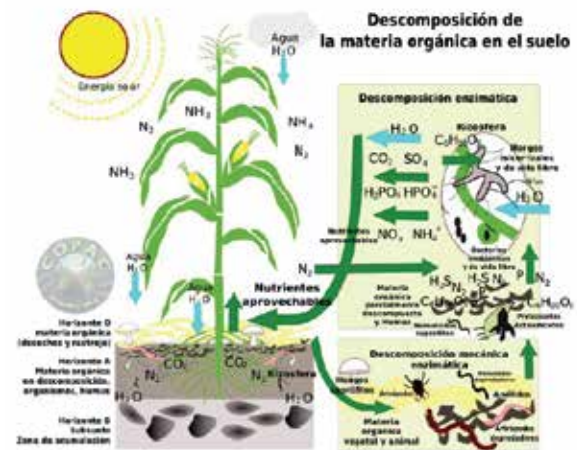


Figura 4. Esquema de algunas de las interacciones y procesos que ocurren durante la descomposición de la materia orgánica en el suelo, empezando por la acción mecánica y finalizando con la fijación y reciclaje de los nutrientes aprovechables.

mantiene cierta constancia necesaria en la temperatura del suelo. Existen también algunos beneficios menos evidentes, como crear un ambiente complejo y diverso en la tierra en pro de sus habitantes y funcionar como reserva o inversión de nutrientes, a través de la formación de compuestos nutritivos muy complejos, como son los ácidos húmicos y el glomalín, logrando y, sobre todo, manteniendo la fertilidad.

No obstante, es necesario aplicar de vez en cuando fertilizantes inorgánicos, especialmente en el caso del rastrojo del maíz, que tiene un bajo contenido de nitrógeno en comparación con sus altos niveles de carbono. Esto se debe a que los organismos, para aprovechar o digerir su alimento con una elevada cantidad de carbono, necesitan utilizar otros nutrientes para impactar en el crecimiento del cultivo.

En conclusión, la importancia de mantener el rastrojo en los suelos agrícolas es un beneficio biológico indispensable, pero además representa utilidades económicas significativas para el productor, por su impacto dentro de la productividad de los cultivos, gracias al reciclaje y flujo constante de los nutrientes provenientes de la formación de reservorios en forma de compuestos muy complejos, reduciendo así la necesidad de fertilización inorgánica y conservando las características físicas, químicas y biológicas que harán un suelo fértil y productivo, lo que contrarresta el alto nivel de erosión que presentan los suelos poblados. AC

En 2013, este hub cuenta con el apoyo de:



Con la colaboración de:





La plataforma experimental Huejutla en Hidalgo, un ejemplo de trabajo y colaboración

Lucila González Molina, INIFAP-CEVAMEX

Fotografía: INIFAP

ANTECEDENTES

La Huasteca Hidalguense, lugar donde se localiza la Plataforma Experimental Huejutla, es parte de la Sierra Madre Oriental que se considera como una región terrestre prioritaria para la conservación del Bosque Mesófilo de Montaña. Se ubica al noreste de Hidalgo, limita al norte con San Luis Potosí y al oriente con Veracruz; se compone de los municipios de Calnali, Huejutla de Reyes, Huazalingo, y su población indígena es de origen náhuatl (ver Figura 1).

La plataforma Huejutla está establecida en los terrenos del CBTA 5, en Huejutla de Reyes, entre 21° 09' 11.4" latitud norte, 98° 26' 28 longitud oeste y a una altitud de 140 metros sobre el nivel del mar. Presenta una precipitación promedio anual entre 1, 200 y 1, 500 milímetros y una temperatura de 24 °c; entre los cultivos principales se encuentran el maíz y el frijol, siendo los materiales criollos amarillo blanco y azul los más utilizados en maíz, y el criollo o negro Nayarit para frijol. En general, el maíz se siembra como monocultivo y puede alcanzar un rendimiento promedio de 1.7 toneladas por hectárea, al usar una densidad de población de 40 mil plantas por hectárea, con el arreglo de siembra siguiente:

- Distancia entre surcos de 100 centímetros
- Distancia entre plantas de 100 centímetros
- Cuatro semillas por mata (100/100/4)

Esta densidad de población y rendimiento se considera baja, ya que se cosechan menos de 35 mil mazorcas por hectárea. La mayoría de los productores no aplica fertilizante químico, deja el 100% del rastrojo sobre la superficie del terreno y las labores de preparación del terreno y siembra las efectúa de forma manual con un mínimo movimiento del suelo o con maquinaria.

Al considerar estos antecedentes, la plataforma experimental tiene el propósito de establecer el proyecto "Manejo de biofertilizantes, densidad de población y arreglo topológico en maíz criollo en la Huasteca



Figura 1. Panorama de la Huasteca Hidalguense lugar donde se localiza la Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.

Hidalguense", además de incluir el tratamiento de residuos de cosecha en camas angostas permanentes.

DÍAS DE CAMPO Y CAPACITACIÓN

Como parte de las tareas de difusión del avance de las tecnologías establecidas en esta plataforma, se han organizado dos jornadas especiales: Día de Campo y Día de Capacitación, en las que participaron la directora del CBTA 5, M. E. Martha Hernández Lozano; el director de Coordinación y Vinculación del INIFAP-Hidalgo, M. C. Juan Pablo Pérez Camarillo; 20 productores, 60 prestadores de servicios profesionales (PSP) e investigadores del INIFAP (ver Figura 2). Los PSP encargados de la transferencia de tecnología que asistieron a los eventos forman parte del Programa Estratégico de Maíz y Frijol (Promaf), del Programa Especial de Subsistencia Agroalimentaria (PESA) y de algunos despachos particulares.

Figura 2. Participación de las autoridades, investigadores, productores y prestadores de servicios profesionales en el Día de Capacitación en la Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.



El objetivo de estas jornadas fue dar a conocer a los productores y PSP las alternativas en el manejo del cultivo y de los rastrojos, con el propósito de mejorar tanto el rendimiento del grano como el ingreso económico del productor de forma sustentable en el tiempo y preservando el medio ambiente. Entre las alternativas de cultivo que se presentaron están el uso de los biofertilizantes y la densidad de población, mientras que para los tratamientos de los residuos se abarcó la cobertura de la superficie con los rastrojos picados después de la cosecha.

ACTIVIDADES

Las jornadas realizadas dieron inicio con el registro de los participantes por parte del personal del INIFAP-Hidalgo: bióloga Karina Olvera y Sandra Franco Ramírez (ver Figura 3). Una vez reunidos los asistentes, las autoridades del CBTA 5 les dieron la bienvenida. Las actividades del Día Campo se realizaron en una parcela, mientras que las de Capacitación se llevaron a cabo en el aula y en el campo.

La introducción a los temas estuvo a cargo del M. C. Juan Pablo Pérez Camarillo, director de Coordinación y Vinculación Estatal: INIFAP-Hidalgo. En ambos días los temas centrales fueron: 1) la iniciativa MasAgro: desarrollo de capacidades para la adaptación y la adopción del uso de prácticas agrícolas sustentables con el fin de lograr rendimientos mejores y estables que a la vez, acreceten el ingreso del productor y tengan menor impacto en el medio ambiente; 2) el trabajo en equipo, integrado por el productor, técnicos, investigador y autoridades para lograr estos rendimientos sustentables a largo plazo; 3) la plataforma como integrante de un sistema donde todos los actores participan en la adopción y transferencia de tecnología (TT), por ejemplo: la TT de la Plataforma Huejutla a los módulos que establecerán los productores cooperantes e interesados



Figura 3. Registro de los participantes del Día de Campo en la Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.



Figura 4. Toma de notas por parte de productores durante la presentación de los temas en el Día de Campo de la Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.

para probar dicha tecnología, y de los módulos a otros agricultores que conformarán las áreas de extensión; y 4) el manejo de la plataforma experimental: el arreglo topológico, densidad de siembra, uso y manejo de biofertilizantes, tratamiento de residuos y los principios básicos de la AC: movimiento mínimo del suelo, cobertura del terreno y rotación de cultivos (ver Figura 4).

En su oportunidad, la doctora Lucila González Molina presentó los tratamientos a evaluar en las franjas experimentales y áreas flexibles que componen la Plataforma Experimental Huejutla. Puntualizó que el rendimiento del cultivo de maíz que se registra es de 1.7 toneladas por hectárea, la cual se considera baja dado que el régimen de humedad es favorable para incrementar el rendimiento. Asimismo, explicó otras alternativas para el manejo de los residuos de cosecha, como su incorporación o su colocación en sentido perpendicular a la pendiente y algunas prácticas para la preservación del suelo y del agua que se pueden implementar, así como la rotación de cultivos maíz-frijol, por ejemplo.

COMPONENTES DE LA PLATAFORMA

La Plataforma Experimental de Huejutla se estableció en el mes de septiembre en un suelo tipo vega con maíz criollo, color blanco característico de la región, que alcanza una altura de 4.30 metros y el jilote se presenta a una altura de tallo de 2.90 metros en promedio. Se compone de cinco franjas experimentales, tres son tratamientos (T) y dos son áreas flexibles (AF). En estas últimas se pueden probar las tecnologías propuestas por el productor o por el investigador; en Huajutla

se trabajan (ver Figura 5): (T1) arreglo topológico de 80/50/2, con una población de 50 mil plantas por hectárea, con el uso de biofertilizantes y el 100% del rastrojo sobre la superficie del terreno; (T2) arreglo de 80/50/2, con una población de 50 mil plantas por hectárea, con biofertilizantes y sin dejar rastrojo; (T3) manejo que lleva a cabo el productor con un arreglo de 100/100/4, población de 40 mil plantas por hectárea, sin el uso de biofertilizantes y dejando el rastrojo; (AF1) arreglo de 100/100/4, población de 40 mil plantas por hectárea, sin el uso de biofertilizantes y con un 30% de residuos; y (AF2) arreglo de 80/25/1, población de 40 mil plantas por hectárea, con el uso de biofertilizantes y el 100% de los esquilmos. Los biofertilizantes se aplicaron a la semilla en dosis de un kilogramo de micorriza INIFAP del género *Glomus intraradices* y 380 gramos de la bacteria *Azospirillum brasilense* por hectárea.

Del mismo modo, se contó con la participación del ingeniero Juan Vargas Hernández, quien planteó el empleo de biofertilizantes como una alternativa viable, considerando la baja o nula fertilización y su bajo costo; por ejemplo la bacteria *Azospirillum brasilense* y la micorriza INIFAP del género *Glomus intraradices*. Respecto a la densidad de población es factible incrementarla a 50 mil plantas por hectárea, al modificar el arreglo topológico por una distancia entre surcos de 80 centímetros, 50 centímetros entre plantas y con dos semillas por mata, asegurando la cosecha de por lo menos 45 mil mazorcas.

En los recorridos por la plataforma experimental, los productores y técnicos pudieron cerciorarse de su manejo, el efecto favorable de los biofertilizantes, de la densidad de siembra y arreglo topológico modificado contra el que hace el productor con una distancia entre surcos y plantas de un metro con cuatro semillas por golpe. También se se señalaron las franjas experimentales donde se evaluará el manejo de los residuos de cosecha (ver Figura 6).

RETROALIMENTACIÓN

Un momento importante fue el espacio para el diálogo que se abrió en ambas jornadas, a través de las preguntas y dudas planteadas por los asistentes, lo que dio pie a una retroalimentación formativa (ver Figura 7). ¿Dónde conseguir los biofertilizantes?, ¿qué dosis se recomienda para los cultivos?, ¿tienen caducidad?, en caso de no contar con el adherente, ¿qué producto puede usarse?, ¿qué secuencia de rotación de cultivos se puede implementar?, ¿cómo se pueden controlar a los roedores que se presentan debido a la gran cantidad de residuos de cosecha que se deja sobre el terreno?; ¿existe maquinaria de labranza mínima para sembrar a distancias cortas, como por ejemplo 25 centímetros entre plantas?

Se acordó dar seguimiento a la plataforma experimental con la organización de eventos demostrativos y de capacitación para productores y técnicos, e implementar las sugerencias en la plataforma



Figura 5. Presentación de los tratamientos a evaluar en las franjas experimentales y áreas flexibles que componen la Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.



Figura 6. El ing. Juan Vargas Hernández (INIFAP-Hidalgo) platica sobre el manejo en campo de la Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las ideas de los productores, técnicos e investigadores del INIFAP en ambos eventos, es posible mejorar las prácticas convencionales del manejo del rastrojo, arreglo topológico, rotación de cultivos y abonos verdes, e implementarlas en la Plataforma Experimental Huejutla durante el siguiente ciclo de cultivo, tal como se indica a continuación.

Sobre el manejo convencional de los residuos sobre la superficie del terreno en un 100% en sentido de la pendiente dominante del terreno, las sugerencias fueron las siguientes: 1) colocarlos en sentido perpendicular a la pendiente para disminuir el impacto de las gotas de lluvia, escurrimiento superficial y erosión hídrica; 2) incorporarlos ya picados de forma manual o mecánica, a pesar de que esta práctica implique mayor trabajo; y 3) para evitar la quema necesaria de la cobertura de rastrojo por la presencia de un gran número roedores, se propuso colocar el maíz picado y mezclado con yeso.

Con relación al arreglo topológico que usa una distancia de un metro entre surcos, un metro entre matas y cuatro semillas por mata, se recomendó: 1) probar el arreglo de 80/80/3 dando el paso más corto cuando se efectúa la siembra manual; y 2) la implementación de la siembra mecánica con labranza mínima mediante una sembradora adaptada a la AC, para lograr el arreglo topológico de 80/25/1, ya que según los productores, el principal inconveniente con este arreglo radica en el aumento del costo por concepto de mano de obra al disminuir la distancia entre plantas, a pesar de



Figura 7. Preguntas y retroalimentación entre productores, técnicos e investigadores durante el Día de Campo en la Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.

que con esta densidad de plantas, en la plataforma observaron que el grosor del tallo es mayor y la distribución de la luz, mejor.

En cuanto a la rotación de cultivos y abonos verdes, durante la capacitación los asistentes propusieron el uso de malezas como abono verde, porque resulta fácil incorporarlas antes de su floración y no encarecen los costos de producción, como sucede al emplear de abono un cultivo extra de alguna leguminosa.

Se acordó dar seguimiento a la plataforma experimental con la organización de eventos demostrativos y de capacitación para productores y técnicos, e implementar las sugerencias anteriores en la plataforma. Para finalizar, se tomó la tradicional foto del recuerdo con los asistentes (ver Figura 8). AC



Figura 8. Participantes del evento Día de Capacitación Plataforma Experimental Huejutla, Hidalgo.

Siembra bajo las prácticas sustentables basadas en la Agricultura de Conservación

Ing. Maricela Rugerio, supervisora técnica AC-CIMMYT
Fotografía: AC-CIMMYT

Sin duda alguna, realizar una buena siembra bajo las prácticas basadas en la Agricultura de Conservación requiere de atención y cuidado, por lo que es indispensable considerar algunos puntos al momento de establecer el cultivo. Para empezar, es necesario determinar si se realizará en año cero o sobre residuos, es decir, en año uno.

AÑO CERO

Para sembrar en las condiciones de año cero se debe tomar en cuenta la preparación que se le dio o se le dará al suelo; en los sistemas de producción con base en la AC se empieza de la siguiente manera:

Rastra

Dar un paso con este implemento con la finalidad de romper la capa dura que se formó en el suelo debido a los trabajos del ciclo anterior.

Subsoleo

Muchos productores no están acostumbrados a realizar esta clase de trabajo; el objetivo es romper el piso de arado; pero ¿qué es esto? Es una capa dura que se forma en los primeros 35 ó 40 centímetros de profundidad del suelo, se debe al laboreo y no supera estas profundidades.



Piso de arado formado por el paso de rastra

El subsoleo tiene la capacidad de romper la dureza de la tierra, ya que las profundidades que alcanza este implemento superan los 50 centímetros de profundidad

Al romperse se facilita la filtración del agua, que ayuda al desarrollo de las raíces de la planta

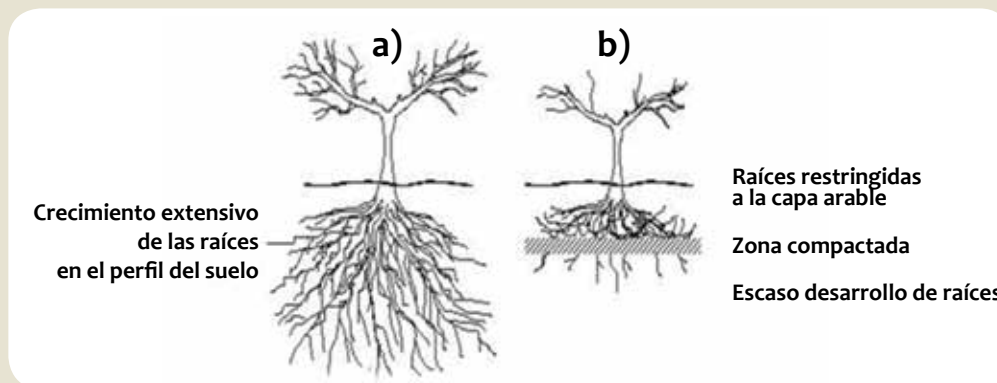


Figura 2. Comparación de suelos con subsoleo (a) y sin subsoleo (b).

Barbecho

El uso de esta herramienta sirve para mezclar los horizontes de suelo que han sido removidos y romper los terrones que se crearon con el subsoleo.

Rastra

Este segundo paso de rastra tiene la finalidad de romper al máximo los terrones y sellar el suelo para evitar que se escape el agua; en algunos casos, después de pasarla se continúa con la nivelación, la cual se recomienda en parcelas de riego para hacer un mejor uso del agua de aspersión. En otros, cuando los suelos son delgados y tienen poca profundidad, no se recomienda hacer el subsoleo, ya que lejos de ayudar, perjudica más los terrenos, por lo que sólo se recomienda hacer el barbecho profundo y los pasos de rastra que sean necesarios.

De acuerdo con el tipo y las condiciones del terreno será el número de pasadas de las distintas herramientas.

Una vez que se ha realizado la preparación de suelo se debe definir el cultivo a establecer, ya sea trigo, cebada, frijol u otros, y si se realizará bajo el sistema de camas permanentes (anchas o angostas) o en plano, así como el tipo de sembradora que se utilizará: neumática, mecánica o, en dado caso, de tracción animal. **AC**



Barbecho para mezclar el suelo después del subsoleo

En 2013, este hub cuenta con el apoyo de:



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



Con la colaboración de:





Uso de feromonas sexuales para el manejo del gusano cogollero del maíz en Agricultura de Conservación

Dr. Fernando Bahena Juárez, INIFAP

Fotografía: Fernando Bahena

En México, una de las plagas más importantes en el cultivo del maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) *Lepidoptera: Noctuidae*), ya que cuando no se toman medidas adecuadas y oportunas de control causa daños superiores al 50% en la producción.

Para el control de esta plaga, los productores recurren a la aplicación de uno o varios tratamientos con insecticidas químicos, en algunas ocasiones hacen innecesarias, inoportunas o excesivas aplicaciones. Esta situación se repite con quienes practican la Agricultura de Conservación, puesto que continúan con el mismo tratamiento que con las prácticas convencionales, aplicando agroquímicos con productos que causan graves problemas de resistencia, eliminación de los insectos benéficos, deterioro a la salud de los productores y consumidores, e impactos ambientales de varios tipos.

Para el manejo agroecológico de esta plaga (MAP) se dispone de herramientas que pueden contribuir a tener un buen control, lo que reduce de forma significativa el uso de plaguicidas y disminuye el número de sus aplicaciones al mínimo necesario. Esta reducción en los sistemas de producción basados en la AC permitirá al mismo tiempo que se restablezcan las poblaciones de insectos benéficos que, como se ha visto, existen en forma abundante y variada y ejercen un importante control natural de plagas como la del gusano cogollero.

Una de las herramientas que recientemente se emplea más en los programas de control de plagas son los semioquímicos (ver Cuadro 1). Se trata de sustancias que están involucradas en la interacción entre los organismos; de acuerdo con la forma de comunicación involucrada se clasifican en dos grupos: el primero de comunicación interespecífica, llamado aleloquímico, que incluye a las alomonas, kairomonas, sinomonas y apneumonas, y el segundo de comunicación intraespecífica, llamado grupo de feromonas que incluye a las sexuales, agregación, alarma, ruta y disuasivas de ovoposición.



Las feromonas sexuales son los semioquímicos que se están usando más y, con ellas, se ha observado los mejores resultados en estrategias de manejo integrado de plagas; se trata de sustancias químicas que son liberadas por un individuo a través de glándulas de secreción y que inducen una respuesta conductual o fisiológica en otro, por lo general de la misma especie; al ser liberadas al ambiente, facilitan el encuentro entre macho y hembra, desbloquean la inhibición de la cópula, favorecen el acoplamiento y la reproducción, y para actuar son expulsadas al ambiente por las hembras, como una forma de comunicación.

Desde hace varios años las feromonas sexuales se han sintetizado y se han usado por medio de trampas como una estrategia para el manejo de plagas, incluso se han aplicado en forma de aspersión sobre el cultivo; de este modo se pueden encontrar en forma de cápsulas (ver Figura 1) o líquida para realizar las aspersiones.

En un esquema de MAP, las feromonas sexuales pueden tener varios usos, incluyendo el monitoreo, el trapeo masivo y la confusión de apareamiento. Para su uso se emplean trampas que pueden ser de diversos tipos, de materiales que no representan un gasto importante para el productor, como son la Scentry, la Bucket, la Delta o la de Bote. Los cuatro modelos de trampa pueden dar resultados satisfactorios; sin embargo, en El Bajío se



Figura 1. Cápsulas cebadas con feromona sexual de *S. frugiperda* de dos marcas comerciales.

Aleloquímicos (interespecífica)	Alomona	Beneficia al emisor
	Kairomona	Beneficia al receptor
	Sinomona	Beneficia a ambos
	Apneumona	Beneficia al receptor (de material inerte)
Feromonas (intraespecífica)	Sexuales	
	Agregación	
	Alarma	
	Ruta	
	Disuasivas de oviposición	

Cuadro 1. Clasificación de semioquímicos.

ha observado que la Bote y la Delta capturan un mayor número de machos, en ese orden.

La trampa de Bote (ver Figura 2) se puede construir usando recipientes de plástico reciclados, con perforaciones en las cuatro paredes para permitir la entrada de las palomillas con facilidad; la parte inferior del recipiente lleva agua a la que se le adiciona una cantidad pequeña de jabón, lo que se pueda sostener entre los dedos pulgar e índice, con el fin de romper la tensión superficial del agua, y en la parte superior se cuelga la cápsula con la feromona.

La trampa Delta (ver Figura 3) se puede preparar con cartón o comprarla con un distribuidor. Es importante que su base interna lleve un cartón plastificado movable adicional, al cual se le coloca un adhesivo agrícola o alguna grasa donde queden pegadas las palomillas que se le acerquen. En la parte superior interna se cuelga la cápsula con la feromona.

Se sugiere colocar las trampas en el campo durante la primera semana en que fue sembrado el maíz y después la feromona sexual de cada trampa debe sustituirse máximo cada mes; se recomienda hacer la revisión de cada trampa al menos dos veces por semana, contando y eliminando a las palomillas capturadas y remplazando el agua o el cartón plastificado, según sea el caso. Es conveniente, impedir la exposición directa al sol de las cápsulas de la feromona y usar guantes para evitar su manipulación directa. Con dos trampas por hectárea es posible hacer un buen monitoreo; sin embargo, la recomendación es la de colocar al menos cuatro trampas por hectárea con el fin de influir de forma negativa en la densidad

Es importante señalar que las trampas con feromonas sexuales por sí mismas no garantizan el control total de la plaga, ni deben ser consideradas como un sustituto al control químico; son una herramienta para un manejo agroecológico que ayuda a evaluar y disminuir las poblaciones de la plaga, permitiendo hacer un manejo más racional de las mismas



Figura 3. Trampa Delta.



Figura 2. Trampa Bote.

de población de la plaga. Mejores resultados para la confusión de apareamiento se observan cuando se distribuye de manera uniforme en la parcela de 10 a 20 trampas en una hectárea de terreno.

La colocación de las trampas que contienen las feromonas debe ser ligeramente sobre el dosel del cultivo; es decir, que conforme va creciendo el maíz, las trampas deben ir elevándose; es importante señalar que en diversas investigaciones se ha demostrado que la mejor altura de captura para un cepe es cuando se mantiene a 1.5 metros sobre el suelo (ver Figura 7).

Es muy importante que durante cada revisión se pueda hacer el conteo de las palomillas capturadas y sacar un promedio por un periodo fijo: por día o por semana; esto permitirá ir construyendo una gráfica de fluctuación poblacional donde se pueda observar cuándo ocurren los picos máximos de capturas y, en su caso, si se justifica, programar con oportunidad la aplicación de un tratamiento de control en forma más eficiente. También es indispensable tratar de relacionar la presencia de las palomillas durante cada fecha de observación en las trampas con un muestreo directo sobre el cultivo, para establecer un porcentaje de plantas infestadas con larvas del gusano cogollero. Las observaciones y registro de las palomillas capturadas permitirán construir para cada sitio la curva de fluctuación poblacional del gusano cogollero y, de este modo, se conocerá para cada región las épocas de mayor presencia de larvas que pueden afectar al cultivo de maíz mediante la representación gráfica, como se muestra en la Figura 4, en donde se anota la captura trampa/noche con una trampa Delta colocada a 1.5 metros y se comparan a dos feromonas comerciales en una parcela bajo Agricultura de Conservación, en Michoacán.

Con la captura abundante de machos se evita que ocurran apareamientos, con lo cual se reduce el número de oviposturas



Figura 5. Trampa Buckett.



Figura 6. Trampa Scentry.

Capturas trampa/noche

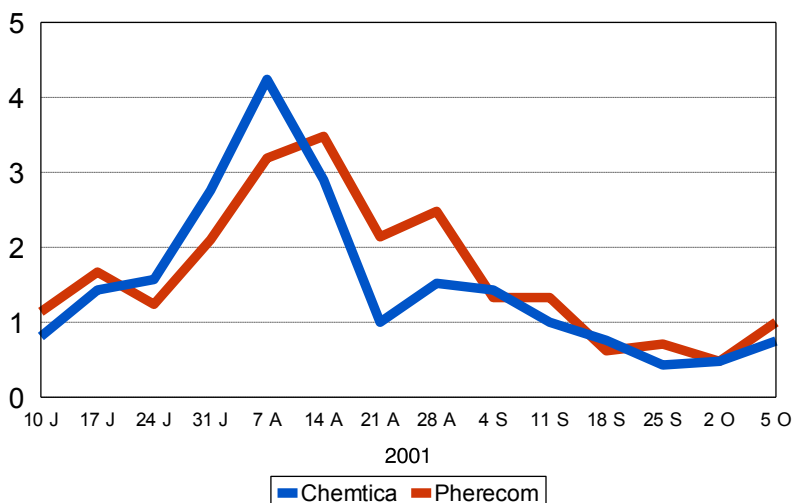


Figura 4. Promedio de capturas de machos de *S. frugiperda*, por trampa/noche con dos feromonas sexuales comerciales: Chemtica y Pherecom, con en el modelo de trampa Delta colocada a una altura de 150 centímetros.

El uso de las trampas con feromonas sexuales presenta algunas ventajas y desventajas. Entre las primeras resultan ser sustancias no tóxicas, muy específicas y que son efectivas en bajas concentraciones. Entre los inconvenientes se observa que pueden estar limitadas a insectos con ciertos patrones conductuales o que han desarrollado una gran habilidad para responder a los atrayentes; además, para algunas especies de plagas, para registrar altas capturas se requiere un gran número de trampas y puede ser necesario un alto costo para el desarrollo y mantenimiento de un programa. Un problema adicional y operativo es que, por tratarse de un producto relativamente nuevo, su disponibilidad en el mercado nacional todavía se encuentra muy limitada y en la mayoría de los casos, es necesario recurrir a los productos de exportación.

Es importante señalar que las trampas con feromonas sexuales por sí mismas no garantizan el control total de la plaga, ni deben ser consideradas como un sustituto al control químico; son una herramienta para un manejo agroecológico que ayuda a evaluar y disminuir las poblaciones de la plaga, permitiendo hacer un manejo más racional de las mismas, al reducir significativamente los tratamientos de insecticidas y permitir la restauración de la biodiversidad funcional conservando a los insectos benéficos. Con la captura abundante de machos se evita que ocurran apareamientos, con lo cual se reduce el número de oviposturas, pues se sabe que cada palomilla hembra es capaz de poner varias masas de huevos en las que se puede tener, en cada una, más de cien huevecillos. **AC**



Figura 7. Colocación de tas rampas Delta y Bote cebadas con feromonas sexuales para la captura del gusano cogollero.

Consejos para implementar con éxito la Agricultura de Conservación en condiciones de temporal

Érick Ortiz Hernández, técnico certificado en AC, Agrodessa
Fotografía: Érick Ortiz Hernández

En la agricultura de temporal, el factor más limitante para la producción es la falta de agua en los cultivos, ya sea porque no llueve o porque hay una mala distribución de la lluvia, lo que genera aguaceros que, por su intensidad y por lo laboreado del suelo, no permiten que el agua se infiltre, sino que sólo escurra sobre la superficie. Las prácticas sustentables con base en la Agricultura de Conservación han demostrado entre sus beneficios una mayor captación de agua gracias a que se mejora la infiltración, al mismo tiempo que se conserva más la humedad, gracias al efecto de los residuos como cobertura, que disminuyen la evaporación, lo que resulta en una mayor cantidad de agua disponible para los cultivos y, en temporal, mayor potencial de rendimiento.

Sin embargo, es necesario considerar algunas condiciones previas que se deben tener en las parcelas para implementar la AC con éxito. En otras palabras, saber cómo está el “paciente” para corregir las limitantes.

Compactación y piso de arado

El paso continuo de maquinaria y tracción animal a una misma profundidad provoca en la mayoría de los suelos una degradación de su estructura y la formación de una capa dura que evita la infiltración del agua y afecta la aireación del cultivo al reducir el espacio poroso, lo que perjudica el desarrollo de la planta. Es importante que antes de iniciar con las prácticas basadas en la AC se identifique si la parcela presenta esta limitante y se corrija mediante el subsoleo para romper la capa y lograr una mejor infiltración. Se recomienda que el subsolador penetre, como mínimo, hasta 1.5 veces de la profundidad inferior de la capa que limita el crecimiento de las raíces o piso de arado, y que el espacio entre los brazos no sea mayor a este valor. Por ejemplo, si la capa se encuentra entre los 15 y los 30 centímetros de profundidad, los brazos del subsolador deben penetrar hasta 45 centímetros y el espacio entre los brazos no debe ser mayor a 45 centímetros para garantizar el rompimiento de la capa.



Esta actividad se debe realizar sobre el suelo seco para que se permita el trabajo del tractor, ya que al hacerlo en tierra húmeda, el subsuelo sólo cortarían y generarían la formación de canales en la parcela, ocasionando un exceso de drenaje. Por último, en las zonas de pendiente pronunciada se debe realizar sólo contra la inclinación para evitar pérdidas de humedad.

Drenaje adecuado

Como ya se mencionó, el sistema de la AC se caracteriza por conservar la humedad en las parcelas; sin embargo, se debe manejar este efecto de manera adecuada para evitar las zonas de encharcamientos que afecten el desarrollo del cultivo, por lo que se recomienda:

- trazar el surcado al contorno con una pendiente de desagüe que permita drenar el excedente;
- en terrenos planos, hacer la nivelación del terreno;
- la formación de camas permanentes anchas o angostas con base en la textura del suelo y cultivo que se establecerá; por ejemplo, en terrenos de suelos pesados (barreales, arcillosos, tierra negra) se debe tener una profundidad de raya de al menos unos 15 centímetros, lo que permitirá que en una lluvia excesiva el agua esté en el fondo de la cama o surco y de ese modo las raíces del cultivo no se asfixien.

Ancho de camas o surcos

Uno de las prácticas del sistema de la AC es la mínima remoción del suelo, que se reduce a la reformación de las camas, una vez establecida esta técnica.

Por ello, es de vital importancia contar con camas permanentes, aptas al cultivo, textura y régimen de humedad en el que se esté trabajando o, en su caso, aprovechar el año cero (último año que se mueve la parcela) para su formación, considerando que pueden ser de dos tipos:

- Camas anchas. Ideales para los suelos de textura ligera como arena o franco arenosa, zonas de baja precipitación o cultivos de grano pequeño, ya que tienen mayor captación de agua y menor pérdida, y permiten el tráfico controlado, es decir, que el tractor ruede sobre el mismo lugar, evitando compactar las camas.
- Camas angostas (menores a un metro). En condiciones de temporal, éstas sólo se recomiendan para los lugares donde puede haber exceso de humedad, ya sea porque llueve mucho o porque el terreno es muy pesado, como en el caso de las tierras arcillosas o en las zonas de ciénega.

Se requiere, además, contar con camas permanentes del mismo tamaño que permitan lograr una siembra de mejor precisión, ya que ésta se establecerá sobre el lomo del surco. Si las camas no están uniformes se corre el riesgo de que la siembra quede en la raya del surco o en un costado, lo que causará que unas semillas queden más profundas que otras, ocasionando una emergencia irregular.

Ante esto, es importante aprovechar el último ciclo de movimiento del suelo para formar la camas permanentes, por lo que se recomienda repetir la última raya que se va formando para garantizar el mismo ancho de cada cama.



Maíz de temporal en Jalisco y sorgo en pata de maíz en Michoacán.

Malezas

Al iniciar el sistema es importante identificar la presencia de malezas de difícil control o perennes, como la grama, coquillo o camalote, ya que si se tiene alta incidencia se requiere realizar un control mecánico antes de implementar la Agricultura de Conservación.

Limitantes químicas del suelo

Se recomienda realizar el análisis del suelo con el objetivo de identificar las limitantes para la producción, como: acidez, presencia de carbonatos, salinidad o sodicidad, para poder realizar el acondicionamiento y su corrección en la parcela antes de iniciar con las agricultura sustentable como la de Conservación.

Cobertura del suelo

Uno de los principios de la AC es la permanencia de residuos sobre la superficie del suelo. Por ello es necesario garantizar la cobertura, dejando al menos un 50% de los residuos del cultivo anterior para poder tener entre un 30 y un 50% de cobertura. En caso de no ser así, es recomendable realizar la remoción del suelo mediante la labranza mínima.

Amigo agricultor, si tu parcela ya cuenta con las condiciones anteriores, sólo se recomienda reformar las camas y dejar los residuos en pata o acostarlos (aplanarlos), sin picarlos, para garantizar la cobertura y evitar su pérdida, ya que pueden volarse con el aire

Los sistemas de producción basados en la AC han demostrado muchos beneficios: ahorro de costos en la preparación de suelo, menor incidencia de malezas, ahorro en tiempo de trabajo, incremento de materia orgánica, disminución de la erosión hídrica y eólica, además del aumento en los rendimientos. El éxito de su aplicación está en sus manos.

Si requiere más información o asistencia técnica, no dude en contactar al técnico certificado más cercano a su región. AC

Vivencia en el Hub Bajío

El caso del Rancho Copuflor

Fotografía: AC- CIMMYT.

Compartir información e intercambiar experiencias es necesario para los productores que utilizan la agricultura sustentable con base en la de Conservación, la cual requiere del conocimiento del manejo del cultivo, los insumos y las técnicas que se deben emplear de acuerdo a la zona de siembra para tener buenos resultados.

Con el propósito de difundir estos datos y vivencias, el componente Desarrollo sustentable con el productor, de MasAgro, organiza los días de campo a lo largo de los distintos hubs, donde, además, se invita a nuevos productores locales a trabajar en sus parcelas la tecnología basada en la Agricultura de Conservación. Ante esto, el Hub Bajío reunió a técnicos y a productores de los municipios de Cuitzeo y Queréndaro, Michoacán, para visitar los módulos demostrativos.

Uno de los puntos de encuentro es el Rancho Copuflor, donde los productores intercambian puntos de vista y dudas acerca del técnica cimentada en la AC y sus implicaciones, como son los rendimientos de los cultivos, los requerimientos de mano de obra y el tiempo en las actividades agrícolas, antes, durante y

después del periodo de transición. Aquí, los productores a pequeña y mediana escala resaltan los beneficios del ahorro en los costos y el tiempo que estas prácticas les ha traído, así como algunos de los problemas que han experimentado por no contar con el conocimiento integral del sistema sustentable.

EXPERIENCIAS DE ÉXITO

Sin embargo, es interesante conocer de cerca la vivencia de don Aristeo López, una de las más alentadoras en la implementación de las técnicas con base en la AC, al comenzar una prueba en un área de una hectárea y media.

Este terreno tiene alrededor de ocho años en los que no se voltea la tierra, entonces Jesús (técnico en AC) me dijo: “No barbeches, hay que meterlo de trigo”. Confíe en él, lo metí a trigo y gracias a Dios saqué una buena cosecha.

Me parece muy bien el sistema que estamos usando ahorita, estoy bien contento que hasta podría echarme

EnLACE TV

Ve el video en Youtube:

www.youtube.com/cimmytcap
ESP. “Rancho Copuflor”.



Es interesante conocer de cerca la vivencia de don Aristeo López, una de las más alentadoras en la implementación de las técnicas con base en la AC

así 20 hectáreas. A pesar de que yo tengo todos los equipos para hacer el trabajo, quitando esta milpa enseguida le meto la siembra de maíz, así como está, nomás le mojo la rayita y ahí se abarata el costo y sale bastante buena la cosecha.

Por otra parte, el técnico responsable, Jesús Sesmas, resaltó que la mayoría de los productores se dedican a la ganadería como segunda actividad, por lo que deben de considerar ciertos porcentajes de rastrojo para su alimentación. Comentó el ejemplo de don Aristeo en el que se apartó una cantidad de residuos para sus animales: “En cuanto al trigo sí deja la mayoría, pero el maíz lo empaca hasta un 50 ó 60%”, agregó el técnico.

Para lograr el éxito de estas técnicas basadas en la AC es importante la unión de los esfuerzos y en este caso, el



seguimiento técnico continuo por parte del responsable del hub y el adecuado método que se empleó en este predio son testigos de que la AC es una realidad que convence y da resultados.

Por otro lado y como parte de estos días de campo, se abarcan distintos temas entre lo que resaltan la importancia del estudio del suelo para medir de forma correcta la cantidad de nutrientes y minerales: fósforo, nitrógeno, hierro, potasio, azufre y más, correspondientes a cada una de las distintas hectáreas del terreno. También es de sumo interés que en estos eventos se conozcan las experiencias de los agricultores ya expertos en los trabajos sustentables, puesto que implican valiosas indicaciones, secretos y prácticas que provocan el éxito y ayudan a evitar los errores. **AC**



La NO quema de esquilmos agrícolas

Ing. Avelino Espinosa Solorio, Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro
Fotografía: Avelino Espinosa

La quema ha sido utilizada históricamente como herramienta de trabajo agrícola, como práctica de preparación del terreno o sólo para el tratamiento de residuos de cosecha

ORIGEN DE LA QUEMA DE RESIDUOS

En la actualidad, es común ver en algunas zonas el uso de esta práctica, a decir de los productores, por las ventajas que les trae dicha actividad, como son:

1. No utilizar maquinaria (hiladora, empacadora) para el manejo de residuos y ahorrar costos en diesel y mano de obra.
2. Facilitar las actividades de preparación del suelo, como el barbecho y el rastreo.
3. Ahorrar tiempo en la preparación de la próxima siembra.

Sin embargo, no se tiene conciencia de los efectos negativos que trae esta práctica a mediano y largo plazos. A continuación se describen algunas consecuencias de la práctica de la quema:

1. Contaminación ambiental Se ensucia el aire, lo que puede provocar enfermedades en las vías respiratorias por inhalar las partículas suspendidas y los gases emitidos por esta práctica.

2. Cambio climático En verdad es preocupante hablar de quema en estos tiempos, ya que los gases que se liberan en el aire cada vez que se quema el rastrojo de una parcela contribuyen al fenómeno llamado efecto invernadero, que se manifiesta con temporadas más largas de intenso calor, temporal impredecible y heladas atípicas.

3. Fertilidad de los suelos Incrementa la erosión y la pérdida de la fecundidad de los suelos, ya que al quemar los residuos de una hectárea, se provoca que se pierdan 200 kilogramos de nitrógeno, los cuales se tienen que incorporar de manera artificial para que se desarrolle un nuevo cultivo.

3.1 Fertilidad química En un estudio sobre la quema y el mantenimiento de los residuos en la superficie durante dos años, se observaron concentraciones menores de carbono orgánico y nitrógeno total por acción de la quema. En cuanto al fósforo y potasio no muestran diferencias significativas. Sin embargo, el calcio y el magnesio intercambiables aumentaron cuando los residuos fueron quemados, sobre todo en los primeros 10 centímetros del suelo (Fernández, 1999). Además, se advirtió un incremento en el pH de la tierra.

3.2 Fertilidad física Las propiedades físicas del suelo sufren ciertos cambios considerables, sobre todo en la capa superior. La densidad aparente del suelo tiende a disminuirse, causando que la fase sólida del suelo se endurezca en el proceso (compactación). Al mismo tiempo, la capacidad de retención de humedad se reduce, lo que representa un problema en climas secos o estacionales.

3.3 Fertilidad biológica Enseguida de la quema, la materia orgánica queda reducida a cenizas y con el tiempo las poblaciones de microorganismos y su actividad se reducen de manera considerable. De igual forma mueren muchos organismos que favorecen la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de los nutrientes para las plantas (Torres *et al.*, 2004). Así, debido a su ausencia y a la pérdida de nutrientes, el suelo se ve condenado a ser cada vez más infértil y surge la necesidad de la fertilización mineral.

Por todos los efectos negativos mencionados, se exhorta a los productores de las diferentes zonas agrícolas a la NO QUEMA de esquilmos agrícolas.

Además, se presenta una alternativa para obtener todas las ventajas que demanda el productor y evitar todos los efectos negativos que trae como consecuencia la quema de los rastrojos, así como para tener una producción sustentable: la Agricultura de Conservación. **AC**

La nutrición del maíz para un alto rendimiento

Qué es el maíz de alto rendimiento

Ing. José Manuel Hernández Irineo, técnico certificado en AC;
Nal Uts Consultores

Al buscar producir maíz de alto rendimiento, es imperante tomar en cuenta los factores principales para su desarrollo óptimo:

- El productor deberá estar convencido de lograr el alto rendimiento.
- El predio debe estar ubicado en un área con buen potencial agroecológico.
- Un temporal y/o riego oportunos, que pueden mejorar su eficiencia al practicar las técnicas basadas en la Agricultura de Conservación.
- Realizar muestras y análisis de los suelos que faciliten un adecuado diagnóstico.
- Acondicionar el predio de acuerdo con sus limitantes productivas: físico-químico-biológicas.
- Aplicar una fertilización balanceada e integral.



- Tener un control oportuno de plagas, enfermedades y malezas.
- La densidad de población deberá corresponder al potencial productivo y a la cosecha esperada.
- Contar con la maquinaria que asegure la densidad de siembra deseada, la profundidad adecuada y uniforme de la semilla, así como el mejor arreglo topológico.
- Se requiere emplear el material genético adaptado a la región y con potencial para el alto rendimiento.

FERTILIZACIÓN

En definitiva, si todas las condiciones son óptimas para el cultivo de maíz, pero no se da la debida importancia a la nutrición; es decir, si se fertiliza como se ha hecho de manera convencional, respaldados por la experiencia de los productores, lo más probable es que no se logre un alto rendimiento, lo que provocará un desánimo al no obtener los ingresos esperados.

Entonces, para conseguir el alto rendimiento será necesario considerar:

- La nutrición de la planta con elementos minerales simples: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N) que toma del aire y del agua, además de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo), cobre (Cu), cobalto (Co) y sodio (Na), que

obtiene del suelo y que estarán a disposición del cultivo en función de su pH.

- Si el nivel del pH no está cerca al neutro, se requiere aplicar el acondicionador necesario: si es ácido (<6), cal agrícola, y si es alcalino (>8) corregirlo con azufre o yeso en las cantidades que el análisis del suelo indique, puesto que con un valor cercano a la neutralidad, los elementos que aporta la tierra estarán disponibles para el cultivo en mayores cantidades. Siempre se recomienda consultar a su técnico sobre la dosis y el producto adecuados para modificar el pH.
- Con estos elementos químicos, más la energía radiante: luz y calor, la planta es capaz de procesar y producir materia (producción).

...FERTILIZACIÓN

- Adicionar fertilizantes químicos de acuerdo con la disponibilidad de los nutrimentos y con la cosecha esperada, sin olvidar la oportunidad y la manera de aplicarlos, así como la fuente y lugar de colocación, tomando como parámetro la fórmula:

Cantidad de fertilizante (N, P, K y otros) =
disponibilidad en el suelo - demanda del
cultivo *Eficiencia*

- El fraccionamiento de la fertilización es un aspecto importante, más aún en las elevadas densidades de población para los altos rendimientos: un ejemplo en mi zona de trabajo es, a la siembra aplicar un 20% de N, todo el P y el K; una segunda acción con el 50% de N en el v4; una tercera administración con el 30% restante de N en el v8; de ser necesaria una mayor cantidad de K, aplicar el fertilizante que lo contenga en la segunda asignación con alguna fuente más soluble.

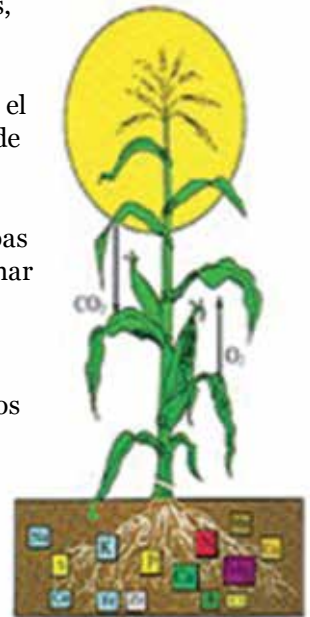
- Se pueden usar herramientas como análisis de suelo y sensores infrarrojos para afinar las cantidades idóneas de fertilizantes.

- Si se refiere a biofertilizantes puede decir que complementan la nutrición química para llegar a una integral.

- Para mejorar los niveles de materia orgánica en el suelo, se deberá emplear una composta, que mejorará su estructura y aumentará la CTC, principalmente.

- Complementar la fertilización del suelo con algunas aplicaciones foliares, sobre todo para satisfacer algunas necesidades de microelementos, en especial el Fe, Zn y Bo. Las deficiencias de los micronutrientes se debe determinar mediante un análisis del suelo y las pruebas en unas franjas para confirmar que hay una respuesta.

En resumen, será necesario considerar los requerimientos nutricionales y ambientales del cultivo, sus exigencias y fenología, así como las características físico-químico-biológicas del suelo. *AC*



En 2013, este hub cuenta con el apoyo de:

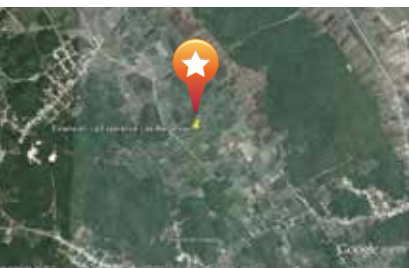


SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



Con la colaboración de:





Maíz bajo los sistemas de producción convencional, convencional modificado y Agricultura de Conservación

La Esperanza

Ejido Las Margaritas, Chiapas

Ing. Homero Aguilar Castañeda, director general de Cofinde, A. C.
Fotografía: Homero Aguilar

El paisaje chiapaneco es reconocido como uno de los más hermosos del país, pero al mismo tiempo sus laderas y montañas dificultan la producción agrícola, por lo que los campesinos locales buscan distintas alternativas para sacar adelante sus cosechas.

El Municipio Las Margaritas, cuenta con una extensión territorial cercana a los 5,300 kilómetros cuadrados que albergan alrededor de 111,484 habitantes; sus productores trabajan sus parcelas bajo tres distintos sistemas agronómicos para el cultivo de maíz bajo riego:

1. Labranza convencional, que consiste en un arado y un surcado.
2. Sistema convencional modificado, que también incluye un arado y un surcado.
3. Agricultura de Conservación con camas anchas (1.60 metros), la cual incluye dos rastreos y un subsuelo, además del arado y el surcado.

SISTEMA CONVENCIONAL

Las prácticas convencionales de producción requieren una disposición del suelo que comienza con un paso de arado y continúa con el acondicionamiento de los surcos mediante un arado egipcio y una yunta de bueyes, y con una distancia de 90 centímetros entre cada uno; el surcado es asimétrico, lo que es causa que el agricultor ya no mecanice ninguna de las actividades siguientes.

A continuación se procede a la siembra que se realiza a una distancia de hasta un metro, con ocho granos o más por piquete, y sólo se obtienen dos mazorcas: una grande y una pequeña.

El uso de semillas criollas del ciclo anterior es una forma de autodefensa de los altos costos de los materiales mejorados porque además, no se pican con facilidad y tiene un sabor especial al consumirse como elote.





SISTEMA CONVENCIONAL MODIFICADO

La preparación del suelo bajo esta técnica consiste en un paso de arado para después hacer los surcos – a una distancia entre 75 a 80 centímetros entre cada uno– con una surcadora de gavilanes rígidos. Sin embargo, el surcado queda asimétrico, ya que el operador de la maquinaria por ahorrarse una vuelta, en el regreso no utiliza la línea de fuera, por lo que el agricultor ya no mecaniza ninguna de las siguientes actividades.

Ahora bien, la innovación radica en la forma de sembrar y consiste en reducir el número de granos colocados por postura, pasando de cinco u ocho a tres granos, lo que mejora el vigor de las plantas que resultan en una mazorca grande, una mediana y una pequeña.

UN EJEMPLO DEL SISTEMA DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

La mejor forma de dar a conocer y divulgar los resultados positivos de un sistema radica en el ejemplo, los trabajos que el señor Luis Trujillo ha realizado en materia de sustentabilidad agrícola, con base en las prácticas de la Agricultura de Conservación, son una prueba palpable de los beneficios de esta tecnología.

Como parte de las actividades que se realizan durante el año cero, el diagnóstico que se hizo del suelo indicó que es de tipo franco arcilloso, con la siguiente composición:

Conductividad hidráulica	2.81 centímetros por hora - moderado bajo
Capacidad de Campo	28.1% - alto
PMP	16.7% - alto
Dap	1.05 g/cm ³
pH	8.2 - fuerte alcalinidad
Salinidad en extracto	0.51 ds/m
CIC	29.8 meq/100 g
Materia orgánica	4.44% - alto
Nitrógeno inorgánico	9.83 ppm – moderado bajo
P-Olsen	11.8 ppm – moderado bajo
Potasio	68.5 ppm – muy bajo
Calcio	4,728 ppm - alto
Magnesio	719 ppm – moderado alto
Sodio	24.7 ppm – muy bajo
Hierro	9.04 ppm - moderado
Zinc	18.7 ppm - alto
Manganeso	6.59 ppm – moderado bajo
Cobre	1.24 ppm – moderado alto
Boro	0.23 ppm – muy bajo
Aluminio	0.54 ppm – muy bajo
Azufre	28.2 ppm - alto

Es evidente el agotamiento de la fertilidad del suelo por los bajos contenidos de fósforo (P), nitrógeno inorgánico y potasio (K) que indican una extracción severa de nutrientes provocada por las prácticas de producción que, incluyen entre otras técnicas, la quema del rastrojo.

Por otro lado, el terreno presentó piso de arado de siete a 42 centímetros, y dado que en la región no hay un tractor de alta potencia, se optó por profundizar mediante el paso de arado y una cruz con rastra de tiro, que arrastró un tablón pesado para suavizar la pendiente que tenía muchas zanjas; se procedió a realizar el trazo de curvas a nivel para aplicar el multiarado de un cincel y de inmediato, se cruzó con la rastra y con el tablonero. Enseguida se trazó el surcado con un desnivel de cuatro al millar desde la parte media que marcó la cota más alta del terreno. Para finalizar se procedió a pasar la surcadora-reformadora, siguiendo el trazo realizado.

Para la siembra del ciclo PV 2013 se sembrará maíz de temporal con punta de riego, ya no se moverá la tierra, sólo se reformará y su costo será de 350 pesos; se aplicará el fertilizante enterrado y, si las condiciones lo permiten, se utilizará una sembradora de precisión.

Como parte de los beneficios, además del ahorro en los costos de producción, se puede ver una importante diferencia en la población de plantas v-2, entre los distintos sistemas de producción agrícola: si bien es cierto que el número de semillas por postura es mayor en los sistemas convencionales, al final la población es menor que bajo la AC con una semilla por postura.

- 1) Convencional:
26,447 plantas por hectárea
- 2) Convencional modificado:
38,500 plantas por hectárea
- 3) Agricultura de Conservación (camas anchas):
47,500 plantas por hectárea

Si bien es cierto que el número de semillas por postura es mayor en los sistemas convencionales, al final la población es menor que bajo la AC con una semilla por postura. AC

El manejo y uso de los residuos de cosecha

Un espacio para la discusión en el Hub Chiapas

Carolina Camacho, SEP-CIMMYT

Fotografía: Carolina Camacho

Con el objetivo de crear un espacio para el diálogo sobre el manejo y el uso de los residuos de cosecha o rastrojo en el Hub Chiapas, se organizó un taller participativo en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Chiapas en Villaflores, Chiapas, al cual asistieron 17 personas, entre productores de la región, colaboradores de diferentes instituciones de investigación y asociaciones civiles, técnicos de diversas instancias, tanto públicas como privadas, y funcionarios de organizaciones federales y estatales.

ESPACIO PARA EL DIÁLOGO

Gracias a las acciones emprendidas por MasAgro en beneficio de la sustentabilidad de la tierra se abrió un foro de discusión entorno al tratamiento de los residuos, que se desarrolló en varias actividades: para iniciar Jorge Octavio García, gerente del hub, dio la bienvenida y explicó las razones que llevaron a este espacio; enseguida, el personal del Programa de Socioeconomía del CIMMYT expuso la dinámica de trabajo: integrar tres grupos para discutir los temas relacionados con los diferentes usos y manejos que reciben los rastrojos, las ventajas y desventajas de cada uno, los problemas más importantes y las propuestas para sus soluciones. Para terminar, se creó una plenaria en la que se presentaron los resultados de cada una de las mesas de trabajo, para cerrar con la conclusión y la evaluación del evento.



Jorge Octavio García realiza la presentación de las actividades.

ALGUNOS DE LOS RESULTADOS SOBRESALIENTES

- Los residuos de cosecha que se utilizan son de maíz, sorgo, frijol, canavalia y cacahuate.
- Estos rastrojos se pastorean, empaican y usan como cobertura, también son incorporados, molidos, quemados y empleados para la construcción.
- Los restos de maíz son los que más usos presentan, ya que se pastorean, empaican, utilizan como cobertura, incorporan, muelen y se utilizan como material de construcción.
- Los residuos de los diferentes cultivos y sus variados empleos presentan ventajas y desventajas relacionadas con los manejos del suelo y del cultivo, así como su uso forrajero.
- Los problemas identificados por cada equipo fueron diversos, aunque los más referidos fueron el impacto en el suelo del pastoreo en las parcelas, el valor económico del rastrojo como forraje y las dificultades agronómicas que aparecen cuando se deja como cobertura.
- Las soluciones propuestas estuvieron relacionadas con los problemas que se buscaba resolver. Éstas abarcaron, entre otras acciones: ordenamientos a nivel finca para el uso potencial del suelo, diagnóstico sobre forrajes y sobre la carga animal, establecimiento de parcelas de experimentación, mejora de las técnicas de pastoreo, políticas públicas que promuevan un manejo integral del rastrojo y el uso de abonos verdes y de cultivos de cobertura.
- Uno de los grupos insistió en que existen diferentes realidades dentro de la región, por lo que los problemas son diversos y las alternativas de solución también.

Durante la sesión plenaria se resumieron los puntos presentados por los diferentes expositores en tres conclusiones:

- a. La estrategia integral de manejo de rastrojo necesita considerar el aseguramiento del alimento de los animales; puesto que la ganadería juega un papel importante en la economía familiar de los productores.
- b. Existe la necesidad de encontrar una manera en que el pastoreo del ganado en las parcelas –práctica dominante en la región– sea compatible con las técnicas basadas en la Agricultura de Conservación.
- c. Se requiere una mayor difusión sobre las ventajas de la AC y fortalecerla con políticas públicas que le den un valor agregado.

El evento se registró en una reseña que está disponible para los interesados, previa solicitud al correo electrónico: c.camacho@cgiar.org



Trabajo en equipos.



Participación activa de los asistentes.



Presentación del trabajo en grupos durante la sesión plenaria.

Agradecemos la participación de:

Jorge Torres Penagos
Gabriel Roger Nucamendi
Efraín Gómez
Rigoberto Suchiapa Padilla
Sinar Coutiño López
Raquel Padilla
Esteban Martínez Llaven
Walter López Báez
Robertony Camas Gómez
Santiago Mendoza Pérez
Homero Aguilar Castañeda
Carlos Orantes Penagos
Juan Diego López
Alexandro Molina

José Luis Salgado
Jordán Hernández Jiménez
Alejandro A. Utrilla Lara

Del mismo modo, reconocemos el apoyo en la organización de

Jorge Octavio García
Ana Laura Manga
Jesús Ovando Cruz
Eduardo de la Cruz Hernández
Lluvia Esmeralda López Robles
Francisco Guevara Hernández. *AC*

Es necesario
empatar las
prácticas del
pastoreo con las
de la AC

Ignacio López López

ve a la tierra con amor

*Homero Aguilar Castañeda, director general de Cofinde A. C.
Fotografía: Homero Aguilar Castañeda*

El profesor Ignacio López López puede ser, quizá, el campesino pionero de la agricultura sustentable, como la de Conservación, en Las Margaritas, Chiapas. A sus 53 años, es jubilado del magisterio y el actual presidente del Comisariado Ejidal de Las Margaritas.

Don Ignacio se inició en la agricultura a los ocho años, cuando sus tareas principales eran cargar el bastimento, llevar el azadón, las macanas de siembra y el *acutzú* [sembradora], y hasta ahora sigue apasionado por la tierra; la ve con amor y cariño. Considera que los seres humanos somos muy ingratos porque aunque “a la tierra debe dársele lo que requiere para que demuestre su fertilidad y nos dé la producción que queremos como agricultores, todo lo hacemos al revés”.





ENLACE (AC): ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES PROBLEMAS POR LOS QUE ATRAVIESA EL CULTIVO DE MAÍZ EN ESTA REGIÓN?

Ignacio López López (ILL): Son varios; entre ellos, que desconocemos qué tienen nuestros suelos, aplicamos fertilizantes que tal vez no sirvan o no sean apropiados y cometemos el error de quemar la “basura” (rastrojo y malezas); además, estamos invadidos por muchas plagas, como el *golomchan* [gallina ciega], el *lem* [catarinas], el gusano cogollero, el trozador o el barrenador, y en últimas fechas ha aparecido la mosca blanca que ataca a las plantitas de maíz en sus primeras etapas de desarrollo.

AC: Y EN CUANTO A LOS MATERIALES ¿CUÁLES SON LOS MÁS CULTIVADOS?

ILL: En la región no se encuentran implementos que permitan mejorar nuestra agricultura convencional; la semilla de maíz que usamos proviene de la variedad juncana, pero ya está muy deteriorada y, por su altura, las plantas son derribadas por el viento con facilidad; tampoco tenemos maíz amarillo mejorado, y aunque una semilla de maíz blanco podría ser aceptada por los agricultores, debe ser rentable para la gente. No tenemos sistemas poscosecha que nos permitan guardar la semilla de los maíces nuevos que se pican luego [rápido].

AC: ¿CÓMO VE EL SISTEMA CONVENCIONAL DE SIEMBRA DE MAÍZ?

ILL: Considero que en la siembra convencional de maíz, en la que ponemos de cinco a ocho semillas por piquete y entre 90 a cien centímetros entre piquetes y surco, se desaprovecha mucho el terreno y no todas las plantas dan mazorca, sólo dos se obtienen de una mazorca grande y una mediana, que muchas veces se corta como elote, aunque este sistema lo usan porque permite cortar o realizar aclareo de plantas para alimentar al ganado y mejorar la mazorca que queda.

AC: ¿CUÁL ES LA VISIÓN DE LOS PRODUCTORES DE LA ZONA RESPECTO AL CULTIVO DE MAÍZ?

ILL: Muchos agricultores creen que la producción de maíz en Las Margaritas no es para hacer negocio, que sólo es para sobrevivir. Yo pienso que todavía estamos a tiempo para mejorar la situación, pero necesitamos una mayor participación.

AC: ANTE ESTOS RETOS, ¿QUÉ SE DEBE HACER?

ILL: Se debe producir semillas de maíz amarillo con plantas de baja altura, resistentes al viento y de mazorca grande; los agricultores podrían aceptar una semilla de maíz blanco que sea rentable; tenemos que mejorar nuestro sistema de siembra, así como nuestra forma, la cantidad y el tipo de fertilizante que se utilizará [...] También necesitamos contar con tractores y equipo de labranza adecuado para realizar los trabajos necesarios para la AC. Creo que se nos debe ayudar para que aprendamos a regar y a sembrar sin contaminar el medio ambiente; para ello se necesitan técnicos que verdaderamente nos vengan a enseñar a mejorar nuestros sistemas de producción, que no sólo vengan por papeles. AC

La producción de maíz y frijol es seguridad alimentaria



Verónica Vega, Investigación y Desarrollo
Fotografía: Verónica Vega

Chiapas es uno de los estados más pobres del país. La marginación es alta, al igual que la pobreza alimentaria; la población rural sólo come maíz y frijol. Las personas deben comprar semillas para alimentarse y éste es un gran problema, pues lo que cosechan no les alcanza ni siquiera para el autoconsumo. Existen además altos niveles de analfabetismo porque para ir a la escuela hay que caminar un par de horas.

El Municipio de Monte Cristo de Guerrero es testigo de esta situación. Se trata de un lugar en medio de la Sierra Madre del Sur, dentro de la reserva de la biosfera El Triunfo. Para llegar ahí hay que salir de Tuxtla Gutiérrez y recorrer un camino de terracería por más de cinco horas. Sus habitantes andan en huaraches y con machete en mano “limpian” el camino para llegar a sus cultivos en lo alto de los cerros.

Como la mayoría de las tierras agrícolas, este lugar ha sufrido erosión y sólo se puede sembrar en pequeños

terrenos y cosechar cantidades mínimas. En estos ejidos, una familia de cinco miembros consume al año una tonelada y media de maíz, pero apenas cosechan 800 kilogramos.

En la ranhería Vista Alegre, perteneciente a Monte Cristo de Guerrero, se siembra sobre tierras planas. Don Patricio Morales platica que cultiva maíz y frijol que han resistido al viento, la milpa ha tenido un crecimiento normal, pero las lluvias han afectado la producción. Como don Patricio, en esta ranhería hay cerca de 60 agricultores de maíz a pequeña escala que emplean las técnicas basadas en la AC, que promueve la iniciativa MasAgro; además, en 2010 se inició el proyecto “Desarrollo integral comunitario”, cimentado en la AC, por medio del cual se preservan los bosques, los suelos y se mejora el uso de los recursos hídricos.

Otro productor de Vista Alegre, don Isauro Bravo Ramírez, siembra maíz, frijol y café como sus antepasados. Dice que les





El municipio de Monte Cristo de Guerrero se ubica en medio de la Sierra Madre del Sur, dentro de la reserva de la biosfera El Triunfo Para llegar ahí hay que salir de Tuxtla Gutiérrez y recorrer un camino de terracería por más de cinco horas.



recomendaron desde hace varios años cancelar la quema del suelo y así lo han hecho. Comenta que con lo que están “batallando” es con las plagas del gusano cogollero y de la gallina ciega, que se come las plantas y el elote deja de crecer; además, puntualizó que si no llueve se les echa a perder la siembra.

La superficie en la que cosechan los productores de Monte Cristo no alcanza a medir una hectárea, y como consecuencia, los rendimientos son bajos para satisfacer la demanda de consumo. Algunos agricultores llegan a cultivar 400 kilogramos, pero se necesita más de una tonelada para que una familia coma todo un año.

En esta región los productores siembran por cuerdas: 16 cuerdas equivalen a una hectárea. Como los terrenos de cultivo son pequeños y únicamente de autoconsumo, decidieron poner dos cuerdas como módulo para empezar a implementar las técnicas de la AC. Cada módulo —platica el ingeniero Walter López Báez, investigador del INIFAP y responsable técnico del proyecto de Agricultura de Conservación en la zona— se adapta a la necesidad del productor. Ningún módulo se parece a otro, en cada uno se prueba cómo mejorar la rentabilidad y sustentabilidad de la producción del maíz y del frijol. Al ejido de Vista Alegre se le considera un “área de extensión”, ya que la población de esta rancharía se incorporó al programa gracias a que se invitó a los productores a un evento demostrativo en el ejido de Puerto Rico, donde les surgió el interés por adaptar los sistemas de producción con base en la AC.



El señor Rolinver Ramírez Rodríguez es uno de los productores que tomó el curso. Mientras camina entre las plantas de maíz que ya están crecidas, dice que en la actualidad todos los ejidatarios hacen rondas en los terrenos para que nadie quemé las tierras, y ya comenzaron a ver la diferencia:

Desde hace varios años ya no quemamos, y ahora los suelos tienen mayor grosor porque dejamos el rastrojo. No sabíamos que hacíamos una labor de preservación del suelo. Cuando nos invitaron a un curso en el ejido de Puerto Rico entendimos la Agricultura de Conservación; además nos trajeron varias clases de semillas mejoradas de maíz y nos propusieron llevar a cabo barreras filtrantes para que nuestros suelos se mejoraran.

Don Rolinver, como sus vecinos del ejido, dependen de que su cosecha sea buena para el sostén de su familia; de manera particular, su siembra le tiene que alcanzar para alimentar durante todo el año a sus cuatro hijas, su esposa y su abuelo.



Al implementar las técnicas de la AC observó que la milpa está más bonita, frondosa, la mazorca más grande y de mayor rendimiento.

En esta región, explica el ingeniero López Báez, se ha detectado que las lluvias se retrasan cada vez más; antes se sembraba el maíz de ciclo largo cerca del 15 abril, el frijol el 20 de agosto en la misma tierra, y cosechaban ambos a fines de diciembre; ahora es distinto porque llueve poco y a destiempo.

En este programa integral de conservación buscamos semillas no transgénicas. El INIFAP las genera adaptándolas a las condiciones locales de Chiapas; por ejemplo, que sean de ciclo más corto y permitan adaptarse a la fecha tardía de la lluvia.

Del mismo modo, considera que las semillas que tienen los productores no son malas, son poco adaptables a las circunstancias actuales del clima, porque el material es de ciclo muy largo y lo siembran entre surco y surco con una distancia de un metro y una densidad cercana a las 20 a 22 mil plantas por 16 cuerdas; mientras que las del INIFAP son de 55 mil plantas por hectárea.

LADERAS CON MAÍZ

El ejido de Puerto Rico es particular, pertenece al Municipio de Monte Cristo de Guerrero y, a diferencia de Vista Alegre, los productores cosechan en las laderas de montañas a una inclinación entre 40 y 50 grados. Sobre las pendientes hay varias cosechas de maíz que ya están grandes, y aún oblicuos, los maíces tienen sus cabellos de color rosa, las hojas verdes y las cañas largas. Para llegar a sus tierras, los productores salen temprano de sus casas y caminan a paso veloz por la terracería, acostumbrados a andar inclinados sobre la tierra húmeda.



Abimael Pérez Vázquez, joven productor de este municipio, reconoce lo difícil que es sembrar en este tipo de terrenos: no hay estabilidad para pararse y en ocasiones se derrumba la ladera. Recuerda que desde pequeño, junto a su papá, cultiva el maíz y el frijol: “Antes —reconoce— se cosechaba mucho. Se sembraban 20 kilogramos y levantábamos entre mil y 1,500; el maíz se daba y el frijol rendía. Hoy se han escaseado, cosechamos de 300 a 400 kilogramos”.

Si bien los ejidos de Puerto Rico y Vista Alegre han enfrentado adversidades, con el implemento de políticas integrales en Agricultura de Conservación del INIFAP-CIMMYT dentro de la iniciativa MasAgro, los productores observan mejoras en su cosecha. Tal es el caso del productor Fernando Pérez Díaz, de Puerto Rico, quien cuenta, emocionado, que el maíz con la AC es más grande.

Hace un año coseché más y me rindió más. Mucha gente ve la milpa y me pregunta cómo le hago, y les digo que por medio de la Agricultura de Conservación mis cosechas son mejores; ahora sembré poco, pero la cosecha está preciosa.

Don Fernando también presume que el INIFAP-CIMMYT les ha enseñado a hacer barreras filtrantes que les sirven para proteger sus tierras en las laderas y que no se derrumben, con las lluvias. Dice, entre sonrisas, que está muy contento de trabajar las técnicas de la Agricultura de Conservación:

Voy a cumplir 68 años, estoy macizo y quiero que mis tierras sigan mejorando; recibo de este programa mucho conocimiento. En mis tierras también tengo una mata de chayote con varios frutos y próximamente sembraré rábanos.

Don Isaiás Cárdenas Sánchez, también productor del ejido Puerto Rico, no cabe de alegría porque en sus tierras cosechó 600 kilogramos de frijol negro tacaná, un tipo de grano que les llevó el INIFAP y del que sólo sembró 10 kilogramos: “La siembra nos da para comer, todavía no para vender, pero si seguimos así, tal vez más adelante”.

LAS PLAGAS EN EL TRIUNFO

En El Triunfo, además de las adversidades a las que se enfrentan los productores respecto a la sequía y a las plagas comunes, la reserva es rica en fauna, como ardillas, ratas, tejones y variedad de pájaros que comen maíz; los pobladores tienen que “batallar” o aprender a vivir con ellos, dice don Patricio Morales, “porque no las matamos, pero la afectación es severa”.

El ingeniero Walter López comenta que trabajar dentro de esta reserva significa que hay mucha biodiversidad, la situación es bondadosa para el medio ambiente, pero crítica para el maíz, por esto se trabaja de la mano del productor para buscar soluciones.

En estos poblados hay varios lugares donde el suelo se desprende con facilidad y cuando llueve a torrenciales, como es lo habitual, lava las tierras. Por ello, junto con los pobladores implementaron un sistema de barreras filtrantes vivas que sirven para evitar que la lluvia se lleve la tierra. Son plantas de tulipanes que sembraron y sus ramas entrelazadas juegan un papel importante porque no dejan que la tierra se deslave, y de esta manera en los ejidos de Puerto Rico y Vista Alegre ayudan a preservar la siembra de maíz y frijol.

Como el productor Luis Pérez Díaz, de Puerto Rico, quien siembra en laderas y comenta que gracias a la asesoría del ingeniero Walter López y su equipo de trabajo, y a la implementación de la AC, el clima le perjudica un poco menos:

Ellos como investigadores nos están capacitando para que en un futuro apliquemos este conocimiento y cosechemos para nuestras familias, porque si somos muchos, el maíz y el frijol no nos alcanzan y los tenemos que comprar a cinco pesos el kilo de maíz y a más de 20 el de frijol, y los 10 de Maseca están a cien pesos.

CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ

A la reserva de El Triunfo, el Programa de Agricultura de Conservación ha llevado diversas semillas de maíz y frijol con el fin de saber cuál es la que mejor se adapta a las tierras, como el material de maíz llamado v 424, el vs 535 y un híbrido generado por el INIFAP. En particular,

el v 424 es un material de ciclo corto, y se ha demostrado que aún al sembrarlo en la primera quincena de junio ha dado buena cosecha, y como es de ciclo corto, hay tiempo para sembrar frijol.

El ingeniero López Báez y su equipo de trabajo, conformado por jóvenes egresados de diferentes escuelas de la región y por otros que con su investigación en las comunidades de El Triunfo obtendrán su licenciatura, muestran a los productores en un lote de maíz con fertilización a diferentes dosis, la cantidad idónea para aplicar.

Aquí hay productores que compran bolsas de fertilizantes de 500 pesos, más los 20 del flete hasta su rancharía, pero muchas veces no lo saben usar adecuadamente, ya que desconocen el nitrógeno del cultivo. Probamos varias dosis de nitrógeno y tenemos tratamientos sin fertilizar para que los productores vean el potencial de un suelo sin nada de fertilizante. También probamos un biofertilizante a base de hongos y bacterias de micorrizas como alternativa barata, con el fin de bajar la cantidad empleada de fertilizantes.

En esta región la producción de maíz y frijol es de seguridad alimentaria, esto es, que lo que se cosecha es para consumo familiar, entonces, lo que se trabaja es el manejo eficiente del nitrógeno y el mejor genotipo del material adaptado a los ciclos de lluvia.

En estos ejidos una familia de cinco miembros consume al año una tonelada y media de maíz, y el productor saca 800 kilogramos; la idea con las técnicas basadas en la Agricultura de Conservación es cerrar la brecha, porque es posible triplicar la productividad haciendo buen uso de la AC con los pobladores de la reserva de la biosfera. **AC**

En 2013, este hub cuenta con el apoyo de:



Con la colaboración de:





Comportamiento del cultivo de cártamo

bajo diferentes rotaciones en Agricultura de Conservación Valle del Mayo, Sonora

Jesús Rafael Valenzuela Borbón, INIFAP

Fotografía: AC-CIMMYT

ANTECEDENTES

El cultivo del trigo en el sur de Sonora es el de mayor importancia económica y social, le siguen el de maíz, cártamo y frijol. Sin embargo, la superficie de siembra está en función de la disponibilidad de agua para riego en la presa de almacenamiento Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzarit). En el ciclo 01 2010-2011, en el Valle del Mayo se establecieron 80,134 hectáreas con trigo, que corresponden al 74% del área cultivable, mientras que en 01 2011-2012 se cosecharon sólo 49,018. Esto representa 31,116 hectáreas que se dejaron de sembrar por falta de agua para riego. (SAGARPA 2012, DDR-149).

El sistema de producción utilizado en la región es la labranza convencional, que hace derroche de energía con buenos rendimientos, pero altos costos de producción. Entre las opciones para mitigar esta situación se tiene la diversificación con cultivos de baja demanda hídrica, como: cártamo, garbanzo y canola, por mencionar algunos. Otra alternativa es producir bajo el sistema de la Agricultura de Conservación, que resulta una tecnología productiva, rentable y amigable con el medio ambiente, ya que reduce los costos de producción, disminuye la evaporación y aumenta la infiltración del agua, manteniendo la humedad por más tiempo.



Otra alternativa es producir bajo el sistema de la Agricultura de Conservación, que resulta una tecnología productiva, rentable y amigable con el medio ambiente



TRABAJOS BAJO LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

En el ciclo 01 2011-2012, en terrenos del Sitio Experimental Valle del Mayo (suelo de barrial > 50% arcilla) se estableció un módulo permanente de AC que forma parte del Hub Pacífico Norte, enmarcado en la iniciativa MasAgro, cuyo objetivo es el desarrollo y la validación de sistemas de manejo sustentables con base en la Agricultura de Conservación, así como la promoción de ésta en la región.

El establecimiento de la plataforma se inició con la cosecha del cultivo anterior; se dejó el 100% de los residuos sobre la superficie del terreno. Los tratamientos evaluados fueron: rotación trigo-cártamo y cártamo-cártamo. La siembra se realizó con la maquinaria especializada en surcos a 80 centímetros de separación, con una hilera de plantas y una densidad de 20 semillas por metro lineal. Se utilizó la variedad ciano-oleica, se fertilizó en forma fraccionada con la fórmula 150-52 y el control de maleza se hizo con herbicidas no selectivos. La parcela experimental fue de 16 surcos por 200 metros de largo para cada rotación; mientras que la útil contó con dos surcos de cinco metros de largo.

Los parámetros medidos fueron el rendimiento y el número de capítulos por planta, granos por planta, peso grano por planta, granos por capítulo y peso hectolítrico. La información obtenida se analizó estadísticamente. Para la práctica de la AC de rotación trigo-cártamo se registró el mayor rendimiento de grano: 2,618 kilogramos por hectárea, superando a la de cártamo-cártamo en 32.6%, que rindió 1,524 kilogramos por hectárea. En todos los casos, la utilidad fue mayor en los terrenos trabajados con la AC. Para el área tratada con la labranza convencional se observó la misma tendencia, pero con menor potencial de rendimiento, la rotación trigo-cártamo produjo 1,971 kilogramos por hectárea y fue superior en 74.4% a cártamo-cártamo, que obtuvo 1,130.

El promedio de las rotaciones en AC fue de 2,701 kilogramos por hectárea, mientras que la labranza convencional registró 1,550. Asimismo, la media de la combinación trigo-cártamo superó en 72.9%, que corresponde a 2,295 kilogramos por hectárea, a la de cártamo-cártamo con 1,327. El análisis de varianza para rendimiento entre rotaciones y sistemas de producción resultó con diferencias muy significativas. El estudio de la rentabilidad muestra que en la rotación trigo-cártamo bajo las técnicas con base en la AC se obtuvieron los mayores beneficios económicos $B/C = 1.91$, comparado con la labranza convencional, que registró un $B/C = 1.30$. AC

Riego en Agricultura de Conservación

Ing. Fco. Javier Sandoval, técnico certificado en AC
Fotografía: Fco. Javier Sandoval

En la región del Pacífico Norte, existe la inseguridad sobre la disponibilidad de agua para el riego, por lo que sus aplicaciones deben ser puntuales y adecuadas a la actividad agrícola de los productores y sus cultivos para que, se reduzca el gasto de agua y se optimice su función.

En el Estado de Sonora, el trigo es uno de los cultivos principales de la producción agrícola, entonces, para las actividades convencionales se aplica un riego de asiento y cuatro de auxilio, como parte de la planeación del ciclo:

Día 1: riego de asiento con una lámina alta de agua.

Día 15: dar tierra (deshacer la cama) y reformación de la cama de siembra.

Día 16: siembra sobre humedad, a 10 centímetros de profundidad.

Día 55: primer riego de auxilio, cuando el cultivo se encuentra en la etapa de amacollamiento e inicio de encañe.

Día 75: segundo auxilio, al momento de la etapa de embuche de la planta.

Día 95: tercer auxilio, durante la fase de floración y llenado de grano.

Día 107: cuarto auxilio sin fertilizante, se aplica en el periodo de grano lechoso-masoso

Es importante notar que estas aspersiones consumen alrededor de ocho millares de agua por hectárea



Agricultura de Conservación

Los sistemas de producción sustentables, con base en la AC o en la siembra en seco, requieren de un único riego de nacencia y tres de auxilio, con lo que se ahorran, además de tiempo y mano de obra, dos millares de agua por hectárea –que corresponde a un riego. El plan a seguir debe estructurarse de la siguiente manera:

Día 1: riego de nacencia sobre un suelo con cubierta de paja al 100% y la semilla a una profundidad de dos centímetros.

Día 60: primer riego de auxilio, cuando el cultivo se encuentra en la etapa de encañe.

Día 85: segundo auxilio, durante el periodo de espigamiento.

Día 105: tercer auxilio se aplica en la fase de grano lechoso.

Dejar la paja en el verano hace que se capte una mayor cantidad de humedad proveniente de las lluvias de la estación, además, evita la evaporación de agua y el suelo contará con una cama húmeda de base más grande con el primer riego. Depositar la semilla por encima, humedecida con el agua de riego y la paja mojada hace que germine de inmediato, formando raíces y explorando el suelo en busca de los nutrientes, situación que acelera el desarrollo de la planta.

Cuando se aplica el primer riego de auxilio, el cultivo tiene por tiempo un mayor desarrollo y obtención eficiente del factor hídrico en el suelo; así de forma sucesiva, se dan el resto de los auxilios y la planta sufre menos estrés y, por ende, su desarrollo no se ve afectado por la “falta” de un riego.

Dejar la paja en el verano hace que se capte mayor humedad proveniente de las lluvias de la estación

Entrevista a Marco Antonio Castro



Marco Antonio Castro Fernández es un productor del Valle del Yaqui, Sonora, que se integró al componente Desarrollo sustentable con el productor de la iniciativa MasAgro, gracias a la invitación del Hub Pacífico Norte y del técnico certificado en Agricultura de Conservación, Armando Gutiérrez.

En la actualidad, Marco Antonio Castro tiene un módulo demostrativo de 22 hectáreas y de éstas, tres se trabajan con las prácticas basadas en la AC, las cuales está comparando para conocer los resultados y presentarlos a sus vecinos. Este predio se encuentra ubicado en el bloque 717, lote 36, donde sembró la variedad cebú de Asgrow.

La idea que estamos presentando aquí es la comparación de la agricultura convencional frente a la de Conservación. Hasta el momento no se ve ninguna diferencia de altura, color ni follaje a pesar de que tuvimos problemas con la fertilización. En el sistema convencional metimos 600 kilogramos de mezcla a comparación de los 300 con la AC; ahora estamos aplicando el segundo riego de auxilio, entonces ahí le

vamos a echar otras cien unidades para completar la necesidades que el cultivo exige.

ENLACE (AC): ¿CUÁNTOS AÑOS TIENE DE PRACTICAR LA AGRICULTURA EN EL VALLE DEL YAQUÍ?

Marco Antonio Castro (MAC): Empecé desde el 80, más o menos. Yo soy ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad de Sonora.

AC: ¿CÓMO HA SIDO ESTA AVENTURA, LLAMADA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN?

MAC: Hace como 20 años hicimos unas pruebas de labranza cero con FIRA y usamos un equipo de la John Deer, y en ese entonces yo fui uno de los pioneros en cooperar, pero el problema en ese tiempo era la falta de información y no se contaba con el equipo

EnLACE TV

Ve el video en Youtube:

www.youtube.com/cimmytcap
ESP. "Marco Antonio Castro".



En la actualidad, el ingeniero Castro tiene un módulo demostrativo de 22 hectáreas y de éstas, tres se trabajan con las prácticas basadas en la Agricultura de Conservación



adecuado, por lo que terminó en una mala experiencia ya que la soya que sembramos no se dio bien, por lo tanto me retiré del programa.

Pasaron otras dos décadas antes de que el ingeniero Castro volviera a incursionar en las prácticas sustentables basadas en la AC, pero él sabe que ahora se cuenta con el equipo adecuado e innovador y estima al acompañamiento técnico como la piedra angular para lograr buenos resultados. Ante éstos, sus vecinos están admirados por la labor que ha hecho, porque no creían que en ese basurero –como ellos lo llaman– pudiera crecer una planta y más, por el desarrollo que ha tenido al dejar de mover la tierra.

Sobre el manejo agronómico de la parcela Marco Antonio Castro explica que este cultivo fue sembrado con agua de lluvia y que gracias a la AC, guardó más humedad.

Si te das cuenta, donde se trabajó con la AC el cultivo está parejito en comparación donde se movió la tierra, que tiene mucho escalón, lo que se traduce en una humedad más pareja por las prácticas de la Agricultura de Conservación.

AC: ¿HA VISTO ALGUNA DISMINUCIÓN EN LA INCIDENCIA DE LAS PLAGAS?

MAC: Estuve platicando con el ingeniero Jesús Mendoza y le pregunté a qué se debía que la plaga era mucho más baja que

en la otra área. En la primera aplicación que hicimos en la parcela de AC nos encontramos un gusano cada 10 plantas y en la convencional cada cinco con gusano cogollero. En la segunda aplicación utilizamos un insecticida granulado que aplicamos de manera manual, lo hicimos tarde ya que no nos decidíamos si lo administrábamos solo en la parte convencional, pero al final limpiamos todo y lo usamos en ambas, aunque la incidencia en AC era muy poca.

AC: ¿APLICÓ ALGÚN TRATAMIENTO ESPECIAL PARA LAS MALEZAS?

MAC: Respecto a las malezas en el área con AC no aplicamos nada, ya que había puro tomatillo y como es una maleza de verano, en invierno desaparece por completo, además, hubo algunas Johnson que pudimos quitar de manera manual.

Para finalizar Marco Antonio Castro animó a sus colegas productores a que implementen las prácticas sustentables con base en la Agricultura de Conservación:

Yo sí recomiendo el sistema, sobre todo ahora que está tan caro el diesel y la preparación, con la AC sí hay un ahorro; yo le calculo unos tres mil pesos por hectárea de pura preparación y un 50% menos en la fertilización. En cuanto a la aplicación del insecticida, en realidad no se necesita, pero sólo se hace para asegurar. AC





Una nueva generación de técnicos certificados en Agricultura de Conservación

La situación de los recursos naturales en la actualidad es preocupante; los embates del cambio climático han puesto al ser humano en un estado de alarma al que debe responder con total responsabilidad y conciencia profunda de la nueva condición mundial. El Gobierno de México ha tenido una clara postura en la que el desarrollo de la agricultura sustentable es una de las prioridades en la búsqueda de la seguridad alimentaria. La alianza de MasAgro con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, y en colaboración con los gobiernos estatales comparte esta visión y desde hace algunos años, ha dispuesto el Curso de Técnico Certificado en Agricultura de Conservación y contribuir así, a la búsqueda de respuestas a las exigencias de las actuales condiciones agroclimáticas y a las demandas de la agroindustria.

Es importante recordar que MasAgro persigue el aumento y la estabilidad de los rendimientos del maíz, del trigo y de sus cultivos asociados, a través de las técnicas agronómicas sustentables, con base en la AC, y el uso de semillas mejoradas para que, a su vez, se incremente el ingreso de los productores y se mitiguen los efectos negativos que el cambio climático provoca en el medio ambiente. Para acelerar el logro de esta meta,

la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y el CIMMYT han hecho el fuerte compromiso de acercar a los productores del país la capacitación y la certificación de los técnicos que facilitarán la experimentación e implementación de las tecnologías innovadoras.

UN CURSO ESPECIALIZADO PARA CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS ESPECÍFICAS

El Curso Técnico Certificado en AC para el Pacífico Norte está estructurado en una formación teórica y práctica, impartida por expertos nacionales e internacionales, en las áreas de fertilidad de suelos, nutrición de cultivos, control de malezas, plagas y enfermedades; tratamiento de residuos, almacenamientos poscosecha y calidad de grano, entre otras técnicas sustentables basadas en la Agricultura de Conservación, para que de esta manera, cuenten con el conocimiento necesario para brindar un acompañamiento técnico integral que el productor aprovechará en beneficio de su producción, sus tierras y sus rendimientos, así como de los recursos naturales. Fue así que el Hub Pacífico Norte certificó a 21 técnicos de los estados de Baja California, Sonora, Sinaloa y Chihuahua, con el objetivo de desarrollar las capacidades y potencializar las habilidades de cada uno de los

participantes para convertirse en verdaderos agentes del cambio del extensionismo que promueve la iniciativa MasAgro, a través de su componente Desarrollo sustentable con el productor, puntualizó el doctor Bram Govaerts, líder de dicha estrategia.

El CIMMYT es reconocido en todo el mundo por la entrega de los resultados de su misión enfocada a la reducción del hambre y a la generación del bienestar social, a través de la disminución de la pobreza. Por esto, ser técnico certificado es un compromiso con el país, para extender la filosofía de MasAgro, mediante su labor diaria.

UNA CELEBRACIÓN COMUNAL

El esfuerzo de los participantes se vio reconocido en la ceremonia de graduación precedida por el director de Insumos para la Producción Agrícola de la SAGARPA Federal, ingeniero Marco Antonio Caballero, en representación del c. subsecretario de Agricultura a nivel federal, ingeniero Jesús Aguilar Padilla en representación del c. ingeniero Belisario Domínguez Méndez, director general de Productividad y Desarrollo Tecnológico, quien alentó a los

nuevos técnicos certificados a seguir la pauta de desarrollo agrícola establecida por el Presidente Enrique Peña Nieto:

En nombre del secretario, licenciado Enrique Martínez y Martínez, les felicito a todos ustedes bajo la misión que nos encomendó el Presidente de la República. Estaremos trabajando con MasAgro para que sea unos de los instrumentos de la transformación del campo.

El licenciado Germán Bleizafer, subsecretario de Agricultura de la SAGARHPA Sonora, aprovechó la oportunidad para reafirmar la disposición del gobierno estatal con relación a MasAgro, iniciativa que fortalecerá los conocimientos que han adquirido en el Curso de Técnico Certificado en AC: “El gobierno estatal tomó la decisión de alinear diferentes programas y políticas públicas para potenciar el impacto de MasAgro entre los productores de Sonora”.

Como parte fundamental de la estructura de MasAgro, la vinculación de los actores y las alianzas de sus esfuerzos impulsan los resultados exitosos de los objetivos establecidos por el bien común del campo mexicano. Así lo expresó el presidente del PIEAES, c. P. Antonio Gándara:

En nombre del sur de Sonora es un honor felicitar a todos ustedes y resaltar que, el Patronato está para apoyar la misión de un campo más sustentable, con ingresos superiores para el productor y mayor bienestar para México. MasAgro es la estrategia que estábamos esperando para integrar las diversas acciones de los diferentes actores en una misma misión. Ahora ustedes, técnicos, son los agentes del cambio en esta estrategia.



La unión de todos los interesados fue patente en la ceremonia de graduación, reafirmando no sólo el apoyo a los nuevos actores de la transformación, sino también fortificando los cimientos de MasAgro con la asistencia del director regional del noroeste de INIFAP, ingeniero Erasmo Valenzuela; ingeniero Antonio Godina González, representante de FIRA, licenciada Karen García, directora ejecutiva de MasAgro, y el doctor Bram Govaerts, quien a dos años de la puesta en marcha de la iniciativa, dio a conocer los resultados alcanzados.

Sin embargo, el motivo de celebración no sólo recayó en el ahínco de los 21 técnicos, ahora certificados, sino además, se reconoció la vehemencia que siete productores han puesto en su trabajo para llegar a incrementar sus rendimientos y reducir sus costos de producción, al adoptar las prácticas sustentables que promueve MasAgro; asimismo, los instructores del curso recibieron unos reconocimientos institucionales como agradecimiento a su noble participación.



La ceremonia de graduación de una nueva generación de técnicos certificados en AC para la región del Pacífico Norte es la prueba del compromiso que los actores del campo mexicano han establecido con sus tierras y, por lo tanto, con todos los mexicanos por quienes esta iniciativa, MasAgro, es una realidad dinámica y resolutiva. AC

Labranza reducida en la producción de maíz

Ing. José Rodolfo Angulo Santos, Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C.

Dr. Tomás Díaz Valdés, Fundación Produce Sinaloa, A. C.

Ing. Luis Alfonso Moraila Ibarra, Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C.

Fotografía: Fundación Produce Sinaloa, A. C.

INTRODUCCIÓN

Se estima que el 15% de la superficie mundial sufre algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. En México no se le ha dado la suficiente importancia a la preservación del suelo como recurso no renovable, el cual se ve afectado, entre otras causas, por el uso excesivo de la maquinaria agrícola. Cerca de un 64% del territorio nacional sufre algún nivel de daño.

La labranza convencional es uno de los mayores procesos involucrados en el menoscabo de las propiedades del suelo, entre las que se implica la inversión del suelo, por lo general con el arado de vertedera o el de discos como labranza primaria, seguido por otras secundarias con la rastra de discos. El propósito principal de la labranza primaria es controlar las malezas por medio de su enterramiento, y la meta de la secundaria es desmenuzar los agregados y crear una cama de siembra.

La característica negativa de este sistema es que al suelo le falta una protección de rastrojos y queda casi desnudo, por lo cual es susceptible a las pérdidas de suelo —fertilidad, erosión u otras— y de agua, por los cambios de humedad. Se considera que las propiedades físicas del suelo son factores dominantes para la disponibilidad del oxígeno y movimiento de agua, que se ven alteradas por los efectos de los distintos tipos de labranza, originando cambios en su estructura física.

Figura 1. Preparación del terreno con labranza convencional para la siembra de maíz.



CUADRO 1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE LA LABRANZA CONVENCIONAL

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Controla muy bien las malezas, menor costo de herbicidas	Los suelos quedan desnudos y, por lo tanto, susceptibles al encostramiento y a la erosión hídrica y eólica
Permite el control de enfermedades e insectos al enterrar los rastrojos de los cultivos	Requieren muchos equipos para las diferentes operaciones.
Facilita la incorporación de fertilizantes, cal, pesticidas y herbicidas de presiembra	Para ahorrar tiempo, a menudo se utilizan tractores pesados y grandes que aumentan la compactación del terreno
Simplifica el aflojamiento del perfil, capas compactadas y costras	Mayor consumo de combustible, requiere más tiempo para el establecimiento del cultivo y es menos flexible cuando la época de siembra se ve perjudicada por el clima
Apto para la incorporación de pastos en sistemas de rotaciones de cultivos	Al arar cada año a la misma profundidad, se forma una zona compactada: piso de arado. Esto es común cuando la superficie del suelo está seca, pero el contenido de humedad a 20 centímetros de profundidad es aún alto
Crea una superficie rugosa que mejora la infiltración de la lluvia con sólo una arada	El elevado número de labranzas para preparar la cama de siembra resulta en la pérdida de humedad; aunque al comienzo de los trabajos el suelo tuviera un contenido de humedad apropiado para la germinación, al terminar la preparación de la cama de siembra podría estar demasiado seco para poder sembrar; entonces hay que esperar otra lluvia antes de establecer el cultivo

TIPOS DE LABRANZA, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Se pueden presentar tres métodos de labranza: 1) convencional, 2) mínima o reducida y 3) cero o siembra directa. Sin embargo, la FAO (2000) considera el triángulo de labranza, donde describe los tres tipos:

LABRANZA CONVENCIONAL

Se basa en la inversión del suelo con el objetivo de controlar las malezas, seguido por varias operaciones para la preparación de la cama de siembra (ver Figura 1); sus ventajas y desventajas se presentan en el Cuadro 1.

LABRANZA REDUCIDA

Se refieren a los sistemas que implican una menor frecuencia o intensidad de la labranza en comparación con las prácticas convencionales, donde los tipos de implementos y el número de pasadas también varía; la consecuencia es que en algunos casos quedan muy pocos rastrojos y en otros, más del 30%. Frente a la agricultura convencional, la labranza reducida disminuye las desventajas en comparación con el sistema anterior, como se observa en el Cuadro 2.

LABRANZA CERO

Es sinónimo de siembra directa y de no labranza, se refiere al establecimiento dentro de los rastrojos del cultivo anterior sin ningún trabajo o disturbio previos del suelo (ver Figuras 2, 3 y 4) salvo los necesarios para colocar la semilla a la profundidad deseada; el control de las malezas se hacen, por lo general, con herbicidas. Las ventajas y desventajas se describen en el Cuadro 3.

RETOS Y RESULTADOS

El cambio en el sistema de labranza tendrá que contemplar aspectos de adaptabilidad,



Figura 2. Siembra de maíz en labranza cero.

topografía, utilización de equipos diferentes a los convencionales y, con seguridad, del apoyo de las instituciones oficiales; además de tener presente la calidad del suelo, ya que en las superficies pedregosas y con drenaje deficiente no se recomienda la implementación de la labranza cero.

Los sistemas de producción con base en la Agricultura de Conservación son tecnologías que presentan ventajas y pueden mejorar de forma significativa la preservación y la fertilidad del suelo, la retención del agua de lluvia y reducir los costos de producción.

Los resultados obtenidos en el Centro de Validación de Transferencia de Tecnología Sinaloa (CVTTS), en el ciclo 2009-2010, muestran que con el uso de la tecnología de riego por aspersión y Agricultura de Conservación se genera un ahorro en la lámina de agua de un 34.5%; esto comparado con la técnica de riego por gravedad y prácticas convencionales, que fue de 80 centímetros; el rendimiento de maíz obtenido con las técnicas de la AC fue para el primer caso de 11.67 toneladas por hectárea, mientras que para el riego por gravedad y labranza convencional fue de 10.96.

CUADRO 2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LABRANZA REDUCIDA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
No se usa el arado vertedor ni de discos	Baja cobertura de rastrojos, aunque eso depende del ángulo de los discos y del número de pasadas
Ahorro en combustible y tiempo	Difícil control mecánico de las malezas y la incorporación uniforme de los herbicidas en presiembra
Aumento de la infiltración de la lluvia, en especial, en suelos susceptibles a la compactación y al endurecimiento	Las condiciones físicas del suelo y las ondulaciones superficiales dificultan la siembra y, por lo tanto, la germinación

CUADRO 3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE LABRANZA CERO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reduce los riesgos por la erosión	No es apta para suelos degradados o con severa erosión
Aumenta la tasa de infiltración de la lluvia, disminuye la evaporación y, por ello, incrementa la retención de humedad en el suelo	No es idónea para terrenos muy susceptibles a la compactación o endurecidos
Auge del contenido de materia orgánica en el horizonte superficial, mejorando la estructura del terreno	No se recomienda para suelos mal drenados, debido a las dificultades para crear buenas condiciones de germinación, por lo tanto se recomienda el uso de maquinaria adaptada
Estimula la actividad biológica; una mayor acción de la macrofauna resulta en una macroporosidad superior	Se requiere una máquina adaptada para llevar a cabo los trabajos en forma
Aminora las altas temperaturas y sus fluctuaciones en la zona de la semilla	Requiere un buen conocimiento sobre el control de malezas, ya que no es posible corregir los errores de modo mecánico
Restringe el consumo de combustible hasta un 40-50%	Las poblaciones reacias de malezas pueden incrementarse
Disminuye el tiempo y la mano de obra entre un 50 y un 60%	Hay que hacer modificaciones a la máquina para la cero labranza de modo que pueda colocar los fertilizantes bajo la tierra; es necesario instalar unidades adicionales de discos cortadores y abrir surcos
Reduce el número de maquinaria, el tamaño de los tractores y los costos de su reparación y mantenimiento	No es posible aplicar herbicidas de presiembra incorporados contra las malezas gramíneas
Es apta para suelos livianos y medianos, bien drenados, volcánicos, o para áreas subhúmedas y húmedas	Este sistema requiere operadores más capacitados

CUADRO 4. COSTOS DE PREPARACIÓN DE LOS TERRENOS CON LOS SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y CONVENCIONAL (2012-2013)

Concepto	Labranza de Conservación (pesos)	Labranza Convencional (pesos)
Desvare	300	300
Aplicación del herbicida (glifosato) 2 litros por hectárea	1,200*	600**
Aplicación de fertilizante con voladora	200	-
Subsoleo	-	800
Dos rastras (\$500.00/ha)	-	1,000
Nivelación	-	400
Marcación de surcos	-	400
Canalización	-	20
Descoste y aplicación de fertilizante	-	450
* Dos ocasiones durante el periodo de descanso del terreno.		
** Una ocasión durante el periodo de descanso del terreno.		

Los resultados muestran que el uso de la tecnología de riego por aspersión y Agricultura de Conservación mejoran el aprovechamiento del agua para riego. Respecto a los costos de preparación del terreno para la siembra (ver Cuadro 4), con la AC se tiene un ahorro de 2,270 pesos, respecto a la convencional, lo que implica una disminución en los costos de producción hasta un 57.18%.

CONCLUSIONES

1. La implementación de cualquier tipo de labranza debe definirse a través de un diagnóstico de las condiciones de la topografía, la textura, el cultivo por sembrar y la capacidad económica para la adquisición de la nueva maquinaria o los implementos agrícolas que se adapten a la técnica de labranza.

2. La Agricultura de Conservación permite disminuir los costos de preparación del terreno, el uso de combustible, la degradación en la productividad del suelo y mejora el aprovechamiento del agua de riego. **AC**

BIBLIOGRAFÍA

FAO. 2000. "Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos". *Boletín de tierras y agua de la FAO*, # 8. Roma. 220 p.
 Guevara-Escobar, A., Barcenas-Huante, G., Salazar-Martínez, F. R., González-Sosa, E. y Suzán-Azpir, H. 2005. "Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial". *Agrociencias*, 39: 431-439.
 Lazcano-Ferrat, I. 2004. *Memoria de la Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del maíz*. Fundación Produce Sinaloa, AC.
 López-Martínez, J. D., Ávalos-Marines, A., Martínez-Rubín de Celis, E., Valdez-Cepeda, R. y Salazar-Sosa, E. 2006. "Características físicas del suelo y rendimiento

de maíz forrajero evaluadas con labranza y fertilización orgánica-inorgánica". *Terra Latinoamericana*, 24 (3): 417-422.
 López-Martínez, J. D., Martínez-Parada, P., Vázquez-Vázquez, C., Salazar-Sosa, E. y Zúñiga-Tarango, R. 2010. "Sistemas de labranza y tipo de fertilización en la producción de maíz forrajero". *Producción Agrícola-Agrofaz*, 10 (2) :151-155.
 Mendoza-Robles, J. L., Macías-Cervantes, J. 2002. *Tecnología de producción del cultivo del maíz*. Campo Experimental del Valle del Fuerte. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
 Meza-Ponce, R. 2004. *Labranza de Conservación en el centro de Sinaloa*. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, AC (CVTS). Documento técnico para productores. Fundación Produce Sinaloa, A. C.

En 2013, este hub cuenta con el apoyo de:



Con la colaboración de:



La Agricultura de Conservación ¡Al alcance de todos!

Ahora puedes seguirnos en...



Boletín
EnlACE

<http://conservacion.cimmyt.org/es/boletin-ac>

EnlACE TV

<http://www.youtube.com/cimmytcap>



<http://conservacion.cimmyt.org>



<http://www.facebook.com>



<http://www.twitter.com/accimmyt>



Yo siembro
Agricultura de
Conservación

