



ENIACE®

La revista de la Agricultura de Conservación

Colección

**Agrotrilogía
Sustentable**

Producción de cereales y hortalizas con prácticas de Agricultura de Conservación

Girasol forrajero.
Una alternativa para
la alimentación del
ganado lechero

8

Cultivo
de crotalaria
en el ciclo OI,
Guerrero

11

Biomasa de triticale
bajo diferentes
condiciones de AC

21

Agrotrilogía Sustentable – Diversificación de cultivos

Este material es de distribución gratuita. Prohibida su venta.



Año X. Número 46
octubre-noviembre 2018

DIRECTORIO

Programa de Intensificación Sustentable

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

Gerente de Divulgación
Georgina Mena

Coordinador de Comunicación
Francisco Alarcón

Coordinador de Diseño Gráfico
Angel Aguilar

Revista EnlAce

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

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

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

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

Ilustración de portada
e interiores
Angel Aguilar
Emilia Ocádiz
(pp. 10, 11, 17, 20, 24)

- 3 Carta editorial
- 4 Reto Rastrojo
- 5 La FAO reconoce a MasAgro por su participación en la convocatoria de iniciativas para el desarrollo rural sostenible
- 6 La colaboración institucional transformará el potencial de los jóvenes estudiantes en una realidad para el campo mexicano
- 7 Comisionado reconoce las actividades del Proyecto Buena Milpa Guatemala y la mejora en el bienestar de los productores
- 8 Girasol forrajero Una alternativa para la alimentación del ganado lechero
- 13 MasAgro y el reto de la diversidad agrícola con productores tzotziles de la región Altos de Chiapas



- 21 Biomasa de triticale bajo diferentes condiciones de Agricultura de Conservación Huichapan, Hidalgo
- 23 Gente Sustentable promueve la AC Los Tuxtles, Veracruz. Un cambio ante la realidad que nos alcanza
- 28 El cultivo de chíca en rotación con trigo Una alternativa rentable para Guanajuato
- 32 Evaluación de acibenzolar-S-metil y *Trichoderma* Inductores de resistencia en la plataforma San Juan del Río III
- 35 Agricultura de Conservación En La Mixteca Baja Poblana

"EnlAce La Revista de la Agricultura de Conservación", año X, número 46, octubre-noviembre 2018, es una publicación bimestral editada, publicada y distribuida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con domicilio en km 45 Carretera México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56237, México. Teléfono: + 52 (595) 9521 900. www.cimmyt.org, http://conservacion.cimmyt.org/ cimmyt-contactoac@cgiar.org. Editor responsable: Dr. Ir. Bram Govaerts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2014-110718425800-203, número de ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por: Prepprensa Digital S.A de C.V. con domicilio en Caravaggio número 30, colonia Mixcoac, México, 03910, D. F. Teléfonos: 5611- 9653 y 5611-7420 Este número se terminó de imprimir el 30 de septiembre de 2018, con un tiraje de 20,000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 5 de diciembre de 2018. Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad única de los autores, por lo que el CIMMYT no se hace responsable de las mismas. Los consejos, tips técnicos y cualquier otra información que se presenta en la revista son únicamente indicativos, por lo que el CIMMYT no asume la responsabilidad de los resultados obtenidos en campos específicos. Este es un material de apoyo a la divulgación de la Agricultura Sustentable con base en la Agricultura de Conservación en México. D.R. © CIMMYT 2017. Se prohíbe la reproducción, parcial o total de este material, salvo que medie la autorización previa y por escrito del titular. La revista EnlAce forma parte del componente MasAgro Productor, en el marco de las acciones emprendidas por el CIMMYT para la ejecución del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro). Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido su uso para fines distintos de los establecidos en el programa.

Carta editorial

¿Cuál es el valor de la diversificación y la rotación de cultivos? Un sistema mixto agrícola representa mejoras para la fertilidad de los suelos, así como una interesante opción de mejora en rendimiento aplicando ambas prácticas.

La rotación es una herramienta que otorga distintos beneficios. Uno es un perfil del suelo menos agotado; otro, la posibilidad de un mejor control de malezas y un adecuado balance de residuos.

Una diversificación, además de ampliar la oferta de alimentos, mejora la calidad de la producción. La seguridad alimentaria bien entendida facilita la disponibilidad, el acceso y el uso de alimentos suficientes. Esta suficiencia necesita de una variedad que, a través de una buena planificación productiva, genera mayores posibilidades tanto a los agricultores como a los consumidores, con un mercado amplio. Hablamos de una buena práctica, de efectos claramente benéficos para el cuidado de los recursos naturales, y de un sistema que más que una alternativa constituye un desarrollo integral.

En la práctica hay historias y ubicaciones geográficas que aportan algunos ejemplos claros: en Nueva Providencia, Ocosingo, al sur de

México, un grupo de pequeños productores, con asesoramiento y acompañamiento técnico, comenzaron a diversificar cultivos. Uno de los resultados fue una mejora en sus ingresos, reducción de algunos costos y la posibilidad de integrar con una mirada positiva a las nuevas generaciones. Como ese ejemplo hay muchos otros. En esta edición de *EnLACE* compilamos una serie de artículos acerca de otros casos concretos, como el del girasol no sólo para obtención de aceite, sino con potencial para la alimentación de ganado. También el caso del cultivo de crotalaria en Iguala, Guerrero, como rotación al cultivo de maíz, o los trabajos en la plataforma de investigación en Villagrán, Guanajuato, con rotación del maíz-hortaliza. Estos casos y muchos otros muestran la eficiencia de la práctica de diversificación de cultivos y la reconocen como una verdadera cultura orientada a una práctica sustentable.

El impacto de esta labor va más allá del campo. Ayuda fuertemente a los productores, fortalece los desarrollos económicos en sus regiones, y llega a las ciudades con un abasto variado. Todo eso, a partir de una forma de producción que cuida el ambiente, manteniendo en especial las fortalezas de los suelos. Ahí, donde comienza la labor del agricultor y la semilla: produciendo y conservando.

RETO RASTROJO

Una estrategia de escalamiento en Guanajuato

■ Por: Paúl García Meza – MasAgro Guanajuato

- **Una estrategia que buscará el bienestar del productor a través del incremento de la utilidad económica, la reducción de las horas de trabajo y el uso racional de los recursos naturales.**



El sustento de la humanidad es un reto porque los recursos disponibles para la producción de alimentos, como el suelo y el agua, se reducen año con año. En este desafío se requiere el apoyo de varias disciplinas para generar alternativas que incrementen la producción de alimentos con menos recursos. La producción de cereales entra en esta problemática, específicamente en Guanajuato, por ser uno de los estados de México que más los cultiva.

La producción de trigo en dicho estado asciende a más de 330,000 toneladas anuales, y se alcanza, principalmente, mediante la realización de prácticas que dañan el suelo como preparación del terreno, quema o retiro de los rastrojos, uso inadecuado de fertilizantes y empleo de pesticidas de alto impacto. Este tipo de prácticas ha generado la especialización de plagas y enfermedades y provocado una baja

en los rendimientos por la pérdida de la fertilidad del suelo. Estas consecuencias repercuten directamente en la economía del productor, que se ve obligado a buscar nuevas maneras de bajar los costos de producción, lo que se convierte en un círculo vicioso.

Es por ello que en noviembre de 2018, en el estado de Guanajuato se implementará el Reto Rastrojo, que tiene como eje fundamental la Agricultura de Conservación y es una estrategia que buscará el bienestar del productor a través del incremento de la utilidad económica, la reducción de las horas de trabajo y el uso racional de los recursos naturales; es decir, es un sistema sustentable de producción. Esta estrategia de intervención se apoyará en la información que se ha obtenido de plataformas de investigación —como Pénjamo e Irapuato I—, módulos y áreas de extensión.

Con esta estrategia se busca reducir 60% de las horas/hombre de trabajo, 60% de la emisión de CO₂ al ambiente por el ahorro en el consumo de diésel, 30% en el consumo de agua y 20% de los costos de producción; incrementar hasta 15% el rendimiento de trigo; y controlar las plagas y enfermedades mediante un manejo agroecológico. *

Algunas de las tecnologías que se planea dar a conocer a los actores clave de la cadena de valor (organizaciones civiles, centros de acopio, proveedores de insumos, industria harinera, distrito y módulos de riego) por medio de eventos demostrativos son:

- Agricultura de Conservación.
- Fertilización integral.
- Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades.
- Densidades óptimas de siembra.
- Diseño óptimo de riego.
- Control biológico de microorganismos.

LA FAO RECONOCE A MASAGRO POR SU PARTICIPACIÓN EN LA CONVOCATORIA DE INICIATIVAS PARA EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE

■ Por: Ricardo Curiel – CIMMYT

© Marco Díaz/CIMMYT.



MasAgro ha ayudado a incrementar los rendimientos del maíz, el trigo y los cultivos asociados de forma sostenible.

■ El programa de cooperación bilateral entre el Gobierno Federal y el CIMMYT recibió mención honorífica por parte del comité internacional integrado por expertos de la FAO, el IICA, el FIS y la Cepal.

La Secretaría de Agricultura del Gobierno Federal mexicano y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se hicieron acreedores a la primera de las diez menciones honoríficas otorgadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) por su participación en la convocatoria '10 iniciativas innovadoras y escalables para el desarrollo rural sostenible en América Latina y el Caribe 2018'.

“El concurso buscó identificar iniciativas exitosas e innovadoras de desarrollo rural sostenible, alimentación saludable, erradicación de la pobreza y resiliencia climática y ambiental que puedan ser replicadas en diversos territorios rurales y a múltiples escalas”, informó la representación de la FAO en México a través de un comunicado.

De acuerdo con los Resultados de la Convocatoria 2018, publicados por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 202 de las 242 postulaciones recibidas cumplieron con los criterios de elegibilidad descritos en las bases de la competencia. Los miembros del comité de evaluación final —integrado por especialistas de la FAO, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Fondo de Inversión Social (FIS) de Chile y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal)— evaluaron las 34 iniciativas que obtuvieron el puntaje más alto e hicieron la selección final de 12 experiencias ganadoras y diez menciones honoríficas.

“Estamos muy orgullosos de MasAgro por encabezar la lista de menciones honoríficas de la convocatoria '10 iniciativas innovadoras y escalables para el desarrollo rural sostenible en América Latina y el Caribe 2018', de la FAO”, señaló Bram Govaerts, director global de Innovación Estratégica y representante regional para las Américas del CIMMYT. Y explicó que MasAgro ha ayudado a incrementar los rendimientos del maíz, el trigo y los cultivos asociados de forma sostenible y a mantenerlos por arriba de los promedios regionales gracias al desarrollo de nuevas variedades de grano por métodos convencionales de selección (no transgénicos) y a la transferencia de tecnologías y prácticas agrícolas sustentables a las parcelas de los productores mexicanos.

“Queremos compartir esta positiva experiencia con más productores de México, América Latina y el Caribe, y estamos seguros de que este prestigioso reconocimiento internacional que hoy recibe MasAgro nos ayudará a lograrlo”, agregó Govaerts. *

LA COLABORACIÓN INSTITUCIONAL TRANSFORMARÁ EL POTENCIAL DE LOS JÓVENES ESTUDIANTES EN UNA REALIDAD PARA EL CAMPO MEXICANO

■ Francisco Alarcón, Divulgación – CIMMYT

■ El doctor Bram Govaerts impartió la conferencia magistral ‘Innovación agrícola para la nutrición y el ambiente’ durante el 44 aniversario de la FES Cuautitlán-UNAM.

En el marco del 44 aniversario de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Cuautitlán-UNAM, el doctor Bram Govaerts —director global de Innovación Estratégica y representante regional para las Américas del CIMMYT— impartió la conferencia magistral ‘Innovación agrícola para la nutrición y el ambiente’, dirigida a estudiantes, académicos e investigadores de la FES Cuautitlán. En ella destacó que en el mundo hay 1,800 millones de jóvenes, de los cuales, 31 millones son mexicanos, y 6.9% de ellos vive en el campo. Éstos experimentarán el éxito o el fracaso de la agenda 2030, y está en nuestras manos impulsar estrategias que favorezcan el logro de los objetivos de seguridad alimentaria que ésta plantea.

Invitó a los asistentes a conformar una estrategia que permita el pensamiento sistémico (*systems thinking*) para recuperar sus experiencias y aplicarlas en nuestras estrategias de intervención, “ya que si alguien sabe emplear el pensamiento sistémico —indicó Govaerts—, son los productores. Ellos tienen muy claro el modelo de pensamiento sistémico: si hoy siembro mal, en seis meses no tendré cosecha; si hoy cosecho y almaceno mal, en unos meses no tendré alimento.”

Por ello, es necesario que los jóvenes desarrollen el pensamiento sistémico, sobre todo aquellos que se vincularán profesionalmente con el sector agroalimentario, ya que de esa forma podrán realizar intervenciones más eficaces para impulsar la sustentabilidad de los agroecosistemas.

El doctor Govaerts compartió con los jóvenes la importancia de resguardar la biodiversidad de semillas y habló con

ellos del Banco de Germoplasma y del Atlas Molecular del Maíz, ambos del CIMMYT.

Cuando inició MasAgro, 85% del mercado estaba acaparado por Monsanto, Syngenta y Bayer, entre otras empresas, y 15% por pequeñas compañías mexicanas como Semillas Ceres SA de CV y Asgrow. Con el objetivo de impulsar la colaboración, se reunió a las 55 compañías semilleras mexicanas para utilizar las semillas del CIMMYT, aprovechar los datos y establecer más sitios de validación. Estas compañías impulsaron el crecimiento de los sitios de validación, de dos a 160 en un año, los cuales generan datos y aprovechan la investigación que se realiza en la UAAAN, el Colpos, la UACH y el INIFAP para desarrollar variedades mejoradas. Y se hicieron públicas gracias al CIMMYT y a MasAgro, y hoy en día tienen 25% del mercado semillero en México.

El doctor Govaerts reconoció la labor y la infraestructura del INIFAP. Gracias al establecimiento de una red de innovación en colaboración con universidades y centros de investigación, ha sido posible desarrollar la red de plataformas y extender el impacto de una forma más eficiente en diversas regiones del país y a más productores.

Govaerts exhortó a los jóvenes estudiantes de Ingeniería Agrícola a cambiar realidades y enfatizó que en ese salón había un gran potencial: mujeres y hombres críticos e inteligentes. Aunque también es necesaria la vinculación.

Con el objetivo de impulsarlos a sumar esfuerzos y establecer redes de colaboración donde puedan participar activamente, destacó nuevamente la vinculación que el CIMMYT tiene con importantes instituciones —como la UNAM, el INIFAP, el Colpos y la UAAAN— y con la iniciativa privada. Y reconoció que sin estas alianzas sería imposible el impacto que han logrado programas como MasAgro, que aprovecha la infraestructura tecnológica de conocimiento y el potencial de miles de jóvenes que se forman profesionalmente para impulsar la modernización y el mejoramiento de los sistemas agroalimentarios en México. ✪

IMPULSAR LA VINCULACIÓN A MERCADOS Y PROMOVER UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE 2017

Con Acompañamiento Técnico es posible

■ Por: Divulgación – CIMMYT

Aprovecho las experiencias y lecciones aprendidas con MasAgro y toda la infraestructura tecnológica que se ha desarrollado en el Hub Pacífico Sur para brindar un mejor acompañamiento técnico a mis productores, lograr que mejoren sus rendimientos y hacer su sistema productivo más fuerte.

”

—Carlos Barragán, ganador del Premio Cargill-CIMMYT a la Seguridad Alimentaria y la Sustentabilidad 2017

En julio de 2018, el ingeniero Carlos Barragán, colaborador del CIMMYT, recibió el Premio Cargill-CIMMYT a la Seguridad Alimentaria y la Sustentabilidad gracias al proyecto «De la milpa a tu plato», el cual le ha dado la oportunidad de fortalecer su visión profesional.

Luego de entrar en contacto con el CIMMYT, Barragán se integró como formador en el Hub Pacífico Sur, donde llevó conocimiento y tecnología a productores de la región con la estrategia MasAgro para impulsar la vinculación a mercados de los pequeños productores que están adoptando prácticas sustentables para el cultivo del maíz y otros cultivos asociados.

«De la Milpa a tu plato» inició en 2014 como resultado de la articulación de dos actividades productivas fomentadas para la seguridad alimentaria de población vulnerable. El proyecto nació mientras el ingeniero trabajaba con productores de hortalizas de traspatio y productores de maíz, quienes aprovecharon los excedentes de la cosecha obtenidos ese año para crear tortillas enriquecidas con vegetales, chile, amaranto y otros cultivos.

Después, los productores formaron una Sociedad de Producción Rural (SPR) para preparar las tortillas de forma industrial. Y se comenzó a trabajar con pequeños

productores para crear el padrón de proveedores de materias primas, aplicando los principios de AC promovidos por MasAgro. Posteriormente, se puso en marcha un convenio de colaboración con el Hub Pacífico Sur para registrar a los proveedores de maíz producido en AC. Durante ese ciclo, se establecieron 400 áreas de extensión en manejo poscosecha y se consiguió apoyo del Gobierno Federal para la instalación de 500 silos de media tonelada.

Con el Hub Pacífico Sur también se comenzó a trabajar un proyecto de frijol para mejorar la calidad de los suelos en las regiones Mixteca y Valles Centrales; además de probar trigo, triticale, haba, chícharo, diferentes tipos de frijol y garbanzo en el ciclo OI 2017. Como parte del equipo de técnicos que operó en la estrategia de Acompañamiento Técnico —liderada por el CIMMYT en alianza con el Gobierno Federal—, se atendió a más de 70 productores de la región de Magdalena Apasco, implementando tecnologías como fertilización integral, abonos orgánicos y abonos químicos, diversificación de cultivos e incorporación de residuos y prácticas de AC. Se tiene también un módulo de poscosecha.

Con los productores beneficiarios de las acciones de Acompañamiento Técnico, se logró la instalación de dos módulos de AC, la consolidación de ocho áreas de extensión y la identificación de 60 áreas de impacto registradas en la Bitácora Electrónica Masagro (BEM). Gracias al acompañamiento técnico brindado por Carlos Barragán, se impulsó el mejoramiento de dos sistemas básicos en la región: maíz en milpa (temporal) y maíz en riego (monocultivo para forraje).

En los cultivos de temporal se integraron abonos orgánicos (canavia como abono verde) junto con abonos químicos y leguminosas como relevo. En los de riego se están probando otros cultivos para forraje, como sorgo, avena y crotalaria.

Es así como Carlos Barragán actualmente se enfoca en la sustentabilidad, integrando leguminosas con el fin de hacer más equilibrado el sistema de producción e incorporando nuevas metodologías, como LINK, para que además de la sustentabilidad puedan crearse modelos de negocio en torno a esta visión. ✪

COMISIONADO RECONOCE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO BUENA MILPA GUATEMALA Y LA MEJORA EN EL BIENESTAR DE LOS PRODUCTORES

■ Por: Ana Christina Chacían – Proyecto Buena Milpa

■ Ana Christina Chacían.



Productoras de frijol compartieron sus experiencias con el comisionado.

■ **Kevin McAleenan, comisionado de la Oficina de Aduanas y Protección Fronteriza de EUA, y Luis Arreaga, embajador de Estados Unidos, llegaron a Quetzaltenango y conocieron las actividades que realiza el Proyecto Buena Milpa Guatemala.**

Kevin McAleenan, comisionado de la Oficina de Aduanas y Protección Fronteriza de EUA, y Luis Arreaga, embajador de Estados Unidos en Guatemala, llegaron a Quetzaltenango y conocieron las actividades que el Proyecto Buena Milpa Guatemala está implementando en el occidente del país con el apoyo de colaboradores estratégicos.

Durante la actividad, se realizó un recorrido por las parcelas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Labor Ovalle, para conocer algunas tecnologías que se han compartido con productores. Ahí el comisionado conversó con un grupo de productoras de Concepción Chiquirichapa, quienes le contaron su experiencia con la siembra de frijol y cómo han compartido ésta con sus vecinos.

Además, en la visita para conocer cómo este proyecto apoya la disminución de la pobreza y la desnutrición en el país también participaron periodistas de importantes medios estadounidenses como *The New York Times*, *The Washington Post* y *The Wall Street Journal*. ✪



Crédito: Ingimage.

Girasol forrajero

Una alternativa para la alimentación del ganado lechero

■ Por: Dolores Briones Reyes – Campo Experimental Pabellón-INIFAP

El girasol (*Helianthus annuus* L) se caracteriza por presentar tolerancia al frío y a la falta de humedad edáfica, y su corto ciclo permite sembrarlo en zonas propensas a déficit de lluvias como un cultivo alternativo al maíz. En México el cultivo no es nuevo, y se produce principalmente grano para obtención de aceite; sin embargo, su uso como ensilado para la alimentación de rumiantes puede ser una alternativa al cultivo de maíz forrajero, el cual es mayormente utilizado para la producción de leche.

El girasol como planta forrajera puede sembrarse en regiones tropicales, subtropicales y templadas, a una altitud de entre 0 y 1,900 msnm. Los ambientes cálidos y muy cálidos afectan su rendimiento debido a que su ciclo vegetativo se acorta demasiado, lo que provoca una reducción considerable en el tamaño de la semilla. Por el contrario, a alturas

superiores a 1,900 msnm, el girasol se desarrolla con lentitud y el ciclo se alarga considerablemente debido a las bajas temperaturas (Ruiz, 1984).

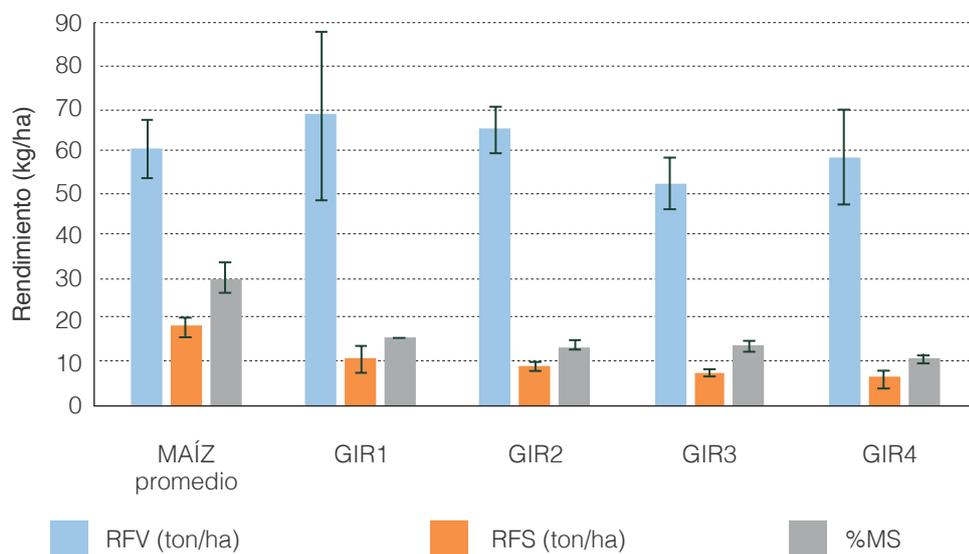
En México la superficie sembrada con el cultivo de girasol para grano es de 9,345 hectáreas, con rendimientos que varían entre 0.6 y 2.5 t/ha (SIAP, 2017); sin embargo, como cultivo forrajero aún no figura en la estadística nacional. Existen investigaciones acerca de su aprovechamiento como forraje para la alimentación de ganado, por lo que en la plataforma de investigación de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, en PV 2017 se destinó el área de validación de componentes a la evaluación de cuatro híbridos de girasol, para determinar su potencial de rendimiento como forraje y hacer una comparación con el cultivo de maíz.

La plataforma de investigación está ubicada en el CE Pabellón del INIFAP, localizado en las coordenadas 22°09'45.2" N y 102°17'28.8" O a una altitud de 1,918 msnm, en el municipio de Pabellón de Arteaga, región semiárida del norte-centro de México que tiene clima seco y templado. La siembra de maíz y girasol se realizó el 15 de junio de 2017, bajo condiciones de riego por gravedad y labranza mínima (LM), y se aplicó la dosis de fertilización 100-100-00 para girasol y 250-100-00 para maíz. En girasol no fue necesaria la aplicación de pesticidas debido a que no se presentaron problemas fitosanitarios. Lo híbridos evaluados fueron: 1) MG303, 2) NTO4.0, 3) Daytona y 4) Sierra. En etapa de llenado de grano se determinó el rendimiento de forraje verde y de materia seca de ambos cultivos.

RESULTADOS

Los rendimientos de forraje verde de girasol a 112 días después de la siembra (dds) variaron entre 52 y 68 t/ha, con una densidad de población promedio de 53,000 plantas/ha al momento de la cosecha. Cabe mencionar que dicha densidad se debió a problemas de germinación y ataque de roedores, pues el objetivo era 80,000 plantas/ha.

El rendimiento de forraje verde de dos híbridos de girasol superó al rendimiento promedio obtenido con maíz (60 t/ha, 130 dds), el cual se obtuvo con una densidad de población de 70,000 plantas/ha a la cosecha. Este resultado muestra el potencial productivo de los híbridos de girasol utilizados (gráfica 1).



1



Rendimiento de forraje verde de maíz y girasol. Plataforma Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. Ciclo PV 2017.



En México el cultivo del girasol no es nuevo, y se produce principalmente grano para obtención de aceite; sin embargo, su uso para la alimentación de rumiantes puede ser una alternativa al cultivo de maíz forrajero.

Cultivo para forraje

En México la superficie sembrada con el cultivo de girasol para grano es de 9,345 hectáreas.

En cuanto al rendimiento de materia seca (MS), en girasol varió de 6.2 a 10.3 t/ha, comparado con las 18 t/ha, en promedio, que se obtuvieron de maíz. Esto refleja la capacidad que tiene la planta de girasol para almacenar gran cantidad de agua.

Respecto a la calidad alimenticia, diversos estudios indican que las hojas constituyen la parte más nutritiva del girasol, debido a que la materia seca de las hojas contiene mayor cantidad de proteína, grasas y carbohidratos. Sin embargo, para poder aprovechar el forraje de girasol, será necesario lograr una buena calidad del ensilado, que está relacionada con la humedad que tiene el cultivo al momento de la cosecha.

Por lo anterior, es necesario determinar el momento óptimo de cosecha, el cual puede variar de acuerdo con el material utilizado y las condiciones del ciclo de cultivo. Además, se debe realizar un análisis de calidad que permita compararlo con el forraje de maíz, y, de acuerdo con los resultados, proponer el cultivo a productores de la región. *

Referencias

- Ruiz, J. A. (1984). *Informe anual de investigación*. Programa de Oleaginosas. Documento inédito.
- INIA-CIANOC-CE. Los Cañones, Jalpa, Zacatecas.
- SIAP (2017). Estadística de Producción Agrícola, disponible en <https://bit.ly/2tNGZaE>. (Consulta: 5 de agosto de 2018)



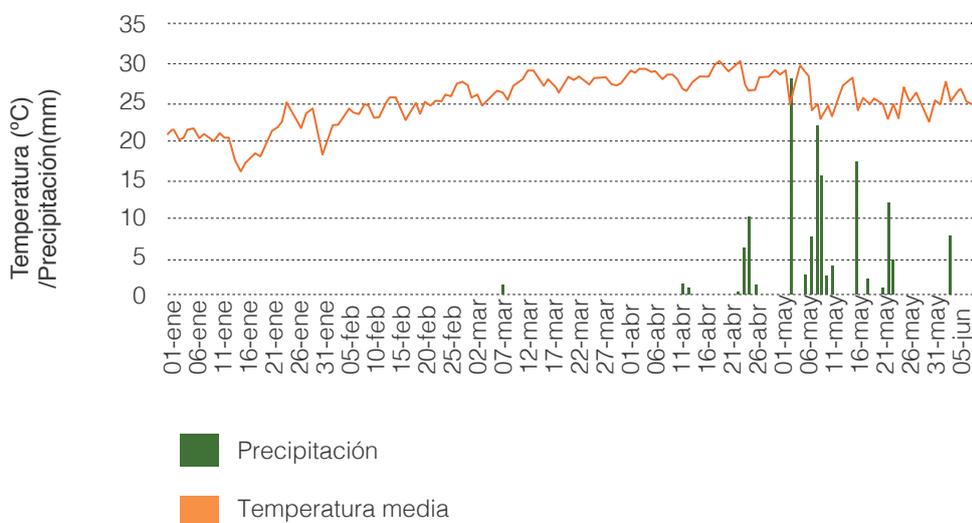
Crédito: Creative Commons.

CULTIVO DE CROTALARIA EN EL CICLO OI EN IGUALA, GUERRERO

■ Por: Rocío Toledo Aguilar¹, César O. Montoya García¹, Alberto Trujillo Campos², Oscar Bañuelos³ – ¹INIFAP, Campo Experimental Iguala. ²INIFAP, Campo Experimental Zacatepec. ³CIMMYT, Unidad Tlaltizapán

La crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) pertenece a la familia de las *Fabaceae*, es originaria de India y se cultiva en las regiones tropicales del planeta. Se usa principalmente como abono verde, cobertura del suelo, fibra y forraje (Brunner *et al.*, 2009). Por ser una leguminosa, fija nitrógeno atmosférico en el suelo, con una aportación de más de 150 kg por hectárea (Sheahan, 2012; Wang *et al.*, 2018). También fortalece la sanidad del suelo, suprime nematodos y tolera condiciones de sequía; además, incorporada al suelo, mostró beneficios en el crecimiento del maíz (Sangakkara *et al.*, 2004).

En la plataforma de investigación de Agricultura de Conservación ubicada en Iguala, Guerrero, se estableció el cultivo de crotalaria como rotación al cultivo de maíz en camas permanentes en el ciclo agrícola otoño-invierno (OI) 2018. Se usó la variedad Tlaltizapán, y la densidad de siembra fue de 400,000 plantas por hectárea, lo que se logra con 14 kg de semilla.



1  Datos de temperatura y precipitación en el ciclo OI 2018 para Iguala, Guerrero.

Las semillas de crotalaria son pequeñas, por lo que la profundidad de siembra no debe ser mayor de 1.5 cm. La siembra se realizó el 19 de enero de 2018, y se aplicó un riego rodado para favorecer la germinación, pero se puede hacer al término del cultivo de maíz para aprovechar la humedad residual. No se realizó fertilización granulada, pero se aplicaron cuatro fertilizaciones foliares con lixiviados de lombricomposta.

Se efectuaron dos cortes para forraje. El primero se realizó el 20 de marzo de 2018, a los 60 días después de la siembra (dds), cuando la planta tuvo una altura de 1.25 m –en promedio– y se dio el inicio de la floración. En el primer corte se obtuvo un rendimiento promedio de 1.2 t/ha. Esta planta es altamente tolerante a la sequía, y el rendimiento de forraje



obtenido en los primeros 60 días se produjo con muy poca lluvia; en ese periodo se registraron únicamente 1.27 mm, con una temperatura mínima de 13.9 °C, máxima de 33.7 °C y media de 23.6 °C (gráfica 1).

Los costos de producción fueron de \$9,000/ha debido a las prácticas de labranza realizadas en los tratamientos como primer año. Sin embargo, todas las prácticas de labranza serán suprimidas en los tratamientos con crotalaria, lo que reducirá 33% los costos de producción para el siguiente año.

Se estima que el costo de crotalaria seca es de \$8,000/t, lo que generaría una relación beneficio/costo de 3.6 y 4.0. Además, se obtiene producción de forraje en el periodo de estiaje y escasez de alimento para ganado. *

Referencias

- Brunner B., S. Martínez, L. Flores y P. Morales. 2009. Crotalaria, hoja informativa. Departamento de cultivos y ciencias agroambientales. Estación Experimental Agrícola de Lajas. Lajas, Puerto Rico.
- Sangakkara U. R., M. Liedgens, A. Soldati and P. Stamp. 2004. Root and shoot growth of maize (*Zea mays*) as affected by incorporation of *Crotalaria juncea* and *Tithonia diversifolia* as green manures. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 190(5):339-346, <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2004.00111.x>
- Sheahan C. M. 2012. Plant guide for sunn hemp (*Crotalaria juncea*). USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center. Cape May, New Jersey, USA. <http://bit.ly/2Voqd0J> (Consulta: 5 de agosto de 2018).
- Wang Q., Y. Li, W. Klassen and E. A. Hanlon Jr. 2018. Sunn Hemp – A promising cover crop in Florida. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Department of Soil and Water Sciences. Gainesville, Florida, USA. <https://edis.ifas.ufl.edu/tr003>

Semillas pequeñas

La profundidad de siembra no debe ser mayor a 1.5 cm.

MasAgro y el reto de la diversidad agrícola con productores tzotziles de la región Altos de Chiapas

■ Por: Reynel Espinosa Solís

Bernardino Hernández González es un productor del pueblo tzotzil que, desde nuestra perspectiva, es también un líder en el desarrollo de la producción agrícola debido a sus prácticas, los cultivos que produce y su diversidad y capacidad de innovación. Posee pequeñas parcelas que no rebasan la media hectárea de terreno, donde hay maíces nativos de colores diversos —amarillos, blancos, bolita, pachitos, pintos, morados y negros, entre otros—, tomate verde de cáscara, jitomate, lechuga, nabo, coliflor, zarzamora, calabacita, chilacayote, frijol —negro, rojo y morado—, durazno y trigo. Pero en estos momentos, su cultivo estrella, el que representa su principal ingreso, es la fresa.

Sin embargo, la consideración de que es líder en la producción no se debe sólo a la amplia diversidad de cultivos que durante todo el año se pueden encontrar en sus áreas de producción

—en invernaderos rústicos (de madera o metálicos cubiertos con plástico y mallas, y con algún sistema de riego por goteo a base de cintillas) o a cielo abierto—, sino a que las semillas y plántulas de todos sus cultivos son producidas por él mismo, con el apoyo de sus hijos Germán, Rodolfo y Antonio. Es decir, reproduce sus propias plantas de fresa y tomate y selecciona y conserva sus propias semillas de maíz, frijol, trigo y de toda la diversidad de cultivos que tiene en sus parcelas; además, cuando se lo solicitan, también lo hace para otros productores.

“La clave para incrementar la diversidad biológica y cultural puede estar en estos pequeños productores tradicionales, porque en su lucha simple por la supervivencia, en suelos pobres y con recursos limitados, continúan permitiendo que las variedades evolucionen”, menciona Bernardino.

Es así como los productores indígenas se han convertido en los custodios de la biodiversidad, señala.

“La reformulación de las estrategias convencionales de mejoramiento de plantas implica, sobre todo, reconocer el papel de los productores en la toma de decisiones”.

Bernardino y su familia son, además de productores líderes en la diversidad, altamente innovadores. Utilizan compostas hechas a base de residuos de la montaña, lombricomposta y otros que ellos mismos elaboran y que son usados en sus distintos cultivos —como los caldos sulfocálcicos y el caldo bordelés—, tanto para el control de plagas y enfermedades como para la fertilización del suelo y para proporcionar nutrientes a sus cultivos.

Por esas razones, Bernardino González ha sido invitado a establecer en una



de sus parcelas una plataforma de investigación, con el fin de evaluar la respuesta de los sistemas de producción a través de prácticas con base en Agricultura de Conservación (manejo de rastrojo, arreglo topológico y nutrición), para incrementar la sustentabilidad y la diversidad y contribuir a la seguridad alimentaria en la región Altos de Chiapas.

El diseño experimental establecido en la plataforma consiste en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Cada parcela consta de dos subparcelas: una aguas arriba y la otra aguas debajo de la línea de árboles frutales (aguacate, durazno y limón). Cada subparcela es de cuatro surcos de 1 metro de ancho y 6 metros de largo, con una superficie de 24 m² por tratamiento, lo que resulta en una superficie total de 67.2 m².

Se realizará asociación de cultivo en sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF). Esta primera siembra fue de maíz nativo blanco tipo bola, frijol RB 200 y chilacayote, y para el ciclo otoño-invierno (OI) se espera establecer trigo, haba y triticale.

En el cuadro 1 se describen los tratamientos con los que se ha iniciado en este ciclo PV 2018.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos de la plataforma Larráinzar, Chiapas.

No. de trat.	Tratamiento	Rotación	Tipo de labranza	Manejo de rastrojos	Arreglo topológico	Fertilización (gramíneas)
1	M, LC, R, AT1, F1	Maíz	Labranza convencional	Remover	1 m*1 m*5 sem	276-00-00
2	M, CL, D, AT1, F2	Maíz	Cero labranza	Dejar	1 m*1 m*4 sem	80.1-46-60
3	M-T, CL, D, AT1, F2	Maíz-trigo	Cero labranza	Dejar	1 m*0.5 m*2 sem	80.1-46-60
4	MF-HTr, CL, D, AT2, F2	Maíz, Frijol, Chilacayote (PV) Haba-triticale (OI)	Cero labranza	Dejar	Doble hilera Maíz: 0.5 m*0.5 m*2 sem Frijol: 0.5 m*0.2 m*3 sem	80.1-46-60

Abreviaciones: M: Maíz, T: trigo, F: Frijol, H: Haba, Tr: Triticale, LC: Labranza convencional, CL: Cero Labranza, R: Retirar rastrojo, D: Dejar rastrojo, AT1: Arreglo topológico de 1 m por 1 m, AT2: Arreglo topológico de 0.5 m por 0.5 m, F1: Fertilización 276-00-00, F2: Fertilización 80.1-46-60.

LO QUE SE ESPERA A MEDIANO PLAZO

A la cosecha, será incorporado un elemento más al entramado de producción, pues parte del rastrojo del maíz y frijol será utilizado como sustrato para el cultivo de hongos seta, para lo cual se acondicionará un espacio que permita diversificar aún más las opciones de producción y generación de alimentos sanos y de alto contenido nutricional para las familias.

Se espera también que durante y al final del proceso el objetivo de la plataforma responda a las necesidades de los productores y que los productores sean, y se consideren, socios en el proceso de experimentación y validación.

Finalmente, asumimos que la diversidad agrícola es compleja y tiene muchas facetas, pero, en última instancia, todo está relacionado con la alimentación. El reto es cómo obtener

comida de mejor calidad, con seguridad y cantidad suficiente para todos. Nuestra mirada debe estar puesta en los pueblos indígenas de Chiapas y de todo México, pues la diversidad vive en estas comunidades y con estos productores, que son los principales guardianes de la mayor parte de la biodiversidad del planeta. *

Referencias

Vernooy, R. (2003). *Semillas generosas: mejoramiento participativo de plantas*. Canadá: Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo.



ALTERNATIVAS PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO EN ZACATECAS: SORGO FORRAJERO

■ Por: Julio César González Márquez – Grupo Agrocime

📷 CIMMYT.

Como alternativa a la siembra tradicional del maíz, se plantea el cultivo de especies forrajeras con mayor tolerancia a la sequía, como el sorgo (*Sorghum bicolor*). El sorgo es uno de los más antiguos cultivos que se han sembrado en las zonas tropicales y templadas del mundo. Su producción se basa principalmente en que es tolerante a la sequía y el acame, así como a la salinidad, baja fertilidad del suelo y las altas temperaturas.

Puede mantener rendimientos de grano consistentes aún en ciertas regiones áridas y semiáridas, debido a que es una planta C4 que presenta altos niveles de eficiencia fotosintética, por lo que, comparado con otros cultivos, puede presentar rendimientos de grano aceptables aun suministrándole menos agua y nitrógeno. Las mejoras que se consigan en producción, disponibilidad, almacenamiento, utilización y consumo contribuirán a la seguridad alimentaria y la nutrición de los habitantes de esas regiones.

Desde 2016, se ha explorado la producción de sorgo forrajero, dirigido específicamente a productores cuya principal

fuente de ingreso es la ganadería. Durante el ciclo agrícola 2017, Grupo Agrocime, en colaboración con el CIMMYT, estableció dos módulos de innovación con sorgo, donde el cultivo testigo fue el maíz tradicionalmente sembrado por el productor. Los resultados obtenidos dieron una utilidad mayor que 62% en las parcelas de sorgo forrajero, comparado con maíz.

MÓDULO 1. CORNELIUS DYCK

Este módulo fue ubicado en La Fracción Nueva, en el municipio de Miguel Auza, Zacatecas, con una superficie total de 7.5 hectáreas (ha). Es una zona con mucha degradación del suelo, principalmente por efecto del viento, pues está expuesto y suelto durante más de seis meses al año, de noviembre a junio.

Para el establecimiento del módulo de sorgo, se realizó previamente un plan de cultivo con las características que se muestran en el cuadro 1.

En el predio se estableció maíz híbrido Roble de la empresa Medimex, y como comparativo, tres híbridos de sorgo forrajero: Pampa Karamelo (sorgo forrajero dulce), Pampa Centurión (sorgo forrajero de nervadura café) y Pampa Verde BMR6 (sorgo forrajero de nervadura café).

El maíz testigo tuvo un rendimiento de 30.5 t/ha en forraje verde, estimado en esta etapa, considerando que tuvo fines de ensilaje; mientras que las variedades de sorgo evaluadas tuvieron un rendimiento superior, destacando Pampa Verde BMR6 con 42.5 t/ha, seguido de Pampa Karamelo con 37.5 t/ha y, al final, Pampa Centurión con 20.55 t/ha.

El híbrido Pampa Verde BMR6 presenta la característica de nervadura café. Esta característica es la consecuencia de una mutación natural de sorgo que resulta en menor

contenidos de lignina en la planta, en comparación con el sorgo forrajero normal, lo que permite la producción de un ensilaje más digerible para los animales.

En el cuadro 2 se presentan los resultados al comparar la parcela de innovación con sorgo forrajero Pampa Verde contra la parcela testigo.

Se tuvo un aumento de 39% en los ingresos con sorgo, comparado con maíz; y en las utilidades netas fue 67.24% más alta la parcela de innovación respecto al testigo. Los resultados fueron mejores que el plan de cultivo proyectado, generando buenas expectativas para el productor, quien quedó satisfecho con la propuesta.



Cuadro 2. Reporte comparativo de la parcela testigo contra la de innovación

Concepto	Parcela innovación*	Parcela testigo **
Costos de producción (\$/ha)		
Preparación del suelo	1,400	1,400
Siembra	1,102	2,100
Fertilización	1,280	1,280
Uso de mejoradores	240	N
Control de malezas	200	200
Cosecha	12,750	9,000
Total	16,972	13,980
Ingresos (\$/ha)		
Rendimiento de los productos obtenidos	31,875	22,875
Total	31,875	22,875
Rendimiento		
Sorgo – Forraje en verde (t/ha)	42.50	–
Maíz – Forraje en verde (t/ha)	–	30.50
Utilidad (\$/ha)***	14,903	8,895
Relación beneficio/costo (B/C)****	1.88	1.64

*Utilizando una o más tecnologías MasAgro.
 **Prácticas comunes del productor.
 ***Utilidad = ingresos menos costos de producción.
 ****Cuando el valor obtenido es mayor que 1, indica que existe un beneficio económico.
 N: Esta actividad no se realiza en la parcela.

MÓDULO 2. PUEBLA DEL PALMAR

Debido a que las primeras experiencias de siembra de sorgo de nervadura café se dieron en Fresnillo en 2016, para el ciclo PV 2017 se decidió establecer un módulo en la localidad de Ojo de Agua del Tule en Fresnillo, con la comparación

de maíz forrajero con sorgo forrajero de nervadura café, estableciendo en esta zona el híbrido Pampa Emperador de la empresa Anzu Genética Seeds.

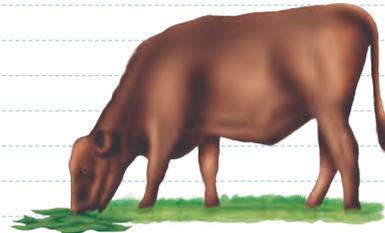
El plan de cultivo establecido para el módulo de temporal en esta región se describe en el cuadro 3.

Cuadro 3. Plan de cultivo del módulo Puebla del Palmar

Productor: Avelardo Martínez Hernández
Parcela: Puebla del Palmar
Ubicación: Ojo de Agua del Tule, Fresnillo, Zacatecas
Superficie: 1 hectárea

Cultivo: Sorgo Pampa Emperador		Meta: 20	t/ha			
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total/ha (\$)	Costo total/t (\$)	Porcentaje de costo
1. Preparación del terreno						
Barbecho	ha	1	800	800	40	9%
Rastreo	ha	1	400	400	20	4%
Subtotal				1,200	60	13%
2. Siembra						
0%						
Semilla certificada híbrida	kg	6.5	148	960	48	11%
Siembra y fertilización mecánica	ha	1	400	400	20	4%
Subtotal				1,360	68	15%
3. Fertilización						
Plantifor harina de roca	kg	120	7	840	42	9%
Biofertilizante a la semilla	Dosis	1	300	300	15	3%
Bioestimulante foliar	kg	1	400	400	20	4%
Subtotal				1,540	77	17%
4. Control de malezas						
Deshierbe	jr	0	200	0	0	0%
Escarda y pileteo	ha	2	400	800	40	9%
Subtotal				800	40	9%
5. Control de plagas						
Subtotal				0	0	0%
6. Cosecha						
Trilla	ha	1	3,000	3,000	150	33%
Flete	pieza	20	30	600	30	7%
Subtotal				3,600	180	40%
Total de gastos directos				8,500		94%
Seguro agrícola	ha	1	500	500	25	6%
Total de gastos indirectos				500	25	6%
Costo total de cultivo				9,000	450	100%

Parámetros	Unidad	Importe
Rendimiento esperado	t/ha	20
Precio de venta proyectado	¢	750
Ingresos	¢/ha	15,000
Relación beneficio/costo		1.67
Utilidad neta por hectárea	¢	6,000
Punto de equilibrio	t/ha	12



El rendimiento proyectado fue de 20 t/ha, considerando que la región tiene una baja precipitación pluvial.

El rendimiento obtenido por el productor en el módulo comparativo en el caso del maíz fue de 18 t/ha, bastante aceptable según el propio agricultor, debido a que el ciclo anterior fue de 10 t/ha en biomasa verde.

El rendimiento obtenido en el corte de sorgo Pampa Emperador para ensilaje fue de 24 t/ha, superando las

expectativas y reafirmando el gusto del productor por el cultivo de acuerdo con la experiencia en el ciclo PV 2016.

En el reporte comparativo de la parcela de innovación y la parcela testigo (cuadro 4), los costos de producción son similares. Sin embargo, hay diferencias en los ingresos, con mayor ingreso para el sorgo por el buen rendimiento, por lo que en el beneficio/costo se obtienen ¢0.31 más por peso invertido que en la producción de maíz.

Cuadro 4. Reporte comparativo de la parcela testigo contra la de innovación

Concepto	Parcela innovación*	Parcela testigo **
		Costos de producción (¢/ha)
Preparación del suelo	1,000	1,000
Siembra	1,440	900
Fertilización	1,540	1,540
Uso de biofertilizantes	400	400
Control de malezas	500	500
Cosecha	3,500	3,000
	Total	7,340
		Ingresos (¢/ha)
Rendimiento de los productos obtenidos	18,000	13,500
	Total	13,500
		Rendimiento
Sorgo – Forraje en verde (t/ha)	24	–
Maíz – Forraje en verde (t/ha)	–	18
Utilidad (¢/ha)***	9,620	6,160
Relación beneficio/costo (B/C)****	2.15	1.84

*Utilizando una o más tecnologías MasAgro.

**Prácticas comunes del productor.

***Utilidad = ingresos menos costos de producción.

****Cuando el valor obtenido es mayor que 1, indica que existe un beneficio económico.

CONSIDERACIONES FINALES

En la siembra de sorgo forrajero de nervadura café en los módulos de innovación se tuvo una utilidad 62% mayor que con maíz.

En general, el maíz supera al sorgo en rendimiento de materia seca bajo condiciones adecuadas de humedad en el suelo; sin embargo, con deficiencias de agua moderadas o severas, la eficiencia del sorgo en el uso del agua es mayor

que la del maíz debido a su sistema radical profundo, precocidad y capacidad de ajuste osmótico ante el estrés hídrico. Los genotipos de sorgo convencionales presentan menor calidad de forraje que el maíz, pero los sorgos híbridos de nervadura café (BMR) usualmente contienen menos lignina, lo cual permite obtener forraje con mayor digestibilidad, una característica deseada por los productores de leche participantes en los módulos, que es el caso de la comunidad menonita en La Honda, Miguel Auza, Zacatecas, y del productor asociado de la empresa Leche Real en Fresnillo. *

Julio César González Márquez.



Julio César González Márquez.



Parcelas testigo y de innovación

Módulo demostrativo de maíz y sorgo forrajero en Fresnillo, Zacatecas.

En los módulos de innovación, los resultados obtenidos dieron una utilidad mayor que 62% en las parcelas de sorgo forrajero, comparado con maíz.



Biomasa de triticale bajo diferentes condiciones de Agricultura de Conservación

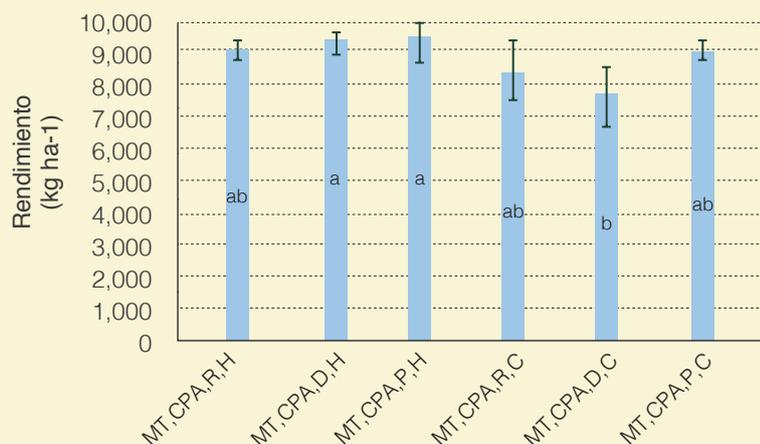
Huichapan, Hidalgo

■ Por: Raúl Olvera-García – Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Academia Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Huichapan, Hidalgo

El triticale es una alternativa de alto valor forrajero para la alimentación de ganado en las regiones de temporal, particularmente donde este puede ser errático y bajo condiciones de baja fertilidad del suelo.

En la plataforma de investigación Huichapan se evaluó la productividad de biomasa de triticale bajo diferentes

condiciones del sistema de siembra. Se cuantificó el rendimiento de materia seca en etapa del grano masoso-lechoso, ya que es el momento óptimo para ensilar este cultivo. El cultivo se estableció en camas permanentes después de maíz criollo e híbrido con diferentes niveles de rastrojo de este último dejado sobre el suelo (0, 50 y 100%).



1



Comparación de rendimientos de la biomasa de triticale como materia seca, cortado a los 90 días después de la siembra en rotación después de maíz criollo e híbrido con dos niveles de rastrojo. Las barras de error representan la desviación estándar.

Abreviaciones:

- MT = maíz-triticale,
- CPA = camas permanentes anchas,
- P = dejar rastrojo de maíz parcialmente (50%),
- D = dejar 100% de rastrojo de maíz,
- R = remover 100% de rastrojo de maíz,
- C = maíz criollo,
- H = maíz híbrido.

Se encontraron diferencias significativas en el análisis ($\alpha = 0.05$). Se obtuvieron los mayores rendimientos de biomasa en los tratamientos de parcelas, donde el ciclo anterior se estableció maíz híbrido —dejando 50 y 100% de rastrojo, con una media de 9.3 y 9.2 t ha⁻¹, respectivamente—, seguido de los tratamientos donde se estableció maíz híbrido —con 0% de rastrojo y rendimiento de 9.0 t ha⁻¹— y maíz criollo, dejando 50 y 0% de rastrojo, con 8.9 y 8.3 t ha⁻¹, respectivamente. El rendimiento menor, 7.6 t ha⁻¹, se obtuvo en el tratamiento donde el ciclo anterior se estableció maíz criollo y se dejó 100% de rastrojo. Se observó que es importante la cobertura de rastrojo para lograr buenos rendimientos; sin embargo, una cantidad elevada de rastrojo puede ocasionar

la inmovilización de nitrógeno en el suelo, lo que puede causar una reducción del rendimiento.

Por otra parte, dentro del área de validación de la plataforma se realizó una evaluación de rendimiento de forraje como materia seca con cuatro variedades de triticale y dos de avena. Se midió el peso seco de la biomasa de triticale y avena forrajera a los 60 días después de la siembra en etapa de embuche (gráfica 1). La mejor variedad de triticale fue Bicentenario, que se siembra en el ensayo principal de la plataforma, y la mejor de variedad de avena fue Obsidiana, aunque su rendimiento fue menor que el de triticale.

A partir de estos resultados, se puede concluir que la siembra de triticale es

una muy buena alternativa de rotación con maíz, preferentemente con variedades de maíz híbrido, dejando una cobertura parcial de rastrojo para utilizar este recurso como forraje y evitar inmovilizaciones de nitrógeno y problemas en la siembra por atoramiento de rastrojo en la sembradora. Se recomienda el cultivo de la variedad Bicentenario por tener mayores rendimientos en comparación con otras variedades, así como con el cultivo de avena —usada como testigo local—, a pesar de que en fresco los rendimientos fueron parecidos, particularmente al compararlo con la variedad Obsidiana (cuadro 1), que presentó menos susceptibilidad a la roya que la variedad Chihuahua. *

Cuadro 1. Rendimiento en seco de biomasa de triticale y avena forrajera a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Rendimiento seco (t/ha)	Rendimiento fresco (t/ha)
Triticale Bicentenario	6.8	35.7
Triticale 2016	6.5	29.4
Triticale 2012	5.7	29.6
Triticale 2018	5.6	27.9
Avena Obsidiana	5.6	40.9
Avena Chihuahua	5.2	33.1

Gente Sustentable promueve la AC Los Tuxtlas, Veracruz. Un cambio ante la realidad que nos alcanza

■ Por: Antonio Rangel Carrillo – Gente Sustentable A.C.



SISTEMA AGROECOLÓGICO MIAF EN LOS TUXTLAS

En la región de Los Tuxtlas, al sureste de Veracruz, desde hace más de 10 años se está llevando a cabo un importante proceso de sensibilización y cambio en cuanto a la producción de maíz. Esta es una iniciativa del doctor Andrés Zambada Martínez, que desde el INIFAP ha impulsado e implementado con éxito el sistema agroecológico de producción de maíz en laderas con Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) en parcelas de un grupo de agricultores organizados llamado Productores Conservacionistas Agrofrutícolas y Forestales de Los Tuxtlas.

La agricultura de temporal practicada en terrenos de ladera en Los Tuxtlas puede mejorarse con el sistema agroecológico MIAF, el cual aumenta la cobertura vegetal y la materia orgánica, mejora la infiltración, la retención de humedad, la fertilidad y la productividad del suelo, y reduce el escurrimiento superficial, la erosión y la contaminación ambiental; lo anterior se refleja en la obtención de beneficios económicos y ambientales. Los productores adoptadores del MIAF en Los Tuxtlas reportan incrementos en rendimiento de maíz y frijol en grano de hasta 50% y 100%, respectivamente y, además, obtienen cosechas de los árboles frutales, como limón persa y mango Tommy, con rendimientos de 8.3 y 13.9 toneladas por hectárea, respectivamente (INIFAP, 2013).

ESTRATEGIA DE GENTE SUSTENTABLE, ASOCIACIÓN CIVIL EN LOS TUXTLAS

La Asociación Civil Gente Sustentable está formada por un equipo interdisciplinario que promueve el desarrollo sostenible en distintas comunidades rurales, principalmente en

sectores de población vulnerables mediante programas y proyectos que desarrollan capacidades y conocimiento en: proyectos productivos; innovación y transferencia de tecnología; restauración y preservación del ambiente.

Uno de sus principios es la generación de bienestar social asegurando los recursos naturales para las siguientes generaciones; ésta es la premisa para la intervención de dicha Organización de la Sociedad Civil en la producción agrícola en Los Tuxtlas. La manera de abordar este tema fue, coordinando los diferentes actores ya existentes en la región y el país: Productores Conservacionistas Agrofrutícolas y Forestales de Los Tuxtlas y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para llevar a cabo una colaboración en el tema de producción de Milpa con criterios de Agricultura de Conservación.

El primer año de la colaboración entre el CIMMYT y Gente Sustentable 2017, los resultados se consideran favorables y positivos en términos de difusión y adopción de la Agricultura de Conservación en ocho parcelas del Sistema MIAF de los productores conservacionistas. Este esfuerzo es muy importante para la promoción hacia otras unidades de producción de las comunidades vecinas.

Consideramos que, habiendo voluntad de los actores fundamentales en esta ecuación, como lo son la academia, los donantes y los grupos organizados de productores, se pueden implementar esquemas de producción a pequeña escala que tengan el objetivo de promover los sistemas de producción agrícola sustentables y que sean replicables en unidades de producción con pequeños productores “de a pie” de las comunidades rurales y con esto contribuir a incrementar la producción de maíz y mitigar los efectos del cambio climático. *

Producción de cereales y hortalizas con prácticas de Agricultura de Conservación

Plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato



■ Por: Aurelio Báez Pérez – INIFAP, Campo Experimental Bajío
Bartolo Torres González – Despacho CyASA

Las prácticas de agricultura intensiva en la producción de cereales en Guanajuato derivan en el uso indiscriminado de insumos agrícolas, las labores excesivas de labranza, el deterioro de los suelos, los altos costos de producción y la baja rentabilidad agrícola. Las prácticas de Agricultura de Conservación (AC) surgen como una opción viable para mejorar la fertilidad de los suelos, emplear mínimas labores de labranza, hacer un uso más racional de los insumos agrícolas, disminuir los costos de producción y aumentar la rentabilidad agrícola. Por eso, en la plataforma de investigación Villagrán, en Guanajuato, se están evaluando diversas prácticas de AC para la producción de cereales con disponibilidad de riego con el fin de demostrar que es posible reducir los costos de producción y mejorar la fertilidad del suelo. De acuerdo con las necesidades de los productores de la región, se evalúa la implementación de un

sistema de producción cereal-hortalizas bajo este esquema de producción.

La plataforma de investigación Villagrán se ubica dentro del Parque Agro Tecnológico Xonotli, en la comunidad de Mexicanos, municipio de Villagrán, Guanajuato, a una altitud de 1,739 msnm y dispone de riego. Se estableció inicialmente durante el ciclo primavera-verano (PV) 2014 con cultivo de maíz; sin embargo, durante el ciclo PV 2017 se realizó un segundo Año Cero en la parcela, por lo cual se efectuaron todas las labores de labranza y se comenzó de nuevo con la siembra de maíz y sorgo en camas anchas (1.5 m) con nueve tratamientos que evalúan diferentes niveles de fertilización, rastreo y labranza (cuadro 1). En el ciclo otoño-invierno (OI) 2017-18 se establecieron trigo de la variedad Cortázar y calabacita en el tratamiento correspondiente a la rotación cereal-hortaliza.

Cuadro 1. Tratamientos realizados en el ciclo PV 2017.

Tratamiento	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo PV	Manejo de rastrojo OI	Método de aplicación	Fuente de fertilización
1	Maíz-trigo	Convencional (movimiento de suelo en PV + OI)	Empaca 100%	Empaca 50% e incorpora 50%	Fertilización PV enterrada + OI 2a al voleo	Fertilización química
2	Maíz-trigo	Híbrido (sin movimiento en PV + movimiento en OI)	Empaca 50% e incorpora 50%	Empaca 50% y deja sobre la superficie el otro 50%	Fertilización PV enterrada + OI enterrada (si es posible)	Fertilización química
3	Maíz-trigo	Cama ancha permanente	Empaca 70% y deja 30%	Empaca 50% y deja sobre la superficie el otro 50%	Fertilización PV enterrada + OI 2a al voleo	Fertilización química
4	Maíz-trigo	Cama ancha permanente	Empaca 70% y deja 30%	Empaca 50% y deja sobre la superficie el otro 50%	Fertilización PV al voleo + OI 2a al voleo	Fertilización química + GreenSeeker®
5	Maíz-trigo	Cama ancha permanente	Empaca 70% y deja 30%	Empaca 50% y deja sobre la superficie 50%	Fertilización enterrada PV + OI	Fertilización química + GreenSeeker®
6	Sorgo-trigo	Cama ancha permanente	Empaca 70% y deja 30%	Empaca 50% y deja sobre la superficie 50%	Fertilización enterrada PV + OI	Fertilización química + GreenSeeker®
7	Maíz-trigo	Cama ancha permanente	Empaca 70% y deja 30%	Empaca 50% y deja sobre la superficie 50%	Fertilización enterrada PV + OI	Mezcla química + compostas
8	Maíz-hortaliza	Cama ancha permanente	Empaca 70% y deja 30%	Empaca 50% y deja sobre la superficie 50%	Fertilización enterrada PV + OI	Fertilización química
9 (área flexible)	Maíz	Cama ancha permanente	Empaca 70% y deja 30%	Empaca 50% y deja sobre la superficie 50%	Fertilización enterrada PV + OI	Fertilización química + GreenSeeker® OI



1

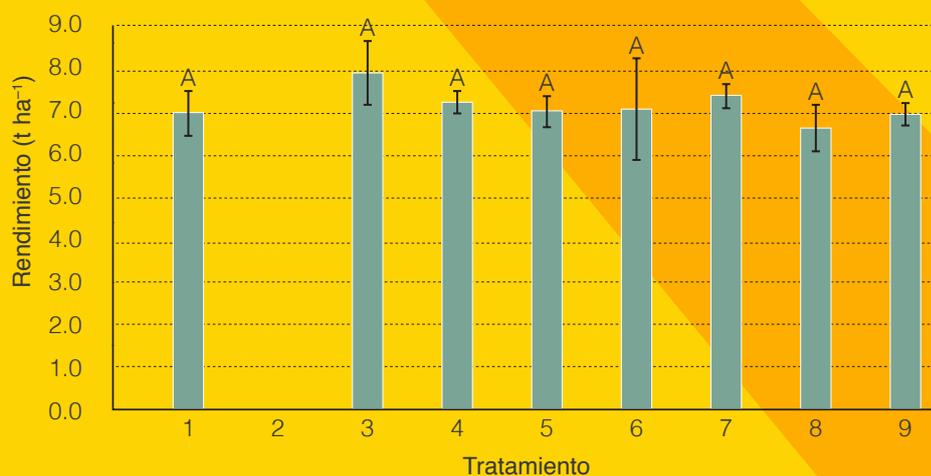


Rendimiento de maíz y sorgo en la plataforma de investigación Villagrán, ciclo PV 2017.

La producción de maíz durante el ciclo PV 2017 ascendió a 15 t/ha (gráfica 1). La altura del maíz fue mayor de 3 m y se produjeron entre 17.5 y 24.5 t/ha de residuos de cosecha, los cuales se adicionaron en su totalidad a la superficie del suelo en forma de mantillo en las rotaciones con prácticas de Agricultura de Conservación, mientras que en el tratamiento con prácticas de agricultura convencional éstos se incorporaron en su totalidad con la labor de barbecho. El sorgo alcanzó una producción de grano por encima de 13 t/ha, con una producción de residuos de cosecha de alrededor de 20 t/ha.

con prácticas de AC, fluctuó entre 6.6 y 7.9 t/ha (gráfica 2), mientras que el manejo convencional tuvo un rendimiento de 7.0 t/ha; no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos por efecto del sistema de cultivo ($p < 0.05$). De manera general, el nivel de producción de trigo estuvo por encima de la producción media estatal en condiciones de riego, que según estadísticas del SIAP (2018) es de 6.8 t/ha, además de que se obtuvo una mejor rentabilidad del trigo con la implementación de las prácticas de AC porque hubo una inversión menor por concepto de labores de labranza.

La producción de trigo durante el ciclo OI 2017-18, ya con los tratamientos establecidos



2



Rendimiento de trigo en la plataforma de investigación Villagrán, ciclo OI 2017-18.

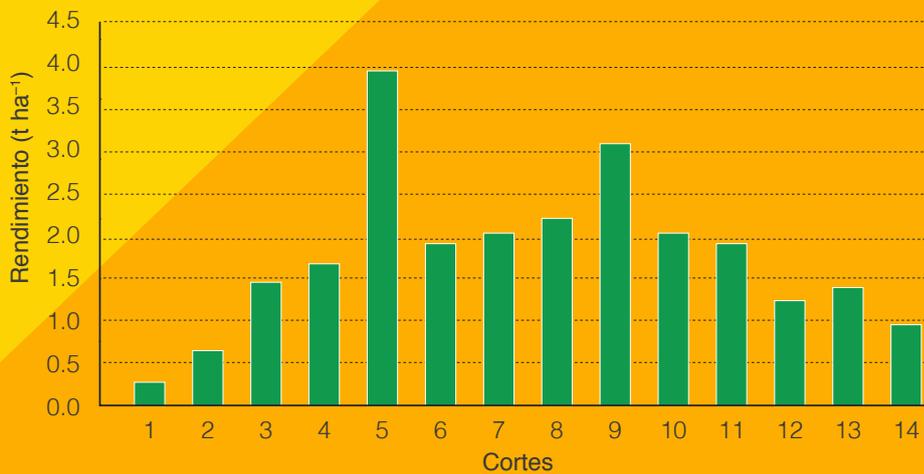
Producción de calabacita en Agricultura de Conservación, con maíz como cultivo precedente. Plataforma de investigación Villagrán, ciclo OI 2017-2018.



© Aurelio Báez Pérez / Bartolo Torres González.

En el tratamiento correspondiente a la rotación maíz-hortaliza, que se estableció con calabacita durante este ciclo de cultivo, la producción se evaluó en 14 cortes, de los cuales el quinto y el noveno tuvieron los mayores picos de producción con 4 y 3.1 t/ha, respectivamente (gráfica 3). La producción total de calabacita ascendió a 24.9 t/ha bajo el sistema de Agricultura de Conservación. El cultivo de pepino también

dio un buen rendimiento en AC; sin embargo, fue imposible medirlo correctamente debido al robo de frutas. De acuerdo con estadísticas del SIAP (2018), la producción promedio de este cultivo en condiciones de riego en Guanajuato es de 9 t/ha, y la producción obtenida en la plataforma es similar al rendimiento que se tiene en Zacatecas. *



3



Rendimiento de calabacita en Agricultura de Conservación en la plataforma de investigación Villagrán, ciclo OI 2017-18.



Aurelio Báez Pérez / Bartolo Torres González

Producción de pepino en Agricultura de Conservación, con maíz como cultivo precedente. Plataforma de investigación Villagrán, ciclo OI 2017-2018.



El cultivo de chía en rotación con trigo

Una alternativa rentable para Guanajuato

■ Por: Miguel Hernández Martínez – INIFAP

En el Bajío de Guanajuato, la rotación predominante bajo condiciones de riego es gramínea-gramínea. En el ciclo otoño-invierno (OI) se siembra trigo o cebada y en el ciclo primavera-verano (PV) se siembra maíz o sorgo, esto conlleva a una alta tasa de degradación del suelo agrícola por la explotación intensiva. Aunado a lo anterior, se tiene la sobreutilización del recurso agua que anualmente abate el manto freático entre 2 y 4 m (Castellanos *et al.*, 1998). Por tal motivo se ha generado la necesidad de tomar conciencia de la problemática y de que se adopten tecnologías que permitan aminorar las pérdidas de suelo y agua (De la Fuente y Peña, 1988), haciendo un uso más adecuado de estos recursos. Es por ello que se ha generado una iniciativa por parte de instituciones de gobierno, MasAgro Guanajuato y empresas particulares de insumos agrícolas, biofertilizantes y maquinaria, que están impulsando la Agricultura de Conservación como una tecnología alternativa para aminorar los efectos de la agricultura convencional en el suelo y agua de la zona y mejorar así sus condiciones.

Al emplear la Agricultura de Conservación (Aquino, 1998)—que se basa en: evitar la quema de los residuos de la cosecha, no invertir el perfil del suelo y conservar suficientes residuos como cobertura (Erenstein, 1996, 1997, 1999)—, se tiene una alternativa viable para disminuir los costos de producción y el consumo de agua en los cultivos de gramíneas (Armendáriz, 1997), ya que permite ahorrar de 20 a 30% en la inversión por no realizar el barbecho, la rastra y la nivelación (Grageda, 2002). Además, si se dejan en el suelo los residuos del cultivo anterior, se evita la erosión del suelo, se conserva la humedad del suelo por un periodo mayor (Tiscareño *et al.*, 1999) y, a largo plazo, se mejora la fertilidad del suelo (Tiscareño y Velázquez, 1997).

La rotación de cultivos es la siembra de cultivos secuenciados en un mismo terreno durante varios años, con la finalidad de conservar la fertilidad del suelo (incrementar la materia orgánica y evitar la erosión) y hacer un uso racional del agua de forma sustentable, rentable y productiva para el agricultor (Hernández *et al.*, 2013). Tomando en cuenta lo anterior, se

recomiendan para el Bajío de Guanajuato las rotaciones: gramínea-leguminosa (garbanzo o ebo en OI, frijol o soya en PV), gramínea-crucífera (canola en OI o en PV), gramínea-forrajeras (triticale o avena o avena-ebo en OI), gramínea-*Asteraceae* (girasol en PV), gramínea-*Lamiaceae* (chía en PV) y gramínea-*Amaranthaceae* (amaranto en PV) (Hernández et al., 2013).

El cultivo de la chía es una alternativa viable por su rentabilidad, ya que el precio por tonelada varía entre \$30,000 y \$40,000. Además, es un cultivo de bajo consumo de agua que requiere solamente 60% del agua que requieren el maíz o el sorgo, lo que contribuye al ahorro de agua. El objetivo del ensayo fue controlar la maleza en el cultivo de chía después de la cosecha de trigo y validar la rotación de la chía y su rentabilidad en Agricultura de Conservación en Guanajuato bajo condiciones de riego en el ciclo PV 2014.

En el ciclo PV 2014 se establecieron cuatro parcelas con el cultivo de chía variedad Pinta bajo riego en una superficie de 0.20 hectáreas por localidad. Una se instituyó en la plataforma de investigación Irapuato I de MasAgro Guanajuato, donde el cultivo anterior fue trigo y las otras tres, en los módulos Los Ángeles de Arriba; en Salamanca (cultivo anterior trigo), Loma de los Conejos; en Irapuato (cultivo anterior cebada); y en La Carpa, en Acámbaro (descanso), todas bajo Agricultura de Conservación.

Los componentes tecnológicos que se recomendaron por hectárea para la producción de chía en todas las parcelas fueron 2 kg de semilla para la siembra, ancho de surco de 76 cm, sembrar

en el lomo del surco. Las variedades recomendadas para la siembra Pinta y Blanca, con dosis de fertilización (40-40-00) aplicada en la siembra. Se programaron cuatro riegos a los 0-45-75-110 días después de la siembra, con láminas de riego de 12 a 15 cm; es deseable tener una nivelación y un drenaje de la parcela efectivos para evitar encharcamientos que provoquen el desarrollo de enfermedades de la raíz.

La fecha de siembra en las localidades establecidas fue del 20 de mayo al 30 de junio. Se recomendó la aplicación de Clethodim 12.50% CE (Select-ultra) con una dosis de 1 L ha⁻¹ en posemergencia, ya que controla la maleza de hoja angosta. Doce días después del riego de germinación se cuantificaron las especies de malezas y su frecuencia mediante seis muestreos al azar en un 1 m²; al siguiente día se aplicó el herbicida, y a los 7 días se evaluó el control de maleza.

Las variables cuantificadas fueron: días a la nacencia, número de especies de maleza y su frecuencia (antes y después de aplicar herbicida), días a floración, altura de planta, días a madurez de cosecha, rendimiento y calidad de grano. También se estimó la relación beneficio-costos para determinar la rentabilidad del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestra la ubicación con georeferenciación de la parcela, nombre del productor cooperante y cultivos establecidos de las cuatro localidades donde se sembró chía variedad Pinta en el ciclo PV 2014 bajo condiciones de riego. El manejo agronómico aplicado se explica en el apartado de materiales y métodos. *

Cuadro 1. Localidades sembradas con chía en rotación con gramíneas bajo riego en el ciclo PV 2014.

Instancia	Localidad	Coordenadas de la parcela	Productor cooperante - Asociación	Cultivo en el ciclo anterior
Plataforma	Irapuato, Gto.	20°38'41.6" N 101°17'45.4" O	Distrito de Riego No. 011, Alto Río Lerma	Trigo
Módulo	Loma de los Conejos, Irapuato, Gto.	20°30'06.2" N 101°20'16.8" O	Sr. Juan José Eliceche Arroyo	Cebada
Módulo	Los Ángeles de Arriba, Salamanca, Gto.	20°32'21.2" N 101°13'36.5" O	Sr. Marcos Páramo Banda	Trigo
Módulo	La Carpa, Acámbaro, Gto.	20°04'24.9" N 100°46'17.2" O	Sr. Paulino Pérez Sánchez	Descanso

Cuadro 2. Especies y frecuencia de maleza antes y después de la aplicación del herbicida Clethodim 12.50% CE en las cuatro parcelas del ensayo.

Especie de maleza	Frecuencia antes	Frecuencia después	Porcentaje de control (%)
Zacate bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>)	10	0	100
Zacate de agua (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	15	0	100
Zacate camalote (<i>Urochloa plantaginea</i>)	16	2	87.5
Zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>)	6	1	83.3
Zacate cola de zorra (<i>Setaria verticillata</i>)	4	0	100
Zacate pata de gallo (<i>Eleusine indica</i>)	9	0	100
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	4	0	100
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	44	2	95.45

En el cuadro 2 se muestra el promedio de las especies de maleza y su frecuencia, antes y después de la aplicación de herbicida en las cuatro parcelas del ensayo, y se observa que en la especie dominante de maleza, que fue el trigo, se tuvo un control de 98%, así como el control de ocho especies de zacate.

En el cuadro 3 se muestran los resultados de días a la nacencia, días a floración, altura de planta y rendimiento en cada una de las cuatro parcelas del ensayo. La madurez de cosecha se alcanzó entre los 140 y los 145 días. El rendimiento

fluctuó entre 1,128 kg ha⁻¹ en el módulo Loma de los Conejos y 1,567 kg ha⁻¹ en el módulo Los Ángeles de Arriba, obteniéndose un rendimiento promedio de 1,307 kg ha⁻¹. Con esto se demuestra que la chíá es una muy buena opción de rotación en el ciclo PV, después del trigo y la cebada. El rendimiento es potencialmente excelente, ya que en riego se pueden obtener rendimientos de 1.5 t ha⁻¹ o más. La calidad del grano también resulto excelente, ya que el contenido de aceite omega 3 fluctuó entre 29 y 33%, cumpliendo con lo que exige el mercado.

Cuadro 3. Variables cuantificadas en el cultivo de chíá en el ciclo PV 2014 en las cuatro parcelas del ensayo.

Variable	Localidades				Media
	P1	M1	M2	M3	
Días a nacencia	5	4	5	4	4.5
Días a floración	86	84	84	86	85
Altura de planta (m)	1.68	1.82	1.94	1.84	1.80
Días a cosecha	145	142	140	144	142.8
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1,215	1,128	1,567	1,320	1,307

Abreviaciones: P1 = plataforma de investigación Irapuato I, M1 = módulo Loma de Los Conejos, M2 = módulo Los Ángeles de Arriba y M3 = módulo La Carpa.

Respecto a la rentabilidad del cultivo de chíá, en el cuadro 4 se muestra la relación beneficio/costo que se obtiene al realizar labranza convencional y la que se obtiene al realizar Agricultura de Conservación, para esto se empleó el

rendimiento promedio y los costos promedio obtenidos en las cuatro parcelas. Se puede observar que la chíá es una excelente opción para la rotación por su rentabilidad, ya que se obtuvieron relaciones B/C de 4.0 y 5.30.

CONCLUSIONES

El empleo de Clethodim 12.50% CE en dosis de 1 L ha-1 para el control de maleza en el cultivo de chíá bajo Agricultura de Conservación dio muy buenos resultados porque su efectividad fue de 95% con el trigo como maleza dominante y, además, controló ocho especies de maleza de hoja angosta.

El cultivo de chíá es una alternativa rentable y competitiva para rotar en el ciclo PV en el Bajío de Guanajuato bajo riego; sólo se debe poner atención en la calidad y el contenido de aceite en el grano. ✱

Cuadro 4. Relación beneficio/costo (B/C) de la chíá en el ciclo PV 2014 en labranza convencional y Agricultura de Conservación (promedio de las cuatro parcelas).

Cultivo	Inversión Labranza convencional	Inversión Agricultura de Conservación	Precio por tonelada	Rendimiento obtenido (t ha ⁻¹)	Relación B/C Labranza convencional	Relación B/C Agricultura de Conservación
Chía	\$9,800	\$7,400	\$30,000	1.31	4.00	5.30



Referencias

- Aquino, P. (1998). La adopción del método de siembra de trigo en surcos en el Valle del Yaqui, Sonora, México. *Informe Especial del Programa de Trigo* Núm. 17b. México: CIMMYT.
- Armendáriz, A. (1997). Cómo producir trigo a menor costo. *Revista AgroSintesis*. 20-23.
- Castellanos, J. Z., Hurtado, B. y Villalobos, S. (1998). Cambios en la calidad del agua subterránea debido al abatimiento de los niveles piezométricos en el estado de Guanajuato. En J. Z. Castellanos, J. J. Carrillo y C. Hernández (Eds.), *Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas* (pp. 137-152). León, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- Chávez, R. (1998). Estado actual del conocimiento del agua subterránea en el estado de Guanajuato. En J. Z. Castellanos, J. J. Carrillo y C. Hernández (Eds.), *Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas* (pp. 19-28). León, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- De la Fuente-Martínez, J. M. y Peña-Cabriales, J.J. (1988). Dinámica poblacional desnitrificante en el Bajío guanajuatense. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 30, 335-340.
- Erenstein, O. (1996). Evaluating the potencial of conservation tillage in maize-based farming systems in the mexican tropics. *NRG Reprint Series 96-01*. México: CIMMYT.
- Erenstein, O. (1999). La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco. *NRG Reprint Series 99-01*. México: CIMMYT.
- Erenstein, O. (1997). ¿Labranza de conservación o conservación de residuos? Una evaluación del manejo de los residuos en México. *NRG Reprint Series 97-02*. México: CIMMYT.
- Figuroa, B. (1975). Pérdidas de suelo y nutrientes y su relación con el uso del subsuelo en la cuenca del río Texcoco. En B. Figuroa y F. J. Morales (Eds.), *Manual de producción de cultivos con labranza de conservación* (1996). San Luis Potosí, México: SAGAR-CP.
- Figuroa, B. y Morales, F. J. (1996). *Manual de producción de cultivos con labranza de conservación*. San Luis Potosí, México: SAGAR-CP.
- Grageda, C. O. A. (2002). Influencia de la rotación de cultivos y sistemas de labranza sobre la eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados. *Informe Técnico CONACYT-SIGHO*. Clave 19980206001.
- Hernández, M. M., Montes, H. D. y Pecina, V. (2013). *Informe técnico: Cultivos Alternativos para Guanajuato*. CEBAJ-FGP.
- Tiscareño, L. M., Gallardo, V. M., Velázquez V. M. A. (1997). Impacto de los métodos de labranza en agricultura de laderas. En A. R. Claverán, G. J. Velázquez, V. J. A. Muñoz, L. M. Tiscareño y R. B. M. Nájera (Eds.), *Libro Técnico Núm. 1: Avances de investigación en labranza de conservación I* (pp. 107-122). CENAPROS-INIFAP-SAGAR.
- Tiscareño, L. M., Báez, G. A. D., Velázquez, V. M., Potter, K. N., Stone, J. J., Tapia, V. M. y Claverán, A. R. (1999). Agricultural research for watershed restoration in central Mexico. *Journal of soil and water conservation*, 54(4), pp. 686-692.

Evaluación de acibenzolar-S-metil y *Trichoderma*

Inductores de resistencia en la plataforma San Juan del Río III

■ Por: Abel Saldivia – CIMMYT



En el área de influencia de la plataforma San Juan del Río III en Querétaro se han presentado problemas con enfermedades como mancha reticular (*Drechslera teres*) y septoria (*Septoria* sp.), por lo que durante el ciclo OI 2017-18 se llevó a cabo un ensayo para evaluar el efecto de programas de manejo de enfermedades foliares en cebada.

La inducción de resistencia sistémica se ha planteado como una herramienta más para el manejo de enfermedades. La resistencia sistémica adquirida (SAR) es activada por el ataque de patógenos necrotróficos, pero puede ser inducida por la aplicación de ácido salicílico o sus análogos funcionales y su aparición se asocia con la expresión de algunos genes que codifican proteínas relacionadas con la patogenicidad (Conrath *et al.*, 2006). En contraste a la SAR, la resistencia sistémica inducida está asociada con la colonización de las raíces de las plantas por cepas no patogénicas de rizobacterias y otros microorganismos benéficos, y es dependiente del ácido jasmónico y el etileno (Goellner y Conrath, 2008).

Acibenzolar-S-metil (ASM) induce resistencia en la planta hospedante a través de un modo de acción que imita la resistencia sistémica adquirida (SAR) de manera natural (Oostendorp *et al.*, 2001). El compuesto tiene poca o nula actividad microbiana (Oostendorp *et al.*, 2001) y se ha demostrado que no tiene efecto sobre el crecimiento micelial o la germinación de esporas (Myresiotis *et al.*, 2012).

Trichoderma produce una gran cantidad de metabolitos secundarios con actividad biológica, lo cual depende de la cepa, e incluye sustancias antifúngicas volátiles y no volátiles. Algunos de estos compuestos son proteínas con funciones enzimáticas e inducen resistencia en las plantas por medio del ácido jasmónico y el etileno (Shoresh *et al.*, 2010). Tienen la capacidad de proteger las plantas y controlar las poblaciones de patógenos bajo diferentes condiciones del suelo, además la colonización de las raíces por *Trichoderma* frecuentemente incrementa el crecimiento y el desarrollo de las raíces, la productividad del cultivo, la resistencia a estrés abiótico y la captación y el uso de nutrientes (Harman *et al.*, 2004).

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La siembra se realizó con la variedad Josefa el 19 de diciembre sobre camas permanentes angostas con retención parcial de rastrojo de maíz (aproximadamente 4 t/ha), y se hizo en triple hilera a una densidad de 120 kg/ha. La fórmula de fertilización fue 190-46-60-2-3.3 de N, P, K, Zn, B y se aplicó 40% de nitrógeno; 100% de fósforo, potasio, boro y zinc a la siembra. El resto del nitrógeno (60%) se aplicó sobre la superficie del suelo a los 30 días después de la siembra. Se realizó un riego de nacencia y tres de auxilio.

El ensayo se estableció en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. Durante el desarrollo del cultivo no se observó incidencia de enfermedades foliares, por lo que sólo se aplicaron los tratamientos con acibenzolar-S-metil y *Trichoderma* (tratamientos 1, 2, 4, 5 y 7). Las aplicaciones se realizaron de acuerdo con el protocolo, la primera se hizo el 6 de enero (15 días después de la emergencia, DDE); la segunda, en el amacollamiento 43 DDE; y la tercera, 60 DDE (cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos propuestos para el manejo de enfermedades foliares en cebada.

Trat.	Producto	Dosis	Método de aplicación
1	Acibenzolar-S-metil (Actigard)	40 g/ha	Primera aplicación en amacollamiento y la segunda 15 días después
2	Acibenzolar-S-metil (Actigard)	40 g/ha	Aplicación en amacollamiento
	Priori Xtra (propiconazol + azoxystrobin)	300 ml/ha	Presencia de enfermedad
3	Priori Xtra	300 ml/ha	Presencia de enfermedad
4	Trichoderma (producto artesanal)	1.2 L/ha	En drench después de la emergencia
	Acibenzolar-S-metil (Actigard)	40 g/ha	En amacollamiento
5	Trichoderma (producto artesanal)	1.2 L/ha	En drench después de la emergencia Foliar al amacollamiento 15 días después de la segunda
6	Tilt (Propiconazol)	500 ml/ha	Presencia de enfermedad
	Folicure (Tebuconazol)	500 ml/ha	Presencia de enfermedad
7	Testigo sin aplicación	-	-

RESULTADOS

Se realizó la evaluación de incidencia de enfermedades foliares al inicio de la floración. Sin embargo, la incidencia fue menor de 2% y no se observó diferencia entre tratamientos. Es común encontrar en la literatura que la aplicación de inductores de resistencia puede ocasionar un detrimento del rendimiento por el costo energético asociado a la protección activa de la planta (Van Hulten *et al.*, 2006); no obstante, en los resultados del presente ensayo, el tratamiento con dos aplicaciones de ASM obtuvo la mayor producción, con un rendimiento promedio de 6.6 t/ha, y fue estadísticamente diferente al tratamiento testigo, que obtuvo en rendimiento de 5.3 t/ha ($P = 0.013309$).

En el ciclo OI 2017-18 se presentaron bajas temperaturas, lo que ocasionó un daño ligero en el cultivo en las primeras etapas de crecimiento. El mayor rendimiento en el tratamiento a base de acibenzolar-S-metil podría estar relacionado con un efecto sobre la tolerancia de la planta a bajas temperaturas (gráfica 1). ASM es un análogo funcional del ácido salicílico, el cual puede mejorar la tolerancia al frío mediante la regulación de las actividades de enzimas (Mutlu *et al.*, 2013). Sin embargo, es necesario repetir el ensayo para derivar conclusiones más precisas.

Abel Saldivia.



Aplicación de tratamientos

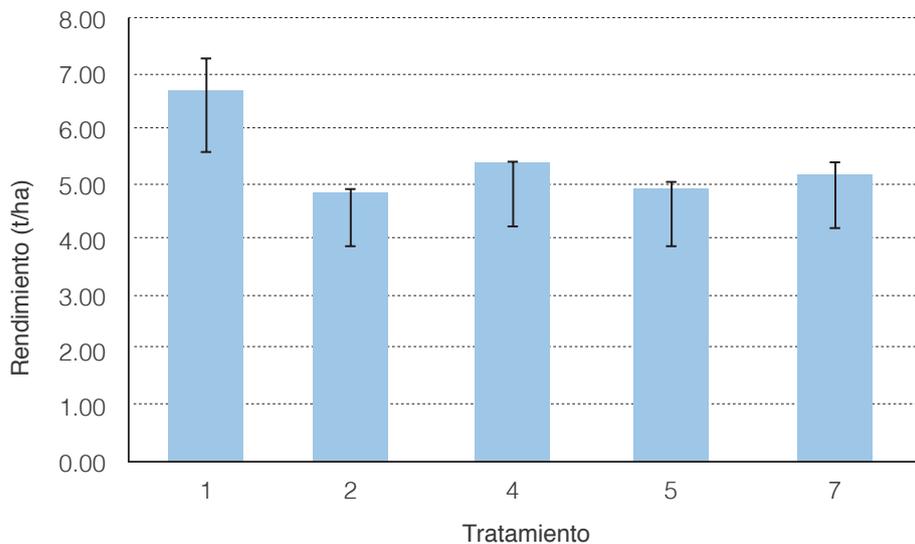
Etapa de amacollamiento para manejo de enfermedades foliares. Plataforma de investigación San Juan del Río III. 17 de febrero de 2018.

Aunque no fue posible medir el efecto de los tratamientos sobre la incidencia y severidad de enfermedades, la literatura sugiere que la inducción de resistencia sistémica puede integrarse como parte de un plan de manejo integrado de enfermedades, sobre todo cuando existe alta presión del patógeno. Una estrategia integral para el manejo de enfermedades debe considerar la plantación de cultivares resistentes,

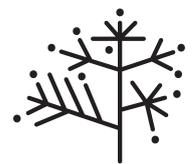
el pretratamiento de los campos infestados, la rotación con cultivos no hospederos, los agentes de control biológico, los tratamientos con fungicidas y activadores de resistencia químicos y biológicos y la aplicación de diversas prácticas culturales. Estas herramientas, en conjunto, pueden reducir al mínimo los daños causados por los patógenos con un uso racional de los recursos. *

Referencias

- Conrath, U., Beckers, G. J., Flors, V., García-Agustín, P., Jakab, G., Mauch, F. and Mauch-Mani, B. (2006). Priming: getting ready for battle. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19(10), 1062-1071.
- Goellner, K. and Conrath, U. (2008). Priming: it's all the world to induced disease resistance. *European Journal of Plant Pathology*, 121(3), 233-242.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature reviews microbiology*, 2(1), 43-56.
- Mutlu, S., Karadağoğlu, Ö., Atici, Ö. & Nalbantoğlu, B. (2013). Protective role of salicylic acid applied before cold stress on antioxidative system and protein patterns in barley apoplast. *Biologia plantarum*, 57(3), 507-513.
- Myresiotis, C. K., Karaoglani, G. S., Vryzas, Z. and Papadopoulou-Mourkidou, E. (2012). Evaluation of plant-growth-promoting rhizobacteria, acibenzolar-S-methyl and hymexazol for integrated control of *Fusarium* crown and root rot on tomato. *Pest management science*, 68(3), 404-411.
- Oostendorp, M., Kunz, W., Dietrich, B. and Staub, T. (2001). Induced disease resistance in plants by chemicals. *European Journal of Plant Pathology*, 107(1), 19-28.
- Shoresh, M., Harman, G. E. and Mastouri, F. (2010). Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual review of phytopathology*, 48, 21-43.
- Van Hulten, M., Peiser, M., Van Loon, L. C., Pieterse, C. M. and Ton, J. (2006). Costs and benefits of priming for defense in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(14), 5602-5607.



1



Rendimiento de cebada, ajustado a 12% de humedad, bajo diferentes tratamientos en la plataforma San Juan del Río III. 1) Dos aplicaciones ASM, 2) Una aplicación de ASM, 4) Una aplicación de *Trichoderma* y una aplicación de ASM, 5) Tres aplicaciones de *Trichoderma*, 7) Testigo sin aplicación.

Agricultura de Conservación En La Mixteca Baja Poblana

■ Por: Antonio López Ramírez

La plataforma de investigación MasAgro-CBTA 255 Extensión Molcaxac está situada al sur del estado de Puebla, en la región Mixteca Baja, en el paraje conocido como Rancho El Tecorral a una altura de 1860 msnm. Se inició durante el ciclo agrícola primavera-verano (PV) 2010 (Año Cero) y se ha concluido el Año Siete en AC. El propósito de la plataforma de investigación es la producción de maíz, frijol y triticale/ebo (como opción de forraje), basada en sistemas de Agricultura de Conservación (AC) en la región Mixteca Baja poblana, utilizando materiales nativos y un híbrido (Aspros 948) en condiciones de temporal.

La principal meta que el equipo se ha planteado es la vinculación de la plataforma con las necesidades reales de los productores. Se pretende cumplir esta meta mediante eventos demostrativos, para que los productores observen que existen sistemas de producción que protegen el recurso suelo.

En la plataforma de investigación los cultivos se encuentran bajo condiciones de temporal, y es importante mencionar que este año la precipitación pluvial ha sido muy irregular. Los productores locales han mostrado gran interés por los sistemas de producción bajo el esquema de Agricultura de Conservación, donde se ofrece una verdadera ventana de oportunidades: mejoramiento de las condiciones del suelo, incremento del rendimiento de los cultivos, opciones de producción de forraje y reducción de los costos de producción, ya que de esta forma obtienen mayores beneficios.

Los eventos demostrativos que se realizaron fueron la estimación de rendimiento en cultivo de frijol y el recorrido en los trabajos de la plataforma de investigación; ambos tuvieron la finalidad de divulgar los beneficios de producir bajo el enfoque de AC. La plataforma de investigación culminó el Año Siete y se han obtenido resultados aceptables en algunos tratamientos, específicamente en el tratamiento 4, donde se aplican los tres principios de AC (gráfica 1). Los productores y los estudiantes que participaron en los eventos provienen de diferentes localidades de la región, como Molcaxac, San Luis Tehuizotla y San José de Gracia.

📷 Antonio López Ramírez.



Evento demostrativo

Explicación de las ventajas de la AC durante el evento demostrativo.

Antonio López Ramírez.



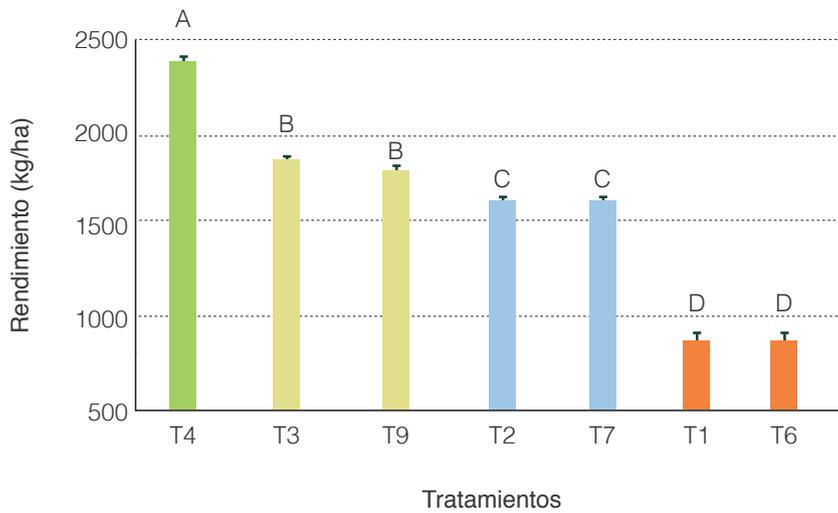
Cultivo de frijol nativo con cobertura de rastrojo del ciclo anterior.

Antonio López Ramírez.



Cultivo de maíz nativo

Cobertura de rastrojo del ciclo anterior.



1



Comportamiento del rendimiento en los tratamientos con maíz en la plataforma Molcaxac, Puebla, PV 2017.

Antonio López Ramírez.



Desarrollo de los cultivos

Plataforma de investigación MasAgro-CBTA 255 Extensión Molcaxac.

CONCLUSIONES

La Agricultura de Conservación en la región de Molcaxac representa una oportunidad viable para incrementar la rentabilidad en la producción de cultivos básicos y de forraje. Los resultados que se están presentando en el Año Siete son alentadores, ya que los productores han observado que aplicando los tres principios de AC, o al menos uno, se obtienen muchos beneficios, principalmente por la disminución de los costos de producción.

Los estudiantes del CBTA 255 Extensión Molcaxac están desarrollando competencias y capacidades en la producción bajo el esquema de Agricultura de Conservación. Además, se están involucrando en la toma y el análisis de datos, lo que ocasiona el desarrollo de su interés en el campo de la investigación. ✿

Antonio López Ramírez.



Recorrido en la plataforma de investigación

Productores y estudiantes del CBTA.

Antonio López Ramírez.



Estudiantes del CBTA 255 Extensión Molcaxac, Puebla

Evento en el que apoyaron para la toma de datos.

Diversificación de cultivos en la Mazateca Baja

■ Por: Jacinto Rafael Valor, Linaxi Rafael Agustín y Celia Agustín Pedro

La sociedad cooperativa Productores Agrícolas y Pecuarios de la Mazateca Baja (PAPMB) tiene como una de sus áreas de atención la región Cuenca del Papaloapan, en Oaxaca, con productores de autoconsumo, quienes han recibido capacitación para el desarrollo de Agricultura de Conservación. Además de un sistema de producción en donde todo el rastrojo es dejado como cobertura del suelo, varios de ellos han establecido cultivos de relevo o rotación, principalmente con frijol, ajonjolí, piña y yuca.

La implementación de la Agricultura de Conservación les ha permitido mantener los recursos de su agroecosistema y obtener ingresos adicionales al cultivo principal, el maíz. Adicionalmente, los productores han adoptado el uso de tecnologías de poscosecha, como los silos metálicos, y otras innovaciones, como el arreglo topológico en la siembra de maíces criollos. ✿

Rotación con ajonjolí
Arroyo Grande,
San Felipe Jalapa de Díaz

📷 Celia Agustín Pedro.





📷 Jacinto Rafael Agustín.

Rotación con piña
La permuta
Felipe Jalapa de Díaz



📷 Jacinto Rafael Agustín.

Frijol como cultivo
de relevo
La permuta
Felipe Jalapa de Díaz



📷 Jacinto Rafael Agustín.

Yuca como cultivo
de relevo
Agua de Tierra,
Felipe Jalapa de Díaz





Linaxi Rafael Agustín.



Rotación con chile soledad
Agua de Tierra, San Felipe Jalapa de Díaz

Linaxi Rafael Agustín.



Cilantro como cultivo de relevo
Sección Los Roques, San Felipe Jalapa de Díaz

Linaxi Rafael Agustín.



Mucuna como cultivo de relevo con el fin de restaurar suelos y aportar nitrógeno y materia orgánica
Sección Los Roque, San Felipe Jalapa de Díaz

Directorio de hubs en México



@ACCIMMYT



01 800 462 7247

Hub Sistemas Intensivos Pacífico Norte (PAC)

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

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

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

Hub Maíz y Cultivos Asociados Pacífico Centro (PCTO)

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

Hub maíz y cultivos asociados Pacífico Sur (PSUR)

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

Hub Maíz - Frijol y Cultivos Asociados Chiapas (CHIA)

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

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

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

Hub Bajío-Guanajuato

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

Hub Maíz y Cultivos Asociados Valles Altos (VAM)

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

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

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

Hub Maíz y Cultivos Asociados Península de Yucatán (YUC)

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

CC BY-NC-ND
CIMIYT: goo.gl/JKxPbN





AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO



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