



# RED DE PLATAFORMAS DE INVESTIGACIÓN MasAgro

Resultados PV 2018 y OI 2018-2109



**CIMMYT**<sup>MR</sup>

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

Con sede en México, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es un organismo sin fines de lucro dedicado a la investigación agrícola y la capacitación. Trabaja para reducir la pobreza y el hambre mediante el aumento sustentable de la productividad del maíz y del trigo en el mundo en desarrollo. El CIMMYT cuenta con el banco de semillas de maíz y trigo más grande del mundo y es conocido en particular por haber iniciado la Revolución Verde que salvó millones de vidas en Asia, hecho que motivó que el doctor Norman E. Borlaug, del CIMMYT, recibiera el Premio Nobel de la Paz en 1970. El CIMMYT es miembro del Consorcio del CGIAR y recibe fondos de gobiernos nacionales, fundaciones, bancos de desarrollo y otras instituciones públicas y privadas.

## **Coordinador de contenidos**

Simon Fonteyne  
Nele Verhulst

## **Revisión técnica**

Ana Rosa García López  
Abel Saldivia Tejeda  
Ana Paulette Galaviz Soto  
Carolina Jaramillo Escalante  
Blanca Aidé Albarrán Contreras  
Jessica Jazmín González Regalado  
Luis Castillo Villaseñor  
Rodolfo Vilchis Ramos  
Jesús Omar Domínguez Flores

## **Diseño editorial**

Angel Aguilar

Cita correcta:

Fonteyne, S. Verhulst, N. Coord., (2020).

Red de Plataformas de Investigación CIMMYT. Resultados PV 2018 y OI 2018-2019.

Texcoco: CIMMYT.

©Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 2020. Todos los derechos reservados. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en este documento de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de estos, o respecto a la delimitación de sus fronteras. Las opiniones expresadas son las del (los) autor(es) y no necesariamente representan las del CIMMYT ni las de nuestros aliados. El CIMMYT autoriza el uso razonable de este material, siempre y cuando se cite la fuente. La información contenida en la publicación Red de Plataformas de Investigación CIMMYT. Resultados PV 2018 y OI 2019-2019. se deriva de las actividades realizadas en las plataformas como parte de las acciones de los programas: MasAgro Productor, Milpa Sustentable en la Península de Yucatán, MasAgro Guanajuato, Apoyo al Abastecimiento Responsable en México y Cultivando un México Mejor.

## Indice

<b>Red de plataformas de investigación .....</b>	<b>5</b>
<b>Las plataformas de investigación .....</b>	<b>1</b>
Conceptos generales .....	4
Plataformas de investigación en 2018 .....	8
<b>Hub Bajío .....</b>	<b>12</b>
Amealco de Bonfil, Querétaro – Resultados PV 2018 – Año dos.....	13
Cadereyta de Montes, Querétaro – Resultados PV 2018 – Año cuatro.....	20
Epitacio Huerta, Michoacán – Resultados PV2018 – Año cinco.....	28
Indaparapeo, Michoacán – Resultados PV 2018 – Año siete.....	38
Ocotlán, Jalisco - Resultados PV2018 y OI2018-2019 – Año dos .....	48
San Juan del Rio I, Querétaro – Resultados PV 2018 – Año seis.....	63
San Juan del Rio III, Querétaro – Resultados PV 2018 y OI 2018-2019 – Año tres .....	70
<b>Hub Bajío - Guanajuato.....</b>	<b>80</b>
Acámbaro, Guanajuato – Resultados PV 2018 – OI 2018-2019 –Año cinco .....	81
Apaseo el Alto, Guanajuato – PV 2018 – Año cinco.....	100
Irapuato III, Irapuato, Guanajuato – PV 2018 y OI 2018-2019 –Año dos.....	110
Ocampo, Guanajuato – PV 2018 – Año cinco.....	127
Pénjamo, Guanajuato - PV 2018 y OI 2017-2018- Año cuatro.....	141
Villagrán, Guanajuato – PV 2018 – Año cinco .....	151
<b>Hub Chiapas .....</b>	<b>163</b>
Comitán, Chiapas – Resultados PV 2018 – Año cinco .....	164
Venustiano Carranza, Chiapas – PV 2018 – Año tres .....	176
Villa Corzo, Chiapas – Resultados PV 2017 – Año dos .....	189
Villa Corzo, Chiapas – PV 2018 – Año tres.....	208
<b>Hub Valles Altos .....</b>	<b>229</b>
Cuautempan, Puebla – PV 2018 y OI 2018-2019 – Año 4 .....	241
Francisco I. Madero, Hidalgo – PV 2018 – Año ocho .....	260
Metepec, Estado de México - PV 2018 – Año cinco.....	267
Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo – PV 2018 – Año nueve .....	275
Molcaxac, Puebla – PV 2018 – Año ocho .....	286
Texcoco I, Estado de México – PV 2018 – Año 28.....	295
Texcoco II, Estado de México – PV 2018 – Año 19.....	312
<b>Hub Intermedio Grano Pequeño .....</b>	<b>325</b>
Pabellón de Arteaga, Aguascalientes - PV2018 y OI2018-2019 - Año siete.....	326
Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí – Resultados PV 2018 y OI 2018-2019 – Año 24336	
<b>Hub Pacífico Centro .....</b>	<b>344</b>
Iguala, Guerrero – PV 2018 y OI 2018-2019 – Año dos.....	345
Tlaltizapán, Morelos – PV 2018 – Año ocho.....	358

Zacatepec, Morelos – PV 2018 - Año siete.....	365
<b>Hub Pacífico Sur .....</b>	<b>388</b>
San Juan Cotzocón, Oaxaca – PV 2018 – Año cinco .....	389
Tamazulapam del Espíritu santo, Oaxaca – PV 2018 – Año cinco.....	397
Santa María Teopoxco, Oaxaca – PV 2018 – Año cuatro .....	408
San Miguel Tlacamama, Oaxaca – PV 2018 – Año tres .....	422
San José Estancia Grande, Oaxaca – PV 2018 – Año cuatro .....	440
Santo Domingo Yanhuitlán-II, Oaxaca – PV 2018 – Año uno .....	451
Santo Domingo Yanhuitlán I, Oaxaca – PV2018 – Año siete .....	463
San Francisco Lachigoló, Oaxaca – PV2018 – Año dos.....	477
<b>Hub Península de Yucatán .....</b>	<b>491</b>
Hopelchén, Campeche - PV2018 – Año tres .....	492
Peto, Yucatán –Resultados PV 2018 – Año dos.....	504
Yaxcabá, Yucatán – PV 2018 – Año uno .....	510
<b>Hub Golfo Centro .....</b>	<b>515</b>
Chocamán, Veracruz - PV-2018 – Año uno .....	516
Coscomatepec, Veracruz - PV2018 – Año uno.....	526
<b>Hub Pacífico Norte .....</b>	<b>535</b>
Cajeme I, Sonora – Ciclo OI 2018-2019 – Año trece .....	536
Cajeme II, Sonora - Ciclo OI 2018-2019 – Año seis.....	545
Culiacán, Sinaloa – Ciclo OI 2018-2019 - Año dos.....	554
<b>Referencias .....</b>	<b>562</b>



**RED DE  
PLATAFORMAS  
DE INVESTIGACIÓN  
MasAgro**

**Resultados PV 2018 y OI 2018-2109**

# Las plataformas de investigación

La creciente demanda de alimentos, la baja rentabilidad de la agricultura, el cambio climático, la degradación de los suelos, el alto uso de insumos y la contaminación del medio ambiente son algunas de las razones que exigen urgentes cambios en casi todos los sistemas de producción de alimentos. Las plataformas de investigación surgen de esta necesidad de lograr una agricultura que combina mayor producción con un menor impacto en el medio ambiente y mayores ganancias para el productor. Las plataformas de investigación son espacios en donde se evalúan nuevas tecnologías y prácticas agronómicas –con el objetivo de hacer que la agricultura de una región sea más productiva, sustentable y rentable– para poder dar recomendaciones a los productores basadas en datos obtenidos bajo sus condiciones locales de producción. Las plataformas responden a las inquietudes de productores, técnicos e investigadores de centros de investigación, instituciones educativas, organizaciones de productores o despachos de técnicos.

México es un país muy diverso, con muchos diferentes climas, tipos de suelo y sistemas de producción. Esto dificulta innovar e incorporar nuevas tecnologías en la agricultura, ya que la aplicabilidad de estas nuevas prácticas depende de las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de la región –esto quiere decir que aquellas prácticas que funcionan muy bien en una región pueden fallar en otra. Esto hace necesario tener varias plataformas a lo largo del país, donde cada una atiende a una zona agroclimática en particular. En la actualidad, hay abundantes estudios científicos sobre la agricultura sustentable e innovación agrícola, pero este conocimiento muchas veces se genera lejos de los campos de los productores y, en general, se realiza bajo condiciones controladas que no siempre son representativas de las condiciones reales de los agricultores. Es necesario que este conocimiento se evalúe con los productores para que se pueda aplicar y replicar en sus parcelas. A pesar de que existen nuevas tecnologías y prácticas en el mercado, para un productor innovar es difícil ya que este posee recursos limitados y probar nuevas prácticas siempre conlleva un riesgo. No todas las innovaciones funcionan en todos los lugares, y no siempre son más rentable que la práctica convencional. En algunos casos la innovación puede ser costosa pues requiere alguna inversión en maquinaria, semilla o insumos. Esto limita la innovación pues si no existen datos objetivos que permitan la toma de decisiones, el agricultor tiende a mantener sus prácticas convencionales. Es necesario entonces que exista un lugar en donde evalúen –en condiciones locales– las nuevas prácticas agrícolas disponibles, disminuyendo así el riesgo de los productores y facilitando su capacidad de innovar. Por eso, las plataformas de investigación son el enlace entre la ciencia y los productores.

El objetivo de una plataforma de investigación es dar respuestas a las problemáticas más urgentes de los productores de la región en donde está ubicada. Por eso, una plataforma de investigación inicia con un diagnóstico de la agricultura de la zona; para acordar qué es lo que se debería investigar en la plataforma se reúnen todos los posibles actores que podrían estar involucrados (productores, técnicos, proveedores, gobierno entre otras). En este diagnóstico se define el sistema de producción de la zona, se determina cuáles son los principales problemas que se enfrentan en la zona, y cuáles de estos se pueden resolver o mitigar mediante nuevas prácticas o tecnologías que podrían evaluarse en la plataforma de investigación. En este proceso, siempre se tiene que priorizar, jerarquizando los problemas de acuerdo a su importancia y factibilidad de mejora. El siguiente paso

es identificar qué prácticas o tecnologías podrían contribuir a solucionar los problemas en la zona, con base en ideas innovadoras de la población local, las experiencias que se han obtenido en otras zonas del país, o la literatura científica. Las prácticas que se buscan evaluar siempre deben ser adaptadas al sistema de producción local. En la plataforma las nuevas prácticas se evalúan como tratamientos que son representaciones de sistemas de producción que se podrían implementar directamente en campo. Siempre hay un tratamiento testigo, que representa la práctica convencional de la zona, y tratamientos de innovación que representan posibles mejoras al sistema. Las plataformas no son estáticas, si una práctica se ha evaluado por al menos tres años o si es muy claro que no funciona, se modifican los tratamientos para evaluar otras prácticas que podrían ser de interés en la región. Siempre se busca mantener el mismo diseño, para no perder los efectos acumulativos en la calidad de suelo (como los de la agricultura de conservación), pero si se requiere reacondicionar la parcela o si los tratamientos que se evalúan no atienden los nuevos retos se puede rediseñar la plataforma entera.

En cada tratamiento de la plataforma se determina el rendimiento, los costos de producción y la rentabilidad de cada práctica. Adicionalmente, se captura información sobre el desarrollo de las plantas (altura, fecha de floración, incidencia de acame y densidad de población, por ejemplo) para comprender el efecto de los tratamientos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así, las recomendaciones a los productores surgen del análisis y la comparación de las prácticas propuestas con la práctica convencional, eligiéndose las prácticas que sean mejores en rendimiento, utilidad y practicidad en su aplicación. Para obtener datos confiables es necesario que los ensayos en las plataformas de investigación se mantengan por varios años, en un diseño con repeticiones. Evaluar una práctica solo un año no es suficiente para hacer recomendaciones confiables a los productores. Además, ciertas prácticas, como la agricultura de conservación, tienen efectos acumulativos, por lo que su máximo beneficio solamente se manifiesta después de varios ciclos. Otras innovaciones, como la introducción de nuevos cultivos o nuevos tipos de fertilización, no necesariamente necesitan investigación de largo plazo, por ello se evalúan en los ensayos adicionales de la plataforma que se encuentran en el área de validación. De la misma manera, las condiciones del terreno pueden ser variables, por tanto, para evitar que esta variabilidad tenga un impacto en los resultados, se repite el mismo tratamiento en varias zonas de la plataforma de investigación, evitando así que un tratamiento entregue un buen o mal resultado solamente por estar ubicado en un mejor o peor sector del terreno. Las plataformas se instalan en parcelas que son representativas para las condiciones de los productores, de manera que los productores reconozcan la investigación como algo relevante.

Las plataformas de investigación no solamente tienen un objetivo científico, sino que además deben asegurar que los resultados lleguen a los productores. Para lograr un real impacto es importante que las plataformas operen como parte de una red de innovación, o hub, con vinculación a los módulos y áreas de extensión cercanas y también a los otros actores en la agricultura de la zona, como son las organizaciones de productores, los gobiernos y los proveedores, entre otros. En el campo, los nodos de innovación o hubs están compuestos por cuatro elementos: las plataformas de investigación, los módulos demostrativos, las áreas de extensión y las áreas de impacto. Cada uno de esos componentes está diseñado para, en conjunto con los otros componentes, generar soluciones para los productores. Las plataformas de investigación se distinguen por estar enfocadas a la investigación en campo y tener diferentes prácticas evaluándose de forma simultánea bajo un método científico. En los módulos se comparan las mejores prácticas en el campo de un productor,

donde una parte del terreno se maneja como el productor lo hace convencionalmente (testigo), y en la otra parte se implementa una tecnología innovadora (en los módulos solamente se prueba una nueva práctica que ya se sabe que es mejor que el sistema convencional). En las áreas de extensión, un productor implementa una práctica nueva en su campo con asistencia técnica. De esta manera el productor se apropia de la práctica o tecnología y la difunde entre sus compañeros productores. Las áreas de impacto por su parte, son todos los terrenos en los que el productor, sin intervención directa de un técnico implementa las prácticas promovidas en las plataformas, módulos o áreas de extensión sin seguimiento técnico del hub. En el hub, las plataformas de investigación no solamente son ensayos, también son lugares de encuentro donde se organizan eventos, capacitaciones y demostraciones que permiten mantener el contacto con distintos actores de la cadena de producción como por ejemplo técnicos y agricultores. Además, son fuentes de información para materiales divulgativos como son los artículos publicados en la revista EnIACe y el boletín homónimo, las infografías, los videos, los libros de resultados, los artículos científicos y otros materiales que buscan promover la Agricultura Sustentable.



## Conceptos generales

### **Términos recurrentes en la investigación en plataformas**

Gran parte de la investigación en las plataformas evalúa como aplicar los tres principios de Agricultura de Conservación. Esos principios son: cobertura del suelo, labranza reducida y diversificación de cultivos. No forman una receta fija, sino que son conceptos para hacer la agricultura más sustentable. La gran variabilidad en la agroecología en México crea la necesidad de adaptar esos tres principios a las condiciones locales. Esa gran variabilidad genera una diversidad en prácticas y sistemas evaluados en las plataformas, lo que causa la necesidad de usar varios términos para describir los tratamientos. En esta sección se da un resumen de los términos más comunes usados en las plataformas.

### **Tratamiento**

En los ensayos en las plataformas se evalúan diferentes tratamientos. Cada tratamiento es una representación de un posible sistema de producción. En los ensayos a largo plazo de las plataformas, estos tratamientos representan sistemas de producción completos, con varios parámetros diferentes entre los tratamientos. Por ejemplo, el tratamiento testigo, que representa el sistema común de la zona, puede ser manejado con monocultivo, labranza mientras que un tratamiento de agricultura de conservación en el mismo ensayo puede ser manejado con rotación de cultivos, cero labranza y cobertura de rastrojo. Comparando los rendimientos de estos tratamientos se puede evaluar cual sistema es lo más adecuado, pero en general no hay suficiente espacio para hacer tratamientos para evaluar cada factor posible. En los ensayos en las áreas de validación, los tratamientos suelen diferir en solamente un factor, por ejemplo, la dosis de fertilización o la variedad, mientras que todo el resto del manejo se hace igual para todos esos tratamientos. Los tratamientos se evalúan en varias parcelas el mismo ensayo, ubicados de manera aleatoria, para evitar que las condiciones del terreno impactan los resultados, en general hay dos o tres de estos repeticiones del mismo tratamiento.

### **Prácticas de labranza**

#### ***Labranza convencional***

La práctica de labranza común en la zona de la plataforma, por lo general incluye un barbecho y una o más pasadas de rastra, pero esto no siempre es el caso. El tratamiento testigo que refleja la práctica de los productores se hace con labranza convencional.

#### ***Cero labranza***

También conocida como siembra directa. La práctica en que se siembra sin preparar el terreno con labranza. Puede requerir una preparación del terreno con herbicida para controlar malezas, ya que no se controlan con labranza. Labranza cero no es lo mismo que Agricultura de Conservación, ya que no necesariamente implica cobertura del suelo o diversificación de cultivos.

#### ***Labranza mínima***

Práctica donde se prepara el terreno, pero con una intensidad menor de labranza comparado con la labranza convencional.

### ***Camas con labranza convencional***

Después de las operaciones de labranza, al final de la preparación del terreno se levantan camas de siembra durante el surcado, para facilitar el riego por gravedad y el acceso a campo, manejar la retención o escurrimiento de agua. En algunas regiones, las camas son conocidas como surcos. Las camas pueden ser camas angostas con labranza convencional o camas anchas con labranza convencional. Las camas angostas son típicamente de 0.7 a 0.8 m de ancho y en general tienen una hilera de maíz o dos a tres hileras de grano pequeño. A partir de un ancho de 1.0 m, las camas se consideran como camas anchas, aunque típicamente son de 1.5 a 1.6 m de ancho y tienen en general dos hileras de maíz o cuatro a seis hileras de grano pequeño.

### ***Camas permanentes***

Siembra en camas que se forman en el año cero. Después de la formación de las camas en los años siguientes no se hace labranza, pero sí se revisten los fondos de entre las camas. El dejar las camas permanentes permite usar tráfico controlado, donde las llantas de maquinaria se guían en los fondos entre las camas. Las camas pueden ser camas permanentes angostas o camas permanentes anchas.

### ***Arreglo topológico***

La manera que las plantas están distribuidas en el campo. Se refiere a la distancia entre plantas y entre hileras, el número de plantas por mata y el número de hileras por cama. Cambiar el arreglo topológico puede resultar en mayor o menor competencia entre plantas.

### **Manejo de rastrojo**

#### ***Rastrojo***

También conocido como residuos de cosecha, esquilmo, soca, paja, basura o zacate. Se refiere a la parte de la planta que no se cosecha para grano, puede ser cosechado para forraje y así formar una parte importante de la producción.

#### ***Manejo de rastrojo***

Se refiere a lo que se hace con el rastrojo entre la cosecha y la siembra del siguiente cultivo. Cuando se **remueve** todo el rastrojo del terreno en general se usa para **forraje** (alimento para animales); en el caso contrario se **deja** todo el rastrojo en el terreno. Bajo labranza convencional eso implica **incorporar** el rastrojo en el suelo. En general se desvara el rastrojo durante o después de la cosecha si se deja en el terreno, pero en zonas con mucho viento invernal se puede dejar las plantas intactas y usar un rodillo para tumbarlas. **Retención parcial** se refiere a que se deja parte del rastrojo como cobertura y se remueve otra parte para forraje, por ejemplo, se remueven hileras alternantes de maíz, o se remueve la parte de arriba de la mazorca y se deja el resto, o la trilladora corta a una altura más elevada de la normal, entre otros. **Quemar** implica que se prende fuego al rastrojo antes de la siembra. **Pastoreo** implica que se deja entrar animales en el terreno para que coman los residuos de cosecha, dejando su abono.

## Diversificación de cultivos

### **Monocultura**

Sembrar el mismo cultivo en un terreno por varios años, se confunde con **monocultivo** que significa tener solo un cultivo en un terreno durante el ciclo de producción. **Policultivo** significa que hay varios cultivos juntos en el terreno durante el mismo ciclo de producción. La **milpa** es un policultivo tradicional de maíz, frijol, calabaza y otras especies, **miaf** o **milpa intercalada con árboles frutales** es una adaptación de la milpa tradicional en laderas que incorpora la cultivación de árboles frutales. **Intercalado** se refiere a sembrar franjas de varios cultivos en el mismo terreno.

### **Rotación de cultivos**

Sembrar diferentes cultivos en ciclos de producción consecutivos. Un cultivo de rotación en **relevo** se siembra antes de la cosecha del cultivo anterior. Cuando un cultivo predomina en una zona se refiere a otros **cultivos como cultivos alternativos**. **Cultivos de rotación** pueden ser cultivos de venta como grano o forraje, o pueden tener un uso agronómico como **cultivos de cobertura** o **abonos verdes**.

### **Grasspea (*Lathyrus sativus*)**

Llamada en español alverjón forrajero almorta, alverjón, arveja, arvejo cantudo, arvejote, bichas, cantuda, cicércula, chícharo, diente de muerto, frijol de yerba, garbanzo de yerba, guija, muela, pedruelo, pinsol, pito o tito. Es un cultivo de la familia de las leguminosas que sirve principalmente para la producción de forraje. Es una planta rústica, tolerante de sequía. Es de floración indeterminado produciendo gran cantidad de flores durante su desarrollo que atrae insectos benéficos. La calidad del forraje es alto, comparable con la calidad de alfalfa.

Cuadro 1. Abreviaciones recurrentes de los factores de los tratamientos en las plataformas de investigación.

<b>Factor</b>	<b>Nombre</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Comentarios</b>
Práctica de labranza	Cero labranza	CL	
	Labranza convencional	LC	
	Labranza mínima	LM	Menos labranza que en práctica convencional
	Camas permanentes angostas	CP	Ancho <1.00 m
	Camas permanentes anchas	CPA	Ancho ≥1.00m
	Camas permanentes con mínima labranza	CPM	Ancho <1.00 m
	Camas angostas con labranza convencional	CC	Ancho <1.00 m
	Camas anchas con labranza convencional	CCA	Ancho ≥1.00m
	Camas angostas con labranza mínima	CM	Ancho <1.00 m
	Camas anchas con labranza mínima	CMA	Ancho ≥1.00 m
	Melgas permanentes	MP	
	Melgas con labranza convencional	MC	
	Labranza vertical	LV	

Manejo de rastrojo	Remover	R
	Dejar	D
	Incorporar	I
	Parcial	P
	Quemar	Q
Cultivo	Ajonjolí	Aj
	Alfalfa	Al
	Arvejón	Ar
	Avena	A
	Cacahuate	Cc
	Canavalia	Cn
	Cártamo	Ca
	Cebada	C
	Chía	Ch
	Crotalaria	Cr
	Descanso	D
	Evo	E
	Frijol	F
	Garbanzo	G
	Girasol	Gi
	Maíz	M
	Mucuna	Mu
	Sorgo	S
	Soya	Sy
	Trigo	T
Triticale	Tr	

## Plataformas de investigación en 2018

Nombre de la plataforma	Colaborador	Proyecto
<b>Hub Bajío - Guanajuato</b>		
Irapuato III, GTO	Universidad de Guanajuato, VEN.	Cultivando un México Mejor
Acámbaro, GTO	Módulo de riego Acámbaro, INIFAP	MasAgro Guanajuato
Apaseo el Alto, GTO	Instituto Tecnológico de Roque	MasAgro Guanajuato
Irapuato I, GTO	INIFAP, DR-011, CYASA	MasAgro Guanajuato
Irapuato II, GTO	Universidad de Guanajuato, VEN.	MasAgro Guanajuato
Ocampo, GTO	INIFAP	MasAgro Guanajuato
Pénjamo, GTO	SDAYR	MasAgro Guanajuato
San Luis de la Paz, GTO	INIFAP, CYASA	MasAgro Guanajuato
Villagrán, GTO	Parque Agrotecnológico Xonotli, INIFAP, CYASA	MasAgro Guanajuato
<b>Hub Bajío</b>		
Epitacio Huerta, MIC	SPIIGA	MasAgro Productor
Indaparapeo, MIC	RED_INNOVAC	MasAgro Productor
Ocotlán, JAL	Xochicentli AC/Syngenta	MasAgro Productor
San Juan del Río I, QTO	SAQ	MasAgro Productor
San Juan del Río II, QTO	INIFAP	MasAgro Productor
San Martín Hidalgo, JAL	ASSUJAL	MasAgro Productor
Cadereyta de Montes, QTO	SAQ	MasAgro Productor
Amealco de Bonfil, QTO	SAQ	PROAGRO Productivo
San Juan del Río III, QTO	SAQ	MasAgro Querétaro
<b>Hub Chiapas</b>		
Comitán de Domínguez, CHP	Instituto Tecnológico de Comitán	MasAgro Productor
Larráinzar, CHP	Reynel Espinosa Solís	MasAgro Productor
Ocosingo, CHP	Universidad Tecnológica de la Selva	MasAgro Productor
Venustiano Carranza, CHP	SIAEP	MasAgro Productor
Villa Corzo, CHP	Rubén de la Piedra	MasAgro Productor
<b>Hub Escala Intermedia (EINT)</b>		
Guachochi, CHH	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario no. 170	Innovación Agrícola Sustentable
San Pedro, COA	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	MasAgro Productor
<b>Golfo Centro (GCTO)</b>		
Chocamán, VER	Universidad Veracruzana – Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	MasAgro Productor
Coscomatepec, VER	Universidad Veracruzana – Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	MasAgro Productor
Huimanguillo, TAB	Servicios Integrales de Capacitación para el Desarrollo Rural S.C. (SEICADER)	PROAGRO Productivo

<b>Intermedio (INGP)</b>		
Pabellón de Arteaga, AGU	INIFAP	MasAgro Productor
Soledad de Graciano Sánchez, SLP	INIFAP	MasAgro Productor
<b>Pacífico Centro</b>		
Iguala de la Independencia, GRO	INIFAP	MasAgro Productor
Tlaltizapán de Zapata, MOR	CIMMYT	MasAgro Productor
Zacatepec, MOR	INIFAP	MasAgro Productor
<b>Pacífico Norte</b>		
Culiacán, SIN	Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)	Abastecimiento Responsable Sinaloa
Ahome, SIN	AARFS	MasAgro Productor
Cajeme I, SON	CIMMYT Obregón	MasAgro Productor
Cajeme II, SON	PIEAES - CIMMYT	MasAgro Productor
Guasave, SIN	AARSP	MasAgro Productor
Navojoa, SON	INIFAP	MasAgro Productor
<b>Pacífico Sur</b>		
San Francisco Lachigoló, OAX	INIFAP	MasAgro Productor
San Juan Cotzocón, OAX	Unión de Productores Agrícolas y Pecuarios de Cotzocón S.P.R. de R.L.	MasAgro Productor
San Miguel Tlacamama, OAX	Universidad Autónoma Chapingo - Centro Regional Universitario Sur - Centro de Aprendizaje Rural en Tecnologías Apropriadas (CATA)	MasAgro Productor
Santa María Teopoxco, OAX	Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas SC	MasAgro Productor
Santo Domingo Yanhuitlán II, OAX	INIFAP	MasAgro Productor
Santo Domingo Yanhuitlán I, OAX	INIFAP	MasAgro Productor
Tamazulapam Del Espíritu Santo, OAX	Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas SC	MasAgro Productor
San José Estancia Grande, OAX	Instituto Tecnológico de Pinotepa DGEST	MasAgro Productor
<b>Península de Yucatán</b>		
Hopelchén, CAM	AGROENLACE Campeche S.A. de C.V.	MasAgro Productor
Calakmul, CAM	Mario Alberto Dzul Cauich	Modernización Sustentable de la Milpa en la Península de Yucatán
Peto, YUC	Universidad Autónoma de Yucatán	Modernización Sustentable de la Milpa en la Península de Yucatán
Yaxcabá, YUC	Universidad Autónoma de Yucatán	Modernización Sustentable de la Milpa en la Península de Yucatán
<b>Valles Altos Grano Pequeño</b>		
Texcoco II, MEX	CIMMYT	MasAgro Productor
Apan, HID	Zoofitec	MasAgro Productor

---

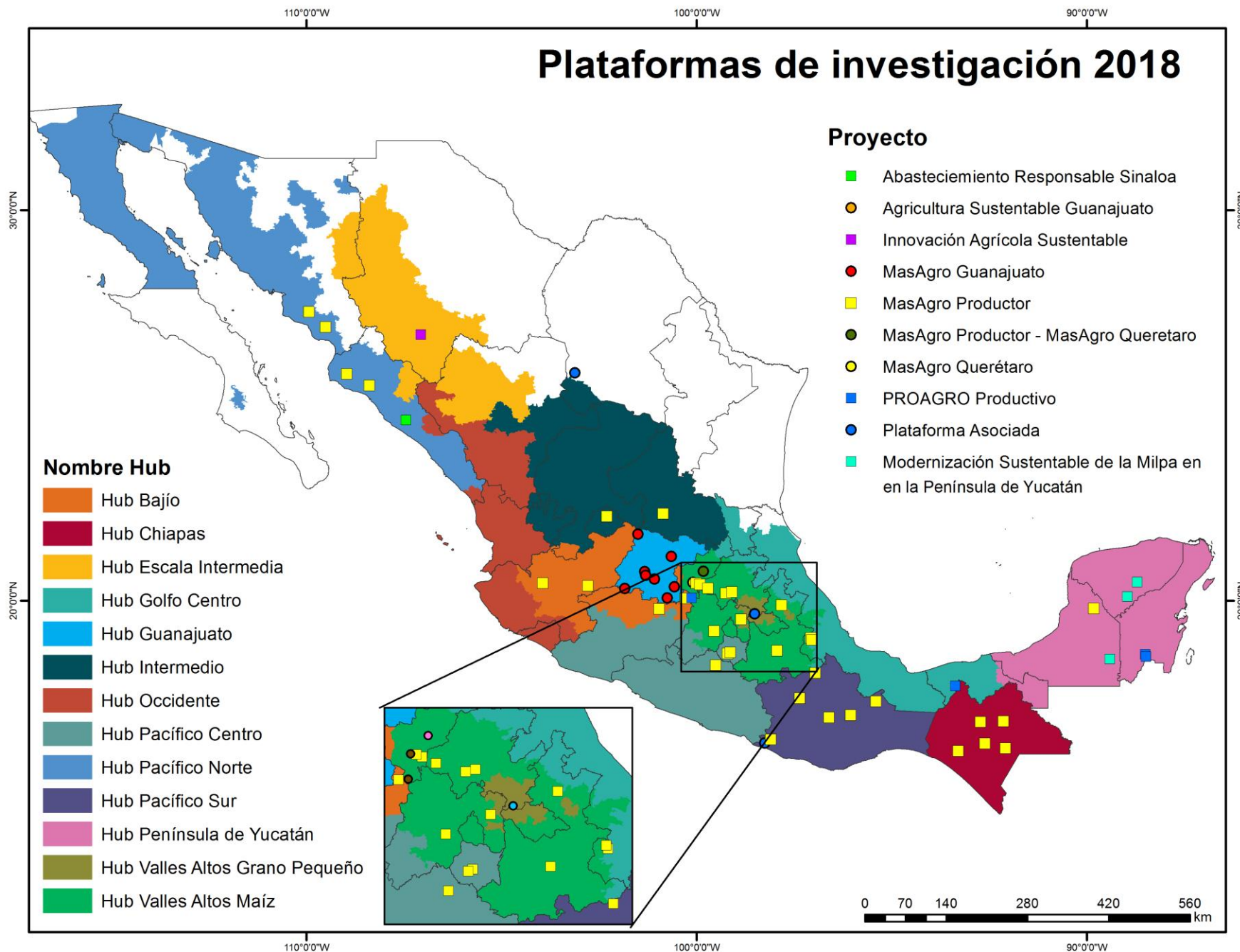
**Valles Altos Maíz**

---

Cuautempan, PUE	Despacho. Unión Rural de Productores de Cuautempan y Tétela SPR de RL	MasAgro Productor
Francisco I. Madero, HID	Universidad Politécnica de Francisco I. Madero	MasAgro Productor
Huichapan, HID	Instituto Tecnológico Superior de Huichapan	MasAgro Productor
Meteppec, MEX	CIMMYT	MasAgro Productor
Mixquiahuala de Juárez, HID	Consultores Agropecuarios de Hidalgo, S.C..	MasAgro Productor
Molcaxac, PUE	CBTA 255	MasAgro Productor
Texcoco I, MEX	CIMMYT	MasAgro Productor

---

# Plataformas de investigación 2018







# HUB BAJÍO

# Amealco de Bonfil, Querétaro – Resultados PV 2018 – Año dos

Miguel Angel Uribe Guerrero  
Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro A.C. (SAQ)

## Introducción

La región Valles Altos de Querétaro, que abarca los municipios de Amealco, Huimilpan, parte de Corregidora y San Juan del Río, posee un clima templado sub húmedo con una temperatura media de 15°C y una precipitación abundante en verano, alrededor de 800 mm anuales. En la región existen 3 tipos de sistemas de producción de maíz: el sistema de riego, punta de riego y el de temporal. Predomina el sistema de punta de riego, en donde se realiza un riego entre el 05 de febrero al 30 de marzo y se siembra de 20 a 30 días después y se utilizan principalmente semillas criollas. En la región se realiza barbecho y rastra, la fertilización se realiza al momento de la escarda y solo se aplica nitrógeno. Generalmente se emplean herbicidas a base de 2,4-D, por lo que el problema con pastos y aceitillo es muy fuerte, el control de plagas también es deficiente.

Los problemas principales que existen en la región son los bajos rendimientos, debido al deficiente manejo que recibe el cultivo, aunado a problemas de pH ácido, bajo contenido de materia orgánica, deficiencias de fósforo, potasio, zinc, boro y cobre. La distribución errática de las lluvias, también representa un problema ya que, cuando se establece el temporal dificulta el ingreso a las parcelas para realizar labores como la aplicación de herbicidas o fertilización. Las lluvias se presentan en menor cantidad de eventos, como fuertes aguaceros, lo cual genera erosión del suelo por arrastre, el agua no se infiltra y en su mayoría se pierde por evaporación.

Los tratamientos propuestos en la plataforma abordan estas limitantes con base en la Agricultura de Conservación, para disminuir la erosión, conservar la humedad originada por la lluvia, disminuir los costos de preparación del suelo, incrementar los niveles de materia orgánica, diversificar los sistemas de producción, además de realizar una propuesta de manejo del cultivo para incrementar el rendimiento de maíz.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma se encuentra ubicada en el municipio de Amealco de Bonfil, del estado de Querétaro, entre las coordenadas 20.074160°N, -100.128986°W a 2395 msnm, e inicio actividades en el ciclo PV 2017 como año cero. En la región entorno a la plataforma se encuentra la organización “Productores Campesinos de Amealco” que adoptan tecnologías sustentables y están pendientes de los resultados que se generan en la plataforma.

## **Materiales y métodos**

### ***Tratamientos***

En el ciclo PV 2018, se instalaron seis tratamientos (cuadro 1), las variables fueron sistema de labranza (labranza convencional, labranza mínima y camas permanentes anchas y angostas). En el protocolo se incluyeron tratamientos para rotación con triticale, frijol y haba; sin embargo, en 2017 solo se sembró maíz por lo que no se observaría un efecto de la rotación. En el área de validación se instaló una vitrina con 12 híbridos, 8 blancos y cuatro amarillos.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma Amealco, Queretaro en el ciclo PV 2018.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	MM-CC-R	Maíz/Maíz	Camas angostas labranza convencional	Remover
2	MM-CM-P	Maíz/Maíz	Camas angostas en labranza mínima	Parcial
3	MM-CP-P	Maíz/Maíz	Camas angostas permanentes	Parcial
4	MM-CPA-P	Maíz/Maíz	Camas anchas permanentes	Parcial
5	MH-CP-P	Maíz/Haba	Camas angostas permanentes	Parcial
6	HM-CP-P	Haba/Maíz	Camas angostas permanentes	Parcial
7	MTF-CP-P	Maíz – Triticale/frijol	Camas permanentes angostas	Parcial
8	TFM-CP-P	Triticale/frijol - Maíz	Camas permanentes angostas	Parcial

### **Resumen del ciclo del reporte**

La plataforma se sembró en seco el 4 de abril, el riego de nacencia se realizó del 07 a 09 de abril, un riego pesado por inundación. El 11 y 12 de abril se presentaron lluvias de 38 y 8 mm, respectivamente. Posteriormente, el 23 y 24 de abril cayeron 39 mm más de lluvia, en esta fecha inició la emergencia del cultivo. Se realizó la aplicación de herbicidas preemergentes (acetoclor 2 l/ha y atrazina 2 kg/ha) el día 17 de abril; sin embargo, no hubo un buen control de las malezas y se presentó alta incidencia de maíz voluntario. Del 1 de mayo al 12 de junio (42 días) se presentó un periodo prolongado de sequía. Los días 10 y 11 de junio se aplicó un riego de auxilio y a partir del 12 al 27 de junio se presentaron fuertes precipitaciones. El día 23 de junio se presentó una granizada que afectó considerablemente al cultivo en etapa V8, se realizó una aplicación de fertilizante foliar, con el fin de contrarrestar los efectos del estrés en el cultivo. El 21 de julio se presentó otra granizada que afectó nuevamente al cultivo.

### **Manejo de la plataforma**

En labranza convencional se realizó barbecho y un paso de rastra, labranza reducida consistió de un subsoleo y se realizó la reformación de camas permanentes anchas y angostas. La siembra se realizó el 4 de abril en seco, con una densidad de 80,000 semillas/ha para maíz híbrido Niebla y 50,000 semillas/ha de haba criolla de la región. A la siembra se aplicaron 200 kg/ha de DAP, 100 kg/ha de cloruro de potasio, 12 kg/ha de boronat y 25 kg/ha de sulfato de zinc. El primer reabone se realizó el 1 de junio de 2018 con 400 kg/ha de urea. El 7 de julio se realizó una aplicación de foliar con fervepol 20-30-10 a dosis de 1.5 kg/ha. El día 17 de abril se realizó la aplicación de los herbicidas preemergentes Atranex (atrazina) 2 kg/ha, Surpass (acetoclor) 2 l/ha; sin embargo, el control no fue adecuado debido a que ya había malezas

emergidas. El 7 de julio se realizó la aplicación del herbicida Focus (2,4-D + carfentrazone) a dosis de 1.5 l/ha. Por último, el día 9 de agosto de 2018 se realizó la aplicación de Finale (glufosinato de amonio) en dosis de 1.3 l/ha.

## Resultados

### Ensayo principal

Los rendimientos fluctuaron de 3.4 a 4.8 t/ha, lo cual es considerablemente bajo, aunque la mayoría de los productores de la región no obtuvieron producción dada las condiciones climáticas. El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento de camas permanentes angostas con 4.8 t/ha, seguido del tratamiento con labranza convencional que obtuvo un rendimiento de 4.4 t/ha. En este tratamiento se cosechó la mayor cantidad de plantas con 57,000 plantas/ha. Los tratamientos en que se realizará rotaciones con haba o triticale-frijol, se sembraron en camas permanentes angostas pero la densidad de población a cosecha fue menor por lo que su rendimiento también fue más bajo.

En el caso del cultivo de haba, se perdió por exceso de humedad y la incidencia de malezas. El material utilizado, semilla criolla de la región, presentó alta susceptibilidad a mancha de chocolate causada por *Botrytis* sp.

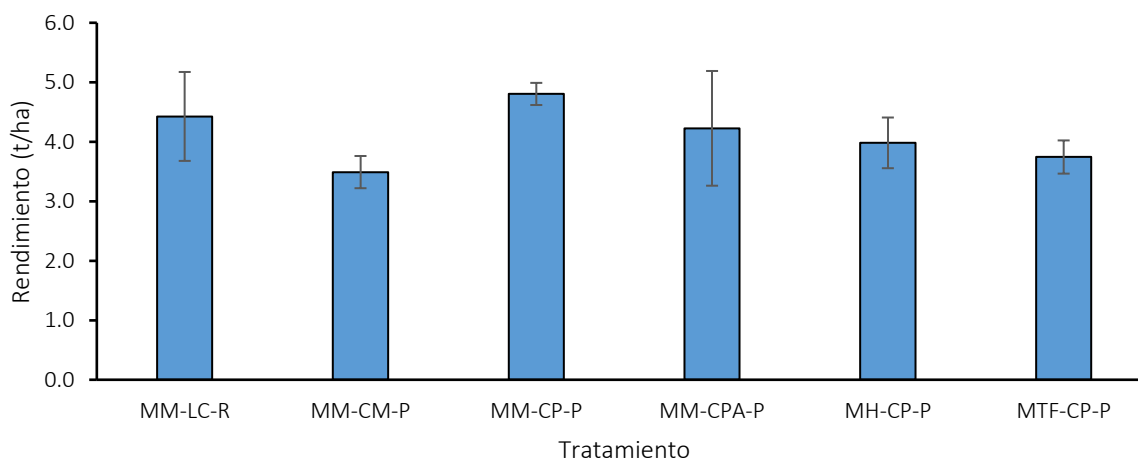


Figura 1. Rendimiento de maíz bajo diferentes sistemas de labranza, Amealco de Bonfil, Querétaro. Ciclo PV 2018. Abreviaciones: MM= maíz – maíz, MH= maíz- haba, MTF= maíz-triticale-frijol, CP= camas permanentes angostas, CPA= Camas permanentes anchas, CM= camas angostas con labranza mínima, CC= labranza convencional, P= dejar el rastrojo de manera parcial y R= retirar.

### Área de validación

En el área de validación se estableció una vitrina con 12 híbridos; sin embargo, solo se cosecharon 8 híbridos ya que el resto no se desarrolló la mazorca. Los rendimientos fueron 50 % menor a lo reportado en 2017. El híbrido de CIMMYT CHLHW09035 obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 5.3 t/ha, seguido por el híbrido Faisán con 4.3 t/ha y Hermes con 4.1 t/ha. El menor rendimiento se observó con el híbrido Cardenal, que obtuvo una producción de 2.3 t/ha.

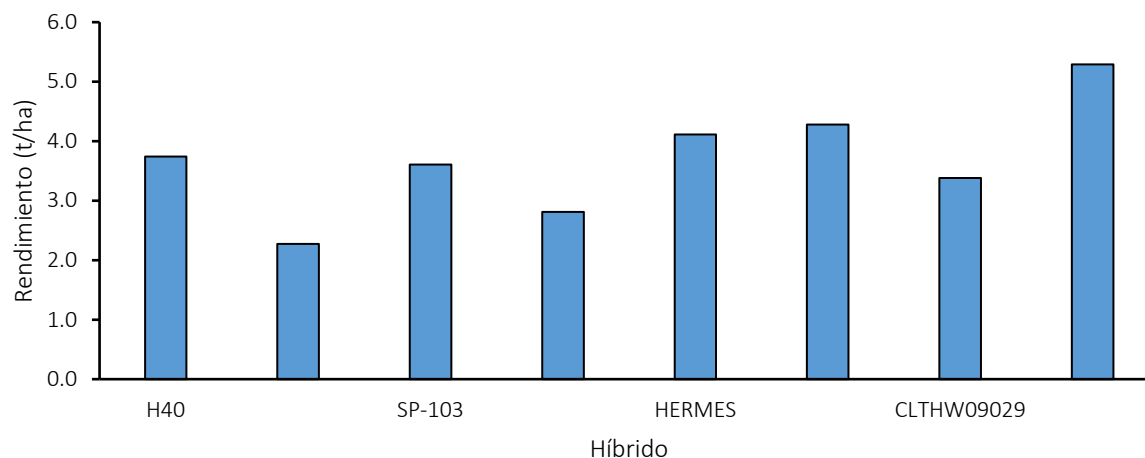


Figura 2. Rendimiento de 8 híbridos de maíz blanco, en camas permanentes angostas, plataforma Amealco de Bonfil, ciclo PV 2018.

En 2017, CHLHW09035 también obtuvo el mayor rendimiento, con un promedio de 10 t/ha, lo anterior pone de manifiesto que este híbrido puede tener un alto potencial para la región de valles altos, aún en condiciones que limiten su desarrollo.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron dos demostraciones de campo el 17 y 23 de agosto con una asistencia total de 37 productores de los municipios de San Juan del Río y Amealco y 6 técnicos. En estos eventos se habló principalmente de Agricultura de Conservación, fertilización integral y manejo de malezas.

Cuadro 2. Resumen de asistentes a eventos en la plataforma de Amealco de Bonfil, PV 2018

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	29	8
Técnicos	6	0
Otros	0	0
Total de asistentes	35	8

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

En el ciclo PV 2018 resultó difícil la producción debido a las condiciones climáticas. Sin embargo, cuando se realiza un manejo integrado del cultivo es posible obtener mayor producción y recuperar la inversión realizada. En la región los puntos críticos son el manejo del riego, manejo de malezas y fertilización. Los resultados obtenidos en el ciclo PV 2018, indican que el sistema de agricultura de conservación genera un menor costo de producción con un rendimiento igual o mayor a lo que se obtiene con el sistema convencional. Por otro lado, la selección de un híbrido con mayor potencial y adaptado a las condiciones de la región permitiría obtener rendimientos más altos y estables. En este sentido, el híbrido CHLHW09035 ha mostrado los mayores rendimientos en dos años consecutivos.



Amealco de Bonfil, Querétaro. 17 de enero de 2018. Siembra en seco de la plataforma Amealco.



Amealco de Bonfil, Querétaro. 6 de abril de 2018. Siembra en seco de la plataforma Amealco.



Amealco de Bonfil, Querétaro. Riego de auxilio aplicado el 11 de junio de 2018.



Amealco de Bonfil, Querétaro. Afectación por granizo el 23 de junio de 2018.



Amealco de Bonfil, Querétaro. Desarrollo del cultivo al 19 de julio de 2018.



Amealco de Bonfil, Querétaro. Demostración en campo de tecnologías sustentables en la plataforma de Amealco, el día 23 de agosto de 2018.



# Cadereyta de Montes, Querétaro – Resultados PV 2018 – Año cuatro

Miguel Ángel Uribe Guerrero y Avelino Espinosa Solorio  
Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro A.C. (SAQ)

## Introducción

En Cadereyta de Montes el clima es predominantemente seco, con una temperatura media de 18°C y una precipitación promedio de 350 mm anuales. En la región el sistema de producción se da bajo el régimen de temporal y los cultivos principales son el frijol y el maíz. En la región se realiza solo barbecho o rastra como preparación del terreno y la siembra se lleva a cabo cuando la tierra da punto, con la humedad residual de las primeras lluvias. Generalmente se utilizan semillas criollas y se siembra en policultivo maíz-frijol-calabaza y no se realizan prácticas de fertilización, control de malezas ni plagas.

La baja precipitación y distribución errática de las lluvias representan las principales limitantes para la producción agrícola, el cultivo se establece en la primera quincena de julio, lo que podría considerarse una fecha tardía y esto origina una merma en el rendimiento del cultivo y ocasionalmente se ve afectado por heladas tempranas. Las lluvias se presentan en menor cantidad de eventos, como fuertes aguaceros, propiciando la erosión del suelo (erosión hídrica por arrastre) y que el agua no se infiltre; aunado a esto, la labranza convencional incrementa aún más la erosión de las tierras agrícolas.

Los tratamientos propuestos en la plataforma abordan estas limitantes con un sistema de Agricultura de Conservación, para disminuir la erosión, conservar la humedad propiciada por las lluvias y disminuir los costos por laboreo de suelo, además de realizar una propuesta de manejo del cultivo para incrementar el rendimiento del maíz y frijol; también se propone la avena como cultivo para la producción de forraje de buena calidad, lo cual facilita que los productores dejen una parte de sus residuos de cosecha para cobertura del suelo al tener forraje disponible. Además, se propone la siembra de cultivos que crecen con humedad residual para obtener dos cosechas en el ciclo agrícola.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma está ubicada en el municipio de Cadereyta, en el estado de Querétaro, entre las coordenadas 20°44'58.82''N, -99°49'21.04''W a 2055 msnm, y se estableció en el ciclo PV 2015. La preparación del terreno en el año cero consistió en barbecho y surcado. La plataforma se implementó en esta zona por la importancia del valle de Cadereyta en la producción de frijol y maíz de temporal, que además es la parte representativa de la región del semidesierto queretano, la cual incluye a los municipios de Ezequiel Montes, Colon, Tolimán, El Marques, Tequisquiapan y Pedro Escobedo.

## Materiales y métodos

### ***Tratamientos***

La plataforma consta de 10 tratamientos en los cuales se compara la intensidad de labranza, la rotación de cultivos (cuadro 1) y manejo de rastrojo, como base del sistema de agricultura de conservación.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma Cadereyta, Querétaro, ciclo PV 2018.

Trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	MF-CC-R	Maíz-Frijol	Camas angostas con labranza convencional	Remover
2	MM-CC-R	Maíz-Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Remover
3	MM-CP-D	Maíz-Maíz	Camas permanentes angostas	Dejar
4	MM-CPA-D	Maíz-Maíz	Camas permanentes anchas	Dejar
5	MA-CPA-D	Maíz-Avena	Camas permanentes anchas	Dejar
6	AM-CPA-D	Avena-Maíz	Camas permanentes anchas	Dejar
7	MF-CPA-D	Maíz- Frijol	Camas permanentes anchas	Dejar
8	FM-CPA-D	Frijol-Maíz	Camas permanentes anchas	Dejar
9	MF-CMA-D	Maíz-Frijol	Camas anchas con labranza mínima	Dejar
10	FM-CMA-D	Frijol-Maíz	Camas anchas con labranza mínima	Dejar

En el área de validación de componentes se evaluaron dos variedades de frijol y dos híbridos de maíz para identificar los materiales más adecuados para la región, en los tratamientos con frijol y avena se sembró garbanzo forrajero para grano con humedad residual y en una parcela aledaña se establecieron 10 líneas de alverjón forrajero (*Lathyrus sativus*) como una alternativa para producción de forraje.

#### **Resumen del ciclo del reporte**

Durante el ciclo PV 2018, de julio a noviembre, la precipitación acumulada fue de 484 mm durante el desarrollo del cultivo. En julio y agosto se presentó un periodo de sequía prolongada, aunque su efecto no fue tan fuerte debido a que el cultivo ya estaba establecido. Los meses de septiembre y octubre fueron los más lluviosos con 190 y 114 mm, respectivamente. En general, se considera que fue un año bueno.

#### **Manejo de la plataforma**

En los tratamientos 1 y 2 la preparación del terreno consistió en realizar un barbecho, en los tratamientos 3 al 8, solo se realizó la reformación de camas, mientras que en los tratamientos 9 y 10 se realizó el paso de un cincel en el fondo del surco, lo cual representa una mínima labranza (rotura vertical) y al mismo tiempo se realizó la reformación de camas anchas. La siembra se realizó después de las primeras lluvias el 2 de julio. Las variedades que se sembraron fueron maíz Cafime con una densidad de siembra de 66,000 semillas/ha, frijol Pinto Saltillo sembrado a una densidad de 40 kg/ha, avena Turquesa sembrada a una densidad de 120 kg/ha. Maíz y frijol fueron sembrados en hilera sencilla a una distancia entre hileras de 0.8 m/hilera y la avena fue sembrada al voleo en camas anchas de 1.6 m.

La dosis de fertilización en todos los tratamientos fue 43-21-10.5 y se aplicó en 2 momentos: uno en la siembra aplicando 70 kg de mezcla física de 15-30-15 y el resto del nitrógeno aplicado en V5 con 70 kg de urea. Además, se realizó una aplicación de fertilizante foliar (2 l/ha de ferviafol). Para el control de plagas se colocaron trampas con feromonas para captura de palomilla de gusano cogollero en el cultivo de maíz y trampas amarillas para el monitoreo y control de picudo y mosquita blanca en el cultivo de frijol. Adicionalmente se realizó la aplicación de cipermetrina 0.5 l/ha para el control de chapulín y picudo. Se realizó la aplicación de glifosato 2 l/ha y 2,4-D amina 1 l/ha para el control de malezas en presiembra. Posteriormente, se realizó la aplicación de finale (1.5 l/ha).

## Resultados

### Ensayo principal

El mayor rendimiento de maíz se obtuvo en monocultivo con siembra en camas permanentes angostas y retención parcial de rastrojo, donde el rendimiento promedio fue de 4,082 kg/ha, seguido por el tratamiento en monocultivo con siembra en camas permanentes anchas que obtuvo 3,821 kg/ha. En los tratamientos con rotación de cultivos el rendimiento fue menor, ya que se obtuvieron 2,906 y 3,014 kg/ha; esto podría estar relacionado con una menor cantidad de rastrojo de los años anteriores. Por otra parte, en labranza convencional, el rendimiento fue de 2,133 kg/ha. Lo anterior hace evidente el efecto del rastrojo en la superficie del suelo sobre la producción de maíz, ya que en los tratamientos con rotación de frijol o avena la cantidad de rastrojo sobre la superficie es menor.

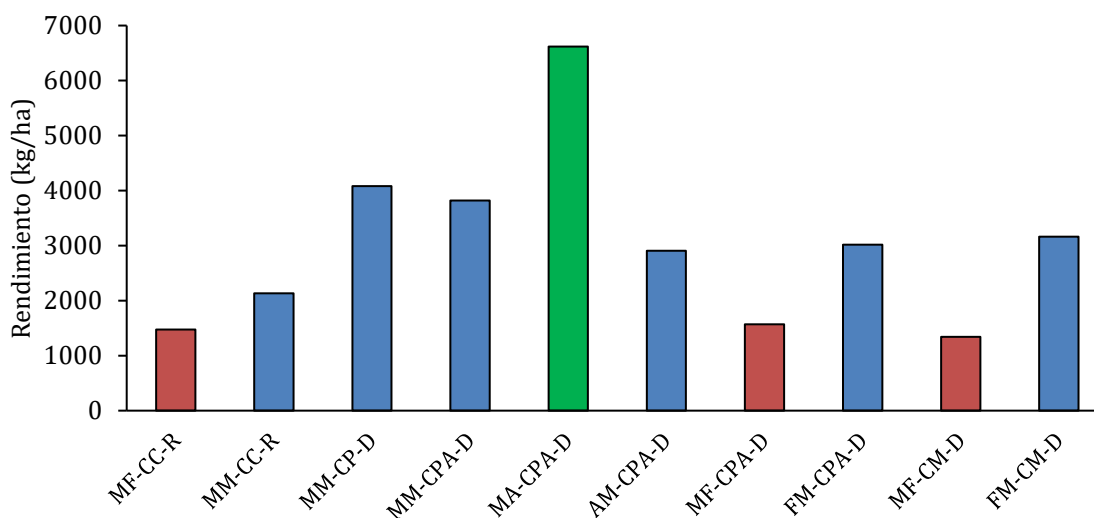


Figura 1. Rendimiento de maíz (grano), avena achicalada (forraje) y frijol (grano) bajo diferentes sistemas de labranza en la plataforma Cadereyta de Montes, ciclo PV 2018. Tratamientos con MA (en verde) fueron sembrados con avena, tratamientos con MF (en rojo) con frijol y el resto con maíz (en azul).

Para frijol, el rendimiento fue mayor en camas permanentes con un rendimiento de 1,569 kg/ha, mientras que en labranza mínima fue de 1,341 kg/ha y de 1,474 kg/ha en labranza convencional.

### Área de validación

Durante tres ciclos continuos el híbrido CRM28 ha mostrado la mayor producción de maíz, superior a Retinto. En cuanto a frijol, la variedad Pinto Raramuri ha obtenido mayor rendimiento que Flor de Junio león.

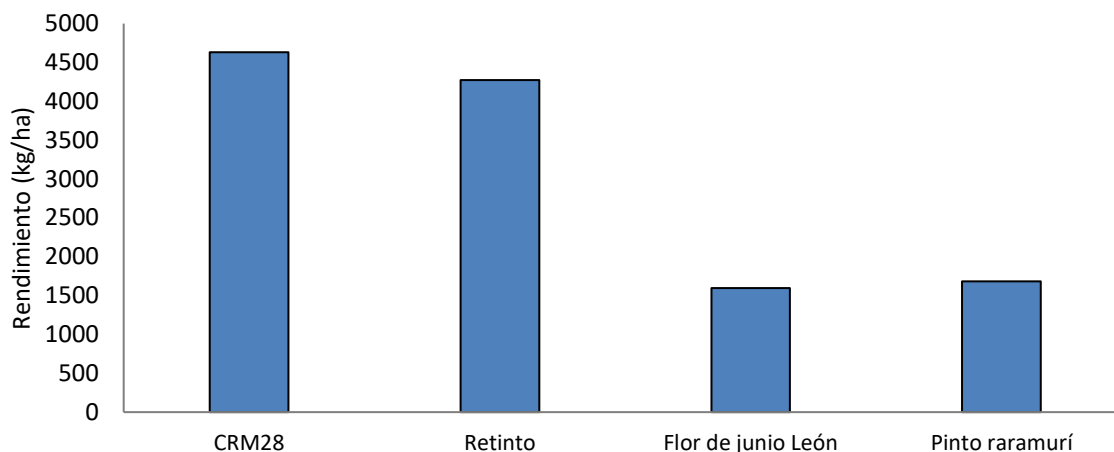


Figura 2. Rendimiento de variedades de frijol e híbridos de maíz bajo agricultura de conservación en la plataforma Cadereyta de Montes, ciclo PV 2018.

### ***Evaluación de 10 líneas de Alverjón forrajero (*Lathyrus sativus*)***

La región entorno a la plataforma contempla un sistema de producción agrícola y ganadera que es la base de la economía local. Sin embargo, la alimentación animal depende de esquilmos y forrajes de poco valor nutritivo y en muchos casos los animales tienden a perder peso cuando su dieta se basa solo en el rastrojo proveniente de la parcela, además existe poca disponibilidad de estos en temporadas de estiaje. Por eso se evaluó el alverjón forrajero (*Lathyrus sativus*) como posible cultivo forrajero para la zona.

El cultivo tiene un amplio rango de adaptación, prospera en cualquier textura de suelo, desde arcillosa hasta arenosa, con pH entre 6.0-7.5, pero es sensitiva a los suelos ácidos. Supera a la mayoría de las leguminosas en la capacidad de producir en suelos de baja fertilidad y tolerar inundaciones, además su gran tolerancia a la sequía, la convierte en una alternativa para las condiciones del semidesierto (Flores-Ortiz *et al.*, 2007). El cultivo muestra una buena adaptación a las condiciones de temporal. En PV 2018, en la plataforma Cadereyta de Montes, el cultivo presentó buena adaptación y un destacado crecimiento, con 484 mm de precipitación en la estación de crecimiento, el rango de producción de forraje seco fue de 2.9 a 9.2 t/ha y de 0.8 a 2.2 t/ha de grano. El cultivo recibió mínimo manejo, con un deshierbe, escarda y sin fertilización. Lo anterior sugiere que podría ser una alternativa para producción de forraje de alta calidad con bajos costos.

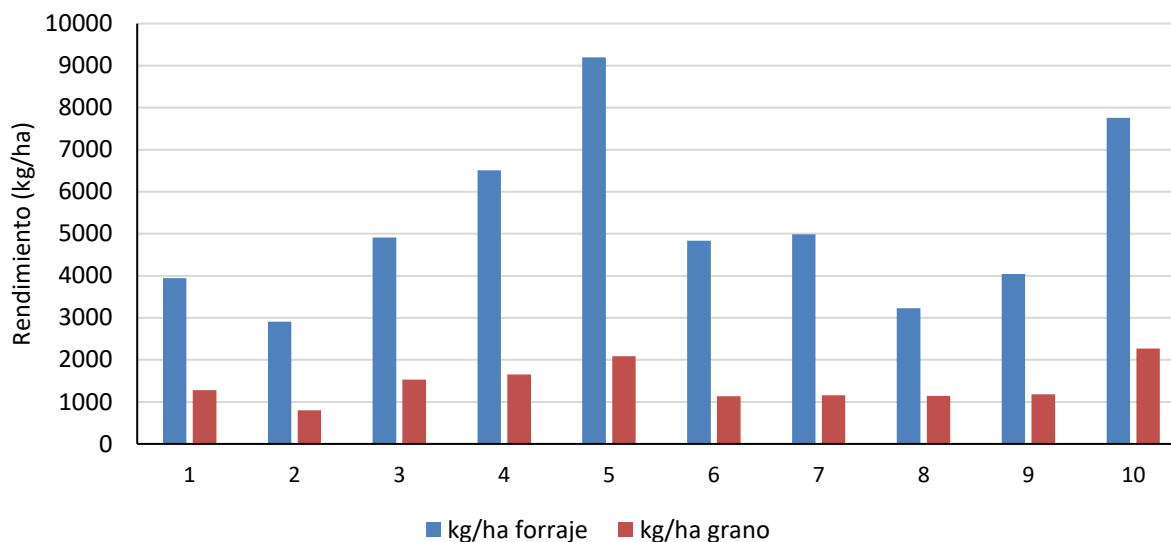


Figura 3. Rendimiento de biomasa y de grano de 10 líneas de alverjón forrajero en Cadereyta de Montes, ciclo PV 2018.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

En el ciclo PV 2018 se realizaron tres eventos demostrativos (una demostración y dos recorridos) en los cuales asistieron un total de 194 asistentes de los cuales la mayoría son productores de temporal de la región y técnicos de las estrategias de extensionismo y de PROAGRO principalmente. El objetivo principal de estos eventos es mostrar a los productores las tecnologías sustentables implementadas en la plataforma como la Agricultura de Conservación, el Manejo Agroecológico de Plagas con el uso de trampas de feromonas sexuales, el uso de variedades y/o híbridos de maíz y frijol adecuados para temporal, fertilización integral con la finalidad de que las adopten a sus sistemas de producción y contribuyan a resolver la problemática de altos costos de preparación del suelo, bajos rendimientos de maíz y frijol así como una óptima retención de la precipitación que se tiene en la región de temporal con la cosecha de agua in situ.

Cuadro 2. Resumen de asistentes a la plataforma de Cadereyta de Montes, Querétaro en 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	98	61
Técnicos	22	7
Otros	2	4
<b>Total de asistentes</b>	<b>122</b>	<b>72</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Los mejores tratamientos en rendimiento de maíz son MM, CP, D y MM, CPA, D que son aquellos en donde hay una mayor cantidad de residuos de la cosecha anterior, es decir en los tratamientos de monocultivo de maíz, ya que cubren mejor el suelo lo que permite que la humedad se aproveche al máximo por los cultivos.



Cadereyta de Montes, Querétaro. Acondicionamiento de camas permanentes, acamado de rastrojo.



Cadereyta de Montes, Querétaro. Aplicación de herbicida en presiembra.



Cadereyta de Montes, Querétaro. Desarrollo de los cultivos bajo el sistema de agricultura de conservación.



Cadereyta de Montes, Querétaro. Desarrollo de garbanzo forrajero en humedad residual.



Cadereyta de Montes, Querétaro. Estimación de rendimiento de alverjón forrajero.



# Epitacio Huerta, Michoacán – Resultados PV2018 – Año cinco

Marcelo Martínez Muñoz y Alejandra Zazueta Martínez

Servicios Profesionales Integrales para la Innovación y Gestión Agropecuaria S.C. (SPIIGA SC)

## Introducción

El área de influencia de la plataforma de investigación de Epitacio Huerta, Michoacán se encuentra al Oriente del estado de Michoacán, en los municipios de Epitacio Huerta, Contepec, Maravatio y Tlalpujahuá así como Coroneo en el estado de Guanajuato y Amealco del estado de Querétaro, esta región se caracteriza por ser una zona templada, con más de 800 mm de precipitación anual con una temperatura promedio de 16°C, y con altitud que van de 2300 a 2700 msnm.

El maíz es el principal cultivo sembrado en esta región en primavera-verano, representa la base de la alimentación humana y ganadera además de una fuente de ingreso para los productores. El sistema de producción se basa en punteo de riego (un riego para la nacencia) donde el agua usada depende de presas y bordos. También se usan pozos con mejores condiciones para riego, de igual forma se realiza un riego de nacencia, pero presenta costos de producción más elevados por el uso de este recurso. Las siembras se realizan de marzo-mayo, siendo abril el mes más importante para esta actividad. Las lluvias se establecen en el mes de junio, es por esta razón que se considera que es un sistema de producción bastante vulnerable al temporal, además presenta otras limitantes como la baja fertilidad de suelo, pH ácido, materia orgánica baja, labranzas excesivas, monocultivo con maíz y problemas con control de malezas. Por lo anterior, se considera que es una ventana de oportunidad para el desarrollo y transferencia de tecnologías sustentables como son: la Agricultura de Conservación, fertilización balanceada, mejoradores de suelo, rotación de cultivos entre otras; que de alguna forma permitan aprovechar de mejor manera el agua disponible y hacer menos vulnerable y estable el sistema de producción.

La rotación de cultivos ayuda a moderar y mitigar posibles problemas de malezas, enfermedades y plagas; proporciona a los productores opciones económicamente viables que minimicen los riesgos. Tal es el caso de los cultivos forrajeros, donde aparte de reducir los riesgos económicos, son de ciclo más corto y en donde se pueden estar obteniendo dos cosechas en comparación con el maíz, así también es más eficiente los espacios productivos.

El objetivo de la plataforma es evaluar el efecto económico y productivo de diferentes sistemas de labranza en maíz y opciones de rotación de cultivos forrajeros/granos, para dar alternativas sustentables a los productores de la región Oriente del Estado de Michoacán.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación se ubica en el predio el lindero, ubicado en el Ejido Salitrillo, Epitacio Huerta, 20°07'25.27" N, 100°18'47.93" W a 2,375 msnm. Presenta un suelo franco arcillo arenoso, con una fertilidad media. En 2014, se establecieron seis tratamientos, en base a rotación de cultivos, AC, tipos de labranza y cantidad de rastrojo. En 2018 se realizó nivelación de suelo, aplicación de cal y yeso agrícola y reestructuración de los tratamientos. Esta plataforma la opera técnicos del despacho Servicios

Profesionales Integrales para la innovación y gestión Agropecuaria SC (SPIIGA SC) en conjunto con el productor Arturo Becerra Saldaña.

## Materiales y métodos

### Tratamientos

En el ciclo de producción PV 2018 se reestructuró, con un diseño experimental de bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 2 repeticiones. La unidad experimental consta de 8 camas angostas de 80 cm o bien 4 camas anchas de 160 cm de ancho, por 100 m de largo.

Cuadro 1. Tratamientos establecidos en la plataforma Epitacio Huerta, Michoacán, en el ciclo PV 2018.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	MM-CC-R	Maíz-Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Retirar
2	MM-CP-P	Maíz-Maíz	Camas permanentes angostas	Parcial
3	MTT-CPA-P	Maíz-Triticale/Trigo	Camas permanentes anchas	Parcial
4	TTM-CPA-P	Triticale/Trigo-Maíz	Camas permanentes anchas	Parcial
5	MHA-CP-P	Maíz-Avena/Haba	Camas permanentes angostas	Parcial
6	HAM-CP-P	Avena/Haba-Maíz	Camas permanentes angostas	Parcial

Abreviaciones: M = maíz, H = haba, A = avena, T = Triticale, LC = labranza convencional con camas angosta, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, R = remover rastrojo, y P = dejar el rastrojo a la altura de la mazorca.

Se evalúa el efecto a largo plazo de dos prácticas de labranza (labranza convencional, camas permanentes), rotación de cultivos y manejo de rastrojos. Los tratamientos MM-CC-R, MM-CP-P, MTT-CPA-P y MHA-CP-P se establecieron con el cultivo de maíz. El TTM-CPA-P con triticale para forraje verde en ciclo uno y para grano en ciclo dos. HAM-CP-P, avena con ebo, para forraje verde en el primavera-verano y haba en el segundo ciclo.

En el área de validación se evaluó la labranza vertical en el cultivo de maíz.

### Resumen del ciclo del reporte

En el ciclo de producción PV 2018 de acuerdo al protocolo de investigación se reestructuró la plataforma, en año cero en todos los tratamientos, se niveló el predio y se le aplicaron mejoradores de suelo a todos los tratamientos.

Durante el desarrollo de los cultivos en la plataforma de investigación y en la región se presentaron algunos fenómenos que repercutieron directamente en el proceso de producción. Viéndose afectado principalmente el cultivo de maíz, debido inicialmente por la tardanza de la lluvia y posteriormente por la cantidad y el tiempo de lluvias.

### Manejo de la plataforma

La preparación del suelo se realizó con rastra, subsuelo, barbecho, rastra, nivelación y posteriormente se subsoléo, se incorporaron mejoradores de suelo (carbonato de calcio 1000 kg/ha y yeso agrícola 300 kg/ha) y se rastreó, para posteriormente realizar un riego de nacencia.

Los tratamientos MM-CC-R, MM-CP-P, MTT-CPA-P y MHA-CP-P se establecieron con el cultivo de maíz; se empleó el híbrido de maíz Albatros (Asgrow) con una densidad de siembra de 84 mil semillas/ha, sembrado el 11/05/2018; la fertilización fue con la fórmula 147-23-63+microelementos; aplicada en momentos 0 y 53 días después de la siembra (DDS). El manejo de malezas fue con Laudis (Tembotrione 34.5%) + Sellanex® 90 WG (Atrazina). El manejo de plagas principalmente las de suelo fueron con el tratamiento a la semilla Allectus 0.5 l/ha (Bifentrina + Imidacloprid) mas 0.5 l/ha de Río Bravo (*Glomus spp* y *Azospirillum spp*).

Para la rotación de cultivos se establecieron dos cultivos, el primero para forraje y el segundo para grano. El TTM-CPA-P con triticale para forraje verde en ciclo uno y para grano en ciclo dos. HAM-CP-P, avena con ebo, para forraje verde en el ciclo uno y haba en ciclo dos. En el primer ciclo se empleó la variedad Bicentenario en triticale con una densidad de siembra de 140 kg/ha, y 120 kg/ha de avena variedad Chihuahua más 40 kg/ha de ebo sembrado el 11/05/2018. La fertilización fue con la fórmula 74-21-30+microelementos; aplicada en momentos 0 y 53 DDS. En el segundo ciclo se realizó la siembra directa y se controló malezas con Faena Fuerte® y se empleó la variedad Bicentenario en triticale con una densidad de siembra de 140 kg/ha, y haba criolla con una densidad de siembra de 60 mil semillas/ha, sembrado el 04/08/2018, con fertilización de la fórmula 18-46-00; aplicada en un momento 0 DDS, para el cultivo de triticale fue con la fórmula 90-23-00; aplicada en dos momentos 0 y 53 DDS.

### Resultados

El rendimiento de maíz fluctuó de 6.5 t/ha a 8.9 t/ha; sin embargo, al ser año cero el efecto está más relacionado con la variabilidad del terreno y el efecto de los ciclos anteriores en AC (Figura 1), ya que la preparación del suelo y el manejo fue similar en todos los tratamientos. En cuanto al triticale, este obtuvo un rendimiento de 3.9 t/ha de grano, en un ciclo de 160 días.

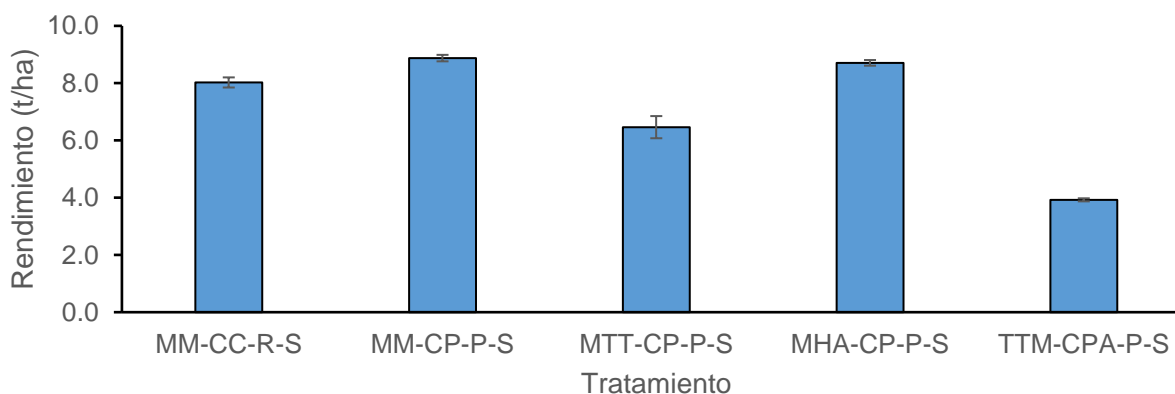


Figura 1. Rendimiento de grano en maíz y triticale en la plataforma Epitacio Huerta, en 2018. Abreviaciones: M = maíz, H = haba, A = avena, T = Triticale, CC = labranza convencional con camas angosta, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, R = remover rastrojo, y p = dejar rastrojo a la altura de la mazorca.

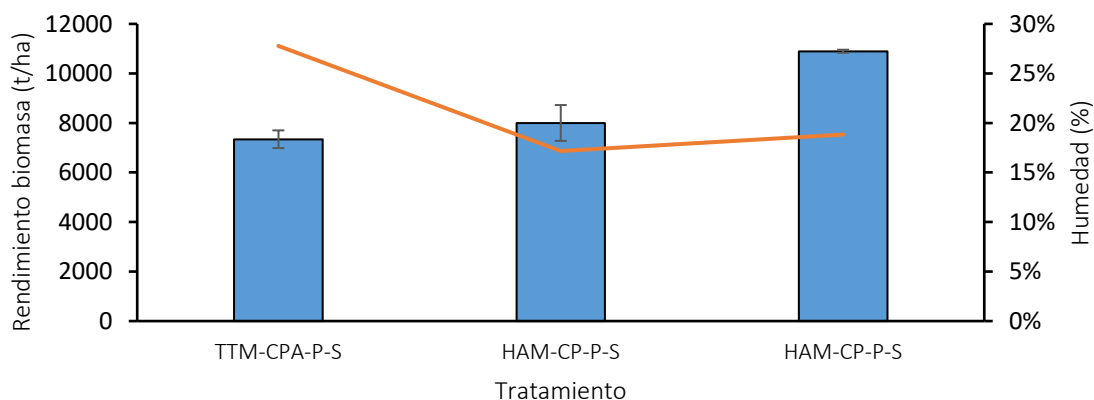


Figura 2. Rendimiento de forraje en base seca de triticale, avena y haba en la plataforma Epitacio Huerta, en 2018. Abreviaciones: M = maíz, H = haba, A = avena, T = Triticale, CC = labranza convencional con camas angostas, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, R = remover rastrojo, y P = dejar rastrojo a la altura de la mazorca.

En cuanto a la producción de forraje, la avena+ebo produjo 8 t/ha de materia seca y fue mayor la producción que en triticale. El haba se cosechó para forraje y obtuvo 10.9 t/ha en un ciclo de 154 días.

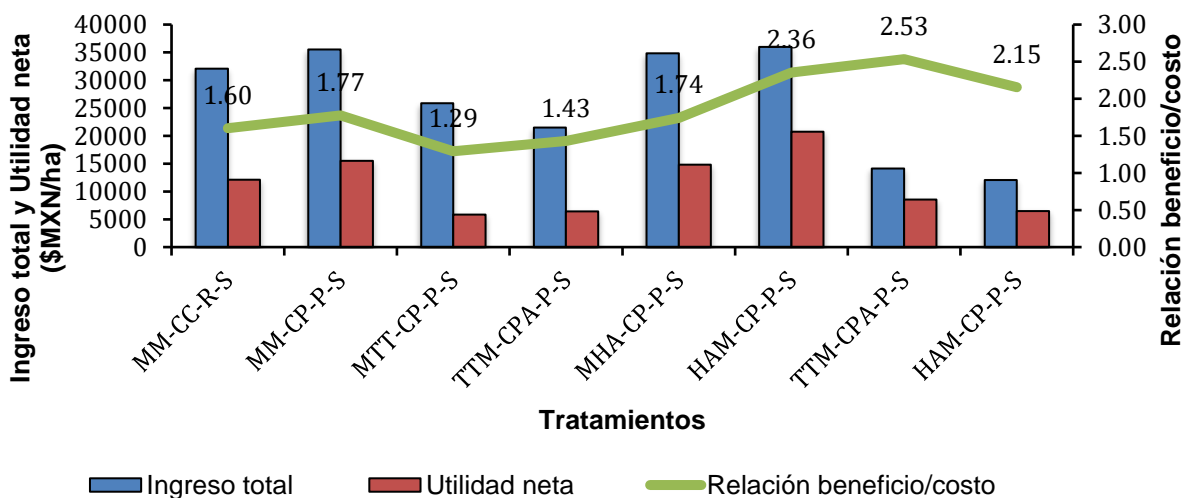


Figura 3. Utilidad neta en maíz y cultivos alternativos. Abreviaciones: M = maíz, H = haba, A = avena, T = Triticale, CC = labranza convencional con camas angostas, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, R = remover rastrojo, P = dejar rastrojo, 1 = ciclo uno y 2 = ciclo dos.

El mayor costo de producción fue para los tratamientos establecidos con maíz con un gasto de \$ 20,002.00 MXN/ha; mientras que TTM-CPA-P y MHA-CP-P en el primer ciclo fue de \$15,022.00 MXN/ha y en el segundo ciclo con \$5,575.00 y \$5,600.00 MXN/ha, respectivamente (cuadro 2). En las actividades agronómicas del cultivo de maíz, los mayores costos de producción lo representan la preparación del suelo

con más del 34% ya que es año cero, seguido de la fertilización con más del 26%, que en conjunto constituyen más del 60% del costo total.

En cuanto a la utilidad del cultivo de maíz, esta fluctuó de \$5,800 MXN/ha a \$15,400 MXN/ha con una relación beneficio costo de 1.3 a 1.8. Sin embargo, en el año agrícola, la mayor utilidad se obtuvo en el tratamiento de avena en el primer ciclo y haba para forraje en el segundo, con una utilidad de \$27,179 MXN/ha y relación beneficio costo de 2.3.

**Cuadro 2. Costos de producción y utilidad neta en cultivo de maíz y cultivos alternativos, bajo tres sistemas de labranza**

Tratamiento	MM-CC-R	MM-CP-P	MTT-CPA-P	TTM-CPA-P-1	MHA-CP-P	HAM-CP-P-1	TTM-CPA-P-2	HAM-CP-P-2
Preparación suelo	\$6,900	\$6,900	\$6,900	\$6,900	\$6,900	\$6,900	\$0	\$0
Siembra	\$3,354	\$3,354	\$3,354	\$1,680	\$3,354	\$1,940	\$1,680	\$2,200
Fertilización	\$5,383	\$5,383	\$5,383	\$3,242	\$5,383	\$3,242	\$1,895	\$900
Manejo de malezas	\$1,415	\$1,415	\$1,415	\$0	\$1,415	\$0	\$500	\$500
Manejo de plagas y enfermedades	\$250	\$250	\$250	\$0	\$250	\$0	\$0	\$0
Riego	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$0	\$0
Cosecha	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$2,000	\$1,500	\$2,000	\$1,500	\$2,000
Costo de producción	\$20,002	\$20,002	\$20,002	\$15,022	\$20,002	\$15,282	\$5,575	\$5,600
Rendimiento (kg/ha)	8,024	8,874	6,475	7,342	8,708	8,000	3,285	10,896
Precio venta (t)	\$3,900	\$3,900	\$3,900	\$2,333	\$3,900	\$2,333	\$5,000	\$1,500
Ingreso	\$31,294.69	\$34,609.94	\$25,253.80	\$17,129.82	\$33,961.94	\$18,663.35	\$16,427.06	\$16,343.54
Utilidad neta	\$11,292	\$14,608	\$5,251	\$2,108	\$13,960	\$3,382	\$10,852	\$10,744
Relación Beneficio/Costo	1.56	1.73	1.26	1.14	1.70	1.22	2.95	2.92

Abreviaciones: M = maíz, H = haba, A = avena, T = Triticale, CC = labranza convencional con camas angosta, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, R = remover rastrojo, P = dejar rastrojo, 1 = ciclo uno y 2 = ciclo dos.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

En 2018 se realizaron 3 eventos en la plataforma que involucraron, talleres, demostraciones y recorrido. Se tuvo un total de asistencia de 53 participantes que cubren un área de 3 municipios; Epitacio Huerta y Contepec Michoacán, así como Coroneo, Guanajuato donde 2 de los 3 municipios son representativos del oriente de Michoacán. Del total de asistentes 46 fueron varones y 8 mujeres (cuadro 3).

Cuadro 3. Participantes en la plataforma PV 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	33	4
Técnicos	12	4
Otros	1	0
Total de asistentes	46	8

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Los mayores costos de producción son preparación de suelo ya que es año cero y fertilización por un costo extra de mejoradores de suelo que en conjunto constituyen más del 60% del costo total. La utilidad neta se vio favorecida por el costo de venta de grano.

La rotación de cultivos con forraje es una alternativa productiva ya que son ciclos de producción cortos y en donde se puede obtener dos cosechas al año, además de que está ligado al aspecto social donde la ganadería extensiva representa una importante fuente de ingresos para el productor en la región.

Los efectos del cambio climático influyen directamente en la producción agrícola de la región, debido a la ausencia de lluvia y posteriormente con precipitaciones altas en corto tiempo en épocas críticas del desarrollo de los cultivos y con una mala distribución de la misma; esta condición afecta de igual forma a la plataforma, por el exceso de lluvia en corto tiempo y la escasez de agua en épocas tempranas del cultivo, esto ocasionó que no exprese sus máximos potenciales.



Epitacio Huerta, Michoacán. Nivelación de plataforma, 27 de marzo 2018.



Epitacio Huerta, Michoacán. Realización del subsuelo, 21 de abril 2018.



Epitacio Huerta, Michoacán. Aplicación de yeso y cal agrícola, 10 de abril 2018.



Epitacio Huerta, Michoacán. Calibración de sembradora, 11 de mayo 2018.



Epitacio Huerta, Michoacán. Desarrollo del cultivo de maíz y avena/ebo, 26 de junio 2018.





Epitacio Huerta, Michoacán. Siembra del segundo ciclo de producción del cultivo de triticale, 04 de agosto 2018.



Epitacio Huerta, Michoacán. Desarrollo triticale de la segunda siembra en plataforma, 29 de octubre 2018.



Epitacio Huerta, Michoacán. Desarrollo del cultivo de haba (segunda siembra), 04 de diciembre del 2018.

# Indaparapeo, Michoacán – Resultados PV 2018 – Año siete

Helios Escobedo Cruz<sup>1</sup>, Fernando Bahena<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Red\_Innovac

<sup>2</sup>INIFAP

## Introducción

La plataforma de investigación está ubicada en el municipio de Indaparapeo en el estado de Michoacán, entre las coordenadas 19° 47' 51" N, 100° 57' 41" W a 1888 msnm. La parcela de investigación pertenece al Sr. Francisco Rodríguez López, productor cooperante. Como un espacio destinado a la investigación y a la generación de conocimientos, datos e información que promueven el desarrollo y adaptación de los sistemas productivos y las tecnologías que mejor se adapten a la zona. La plataforma de temporal en Indaparapeo, se estableció con diferentes ensayos bajo el sistema de Agricultura de Conservación. Los sistemas de labranza evaluados son: camas permanentes angostas y anchas, en comparación con el sistema de labranza convencional. Además, se evalúa el efecto del "silo de agua", demandado por la necesidad de mantener humedad en el suelo. Este tratamiento se estableció en camas permanentes anchas; supliendo el sistema de siembra con cero labranza en plano, que durante dos años consecutivos mostró el menor rendimiento, en comparación con los otros sistemas. Esta plataforma tiene los objetivos de dar seguimiento a la evaluación de los sistemas alternativos de producción (arreglos topológicos), con base en agricultura sustentable y desarrollar e implementar acciones de aprendizaje; comprensión, conocimiento, habilidades, transformación, adopción y divulgación en tecnologías sustentables que se desarrollan en la plataforma de temporal, a productores, técnicos y estudiantes.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación tiene cinco años de trabajo colaborativo con productores, técnicos, estudiantes, investigadores, etc... Los primeros ensayos establecidos fueron los sistemas de labranza (cuatro tratamientos con cuatro repeticiones aleatorizadas) agricultura de conservación y agricultura convencional, arreglos topológicos: camas anchas en sistema de conservación y convencional, camas angostas en conservación y camas anchas más silos de agua, esta tecnología se propuso por el comité de productores dos años después del establecimiento de la plataforma. La toma de decisiones y la planeación de los ensayos es un trabajo de todos, es decir, se convoca a productores, técnicos e investigadores para seleccionar aquellas tecnologías adecuadas a la zona y de acuerdo a las necesidades de los productores y la disponibilidad de insumos. Los resultados de las investigaciones que se han realizado de manera consecutiva durante cinco años en la plataforma de investigación de temporal, nos permiten asegurar el funcionamiento de las tecnologías al momento de su difusión e implementación, su adaptación y rentabilidad.

## **Materiales y métodos**

### ***Tratamientos***

Se evalúan 3 tratamientos bajo el sistema de agricultura de conservación y un testigo: T1 camas permanentes anchas, T2 camas permanentes angostas, T3 camas permanentes anchas + silos de agua y T4 camas anchas con labranza convencional. Se estableció en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos a largo plazo evaluados en la plataforma de temporal Indaparapeo.

No. de trat.	Abreviatura	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Silos de agua
1	LC-I-N	Labranza Convencional	Incorporado	No
2	CPA-D-S	Camas permanentes anchas (160 cm)	Dejar	Si
3	CP-D-N	Camas permanentes angostas (80 cm)	Dejar	No
4	CPA-D-N	Camas permanentes anchas (160 cm)	Dejar	No

### **Área de validación**

En el área de validación se tienen cuatro ensayos en donde evalúan variedades de frijol e híbridos de maíz. En el primer ensayo se evaluaron las variedades de Frijol pinto Saltillo, Flor de mayo Eugenia y Frijol Peruano. En el segundo ensayo se evaluó el híbrido P3015W después de 5 variedades de frijol del año anterior. En el tercer ensayo se evaluaron híbridos nacionales Regal, Odín blanco y Odín amarillo en comparación con P3015W. En el cuarto ensayo se evaluaron los híbridos P2361W y P3015W. Todos los ensayos se evaluaron en camas permanentes después de maíz con 100% del rastrojo del cultivo anterior desvarado.

### **Resumen del ciclo del reporte**

Las condiciones climáticas del ciclo primavera verano 2018 fueron atípicas, la distribución de la precipitación fue irregular durante el ciclo; se presentaron periodos de extrema sequía y con excesiva humedad, en consecuencia, se dieron las condiciones para el desarrollo de enfermedades y plagas, la disminución del rendimiento y muerte de plantas, dificultad para el laboreo de las parcelas y presencia de malezas. Estas condiciones no permitieron un buen establecimiento del cultivo y la densidad de población fue baja. El exceso de humedad dificultó la cosecha y generó compactación durante este periodo.

### **Manejo de la plataforma**

La preparación del suelo en el ensayo de sistemas de labranza, específicamente para el sistema de agricultura de conservación, únicamente se reformaron las camas y surcos; las camas anchas se perfilaron a 1.60 m entre una y otra y las camas angostas a 0.8 m de distancia. Para el testigo se dio un pase de rastra profunda de aproximadamente 20 a 30 cm con el objetivo de la inversión total del prisma del suelo, y posteriormente se realizó la formación de camas. Este proceso se hizo en la última semana de enero, aprovechando la humedad residual que facilita el trabajo con maquinaria en suelos pesados y con dureza.

La siembra de maíz se realizó el 24 de mayo de 2018 con una densidad de siembra de 82,250 semillas/ha. La maquinaria que se utilizó fue una sembradora cero labranza “sembradoras del bajío” de cuatro cuerpos. El depósito de la semilla fue de 1 semilla por golpe a una distancia de 15.19 cm entre plantas, a una profundidad aproximada de 7 a 10 cm. Por otro lado, la siembra de frijol se realizó el 25 de julio de 2019.

La primera fertilización de maíz fue durante la siembra (enterrada en el suelo) utilizando la tolva de fertilizantes integrada en la sembradora. Se aplicaron 250 kg de sulfato de amonio, 100 kg de fosfato diamónico, 50 kg de cloruro de potasio, 20 kg de sulfato de zinc y 20 kg de micromix. A los 35 días después de la siembra (dds) se aplicó una segunda fertilización de manera manual durante la etapa del desarrollo

del cultivo, se utilizaron 500 kg de sulfato de amonio. La fórmula fue 199.5-36-60. En frijol se aplicaron 100 kg/ha de sulfato de amonio y 50 kg/ha de DAP, al momento de la siembra.

La preparación del terreno con herbicidas, para la siembra de maíz, fue el 27 de marzo de 2018. El producto químico aplicado fue *Glifosato* a una dosis de 2 l/ha más sulfato de amonio al 2% como acondicionador del agua. Esta aplicación fue con bomba pegada al tractor con 16 salidas. La segunda aplicación de herbicidas fue a los 18 dds del selectivo Tembotrione más Atrazina a una dosis de 1 l/ha y 1 kg/ha. Para frijol se aplicó 0.5 l/ha Sempra (Halosulfuron) y 1 l/ha de Fusilade (fluazifop).

Se establecieron nueve trampas de feromona sexual para el monitoreo y manejo del adulto de gusano cogollero (*S. frugiperda*), específicamente, a 50 m entre trampas y a lo largo de la parcela en el cultivo de maíz. Estas trampas fueron monitoreadas cada tercer día. El 27 de junio de 2018 se hizo la primera aplicación de *Spinetoram* (químico de bajo impacto) para disminuir las afecciones causadas por el gusano cogollero. Se hizo una segunda aplicación química de *Benzoato de emamectina* (químico de bajo impacto) a los 42 días después de la primera aplicación. Ambas aplicaciones químicas fueron con bomba de mochila manual y determinadas por muestreos en el cultivo. En frijol se realizó la aplicación de cipermetrina para manejo de mosca blanca.

La cosecha del maíz fue el 17 de diciembre de 2018. Antes de la cosecha mecánica, se hizo un muestreo manual para la estimación del rendimiento y toma de datos. El frijol se perdió por exceso de humedad.

## Resultados

### Ensayo principal

La plataforma de temporal de Indaparapeo tiene cinco años en el sistema de Agricultura de Conservación, por lo que existen cambios considerables ocasionados por el sistema. Durante este periodo se ha comprobado la rentabilidad de la siembra en camas permanentes. Durante el ciclo primavera-verano 2018, el sistema con siembra en camas permanentes anchas obtuvo el mayor rendimiento con una producción de 5.9 t/ha, mientras que en labranza convencional fue de 5.6 t/ha.

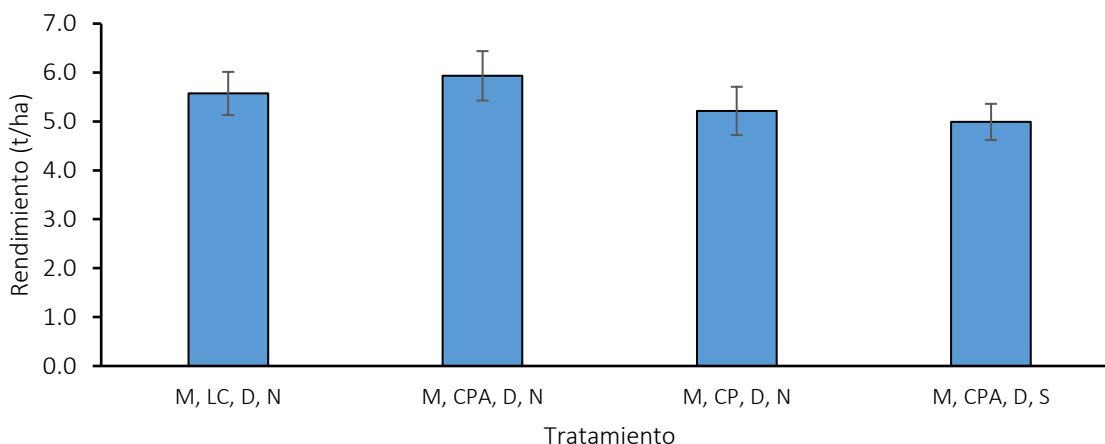


Figura 1. Rendimiento de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. Plataforma Indaparapeo, Michoacán.

Ciclo primavera-verano 2018. M=maíz, LC= labranza convencional, CPA= camas permanentes anchas, CP= camas permanentes angostas, D= dejar todo el rastrojo, N= sin silos de agua y S= con silos de agua.

Los costos de producción fueron de \$17,405.5 en labranza convencional y \$15,821.7 para la siembra en camas permanentes, sin embargo, la relación beneficio/costo fue de 1.23 en camas permanentes, mientras que en labranza convencional fue de 1.12. Los factores climáticos limitaron el crecimiento y desarrollo del cultivo, la pérdida de plantas por sequía y la presencia de plagas y malezas por la humedad excesiva contribuyeron al resultado final.

### Área de validación

Se evaluó una variedad de temporal como lo es el P2361W en comparación con una variedad intermedia que es el P3015W de mayor costo y recomendada para una agricultura de riego. El rendimiento promedio fue de 12.1 t/ha en el P3015W y 12.8 t/ha en la variedad P2361W. De esta manera se demostró el potencial de la variedad temporalera que es más económica y con mejor rendimiento. La evaluación de híbridos comerciales de mayor consumo en la zona nos permite recomendar una variedad de acuerdo a su potencial productivo. En la zona, el maíz P3015W es el de mayor consumo, sin embargo, este maíz es de ciclo intermedio mayormente recomendado para la producción bajo sistemas de riego y es de mayor costo. La variedad P2361W es un maíz de temporal o temporalero de menor costo. En este ensayo se evaluaron ambos potenciales, de esta manera podemos decir que el maíz específico para la producción de temporal tiene mayor rendimiento que el maíz de mayor uso local.

Por otro lado, los rendimientos de los híbridos nacionales fueron de 4.1 t/ha para el maíz Regal y Odín blanco y 3.7 t/ha para Odín amarillo, mientras que el testigo P3015W obtuvo 4.4 t/ha. En esta área, el cultivo sufrió mayores afectaciones que el resto de los ensayos.

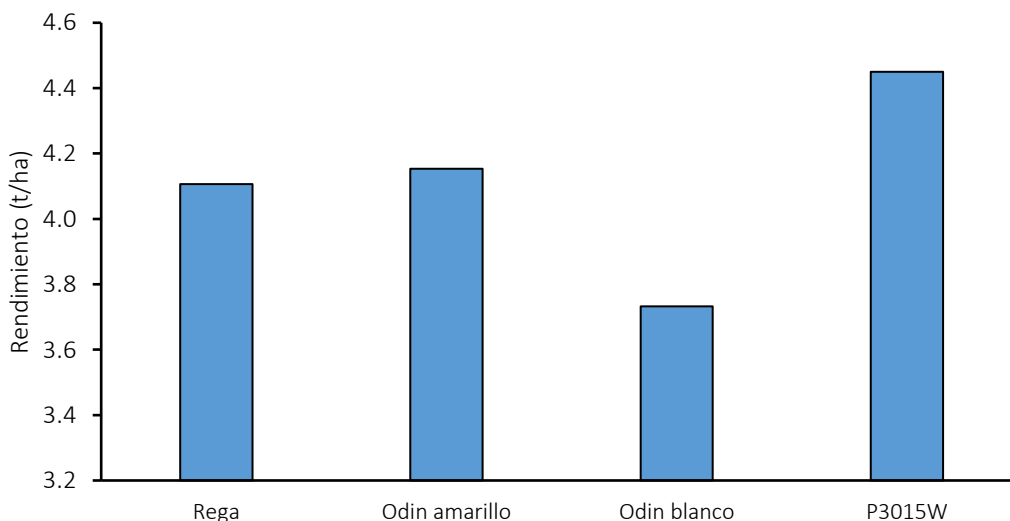


Figura 2. Rendimiento de híbridos de maíz de empresas nacionales, bajo agricultura de conservación en plataforma Indaparapeo, ciclo PV 2018.

De manera general el rendimiento de maíz es bajo, la problemática climática y todo lo que esta implica contribuyeron en gran parte en el resultado final. El propósito del ensayo fue encontrar variedades

capaces de competir con el híbrido comercial de la zona. Estas variedades son más económicas; no obstante, el mayor rendimiento del híbrido testigo compensa el sobre precio de la semilla.

### Monitoreo de adultos de gusano cogollero

Como parte del trabajo colaborativo con INIFAP, en esta parcela de investigación, se establecieron 9 trampas con feromona sexual para el control y monitoreo del adulto macho del gusano cogollero (*S. frugiperda*). Durante cinco años esta evaluación ha sido continua y comparativa. En el ciclo primavera verano 2018 obtuvimos los siguientes resultados.

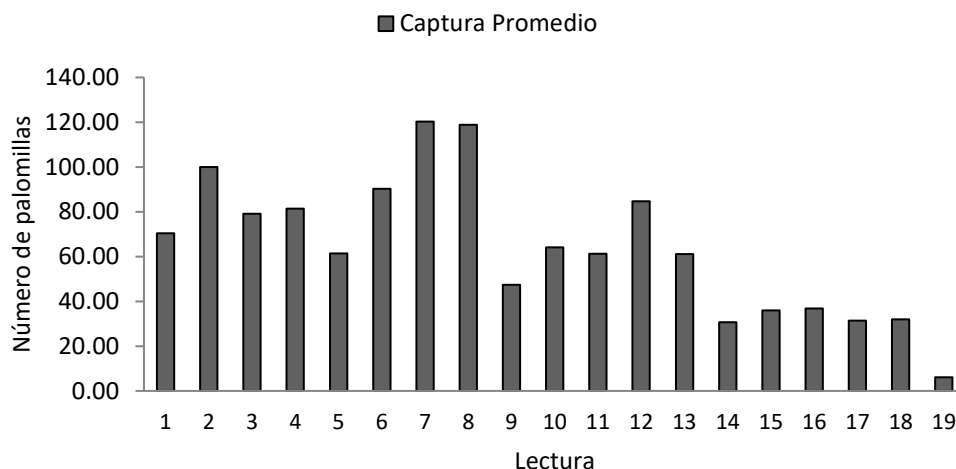


Figura 3. Captura de palomillas macho del adulto de gusano cogollero por trampa durante el periodo de desarrollo del cultivo, los conteos se realizaron dos veces por semana.

La captura promedio de las trampas en los veranos de mayor colecta es de 120 palomillas por trampa y 6 palomillas por trampa para aquellas de menor captura.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

En la plataforma se hicieron 4 días de campo (cuadro 2) y dos recorridos (cuadro 3).

Cuadro 2. Días de campo realizados en Plataforma

Fecha	Nombre	Participantes en eventos	en	Número hombres	Número mujeres	Total
21 de agosto	Demostración de campo plataforma de temporal Indaparapeo	Técnicos y productores	y	26	03	29
22 de agosto	Demostración de campo plataforma Indaparapeo	Técnicos y Productores	y	16	03	19
29 de octubre	Día de Campo en Plataforma de Temporal Indaparapeo	Estudiantes y Productores	y	32	8	40
19 de noviembre	Intercambio tecnológico en la plataforma Indaparapeo	Productores		16	03	19
Total				90	17	107

Cuadro 3. Recorridos realizados en la plataforma de Indaparapeo, 2018.

Fecha	Nombre	Participantes	en	Número	Número	Total
		eventos		hombres	mujeres	
22 de agosto	Recorrido de campo plataforma temporal Indaparapeo	Estudiantes y técnicos	y	15	03	18
01 de diciembre	Recorrido mostrando alternativas sustentables de producción	Productores		21	03	24
Total				36	6	42

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

El sistema de agricultura de conservación aunado a los arreglos topológicos, en este caso, camas anchas establecidos en la parcela de investigación en Indaparapeo, son una alternativa que nos permitirá recuperar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, la conservación del agua y además aumentar los valores de materia orgánica. Los resultados se han mostrado variables dependiendo del año y la precipitación, siendo un factor determinante la disponibilidad de humedad, ya que las camas anchas mantienen mayor humedad, pero si el ciclo es lluvioso no marca diferencia.





Indaparapeo, Michoacán. Preparación del terreno reformación de camas, 27 de abril de 2018.



Siembra de híbridos comerciales de maíz en plataforma de temporal Indaparapeo, 24 de mayo de 2018.



Fomentando la inclusión social durante el establecimiento de trampas de feromona sexual, 26 de mayo de 2018.



Indaparapeo, Michoacán. Desarrollo del cultivo del día 19 de junio de 2018.



Indaparapeo, Michoacán. Trampas con feromona sexual para captura de adultos macho de gusano cogollero, 27 de junio de 2018.



Indaparapeo, Michoacán. Emergencia del cultivo de maíz en los sistemas de labranza, 8 de junio de 2018.



Indaparapeo, Michoacán. Recorrido por la plataforma de temporal Indaparapeo, 22 de agosto de 2018.

# Ocotlán, Jalisco - Resultados PV2018 y OI2018-2019 – Año dos

José de Jesús Tomas Avalos Ruiz  
Xochicentli AC

## Introducción

En la región Ciénega del estado de Jalisco, se destina el 65.5% de su superficie a actividades agropecuarias entre las que destaca la producción de maíz grano, la cual, aporta el 65.2% del total del valor de la producción regional. Sin embargo, a pesar de que la región se ubica entre las de mayor productividad de maíz en el ámbito estatal y nacional, el sistema convencional de producción de altos rendimientos que caracteriza a la región, se está volviendo contraproducente para el agroecosistema, la salud y el ambiente debido al elevado e inadecuado uso de agroquímicos y el excesivo laboreo de la tierra, además de que es insostenible económicamente por los altos costos de producción.

La agricultura libera importantes cantidades de óxido nitroso, potente gas de efecto invernadero. Las emisiones de óxido nitroso son un producto indirecto de los fertilizantes nitrogenados. De acuerdo con el “Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) del Estado de Jalisco”, durante el año 2010, se emitieron 42,001.22 Gg de CO<sub>2</sub>e de las cuales alrededor de un 5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron por aplicación de urea.

Por otra parte, diversos estudios demuestran una alta vulnerabilidad en el territorio nacional frente a los efectos adversos del calentamiento global, siendo Jalisco una de las regiones con mayores niveles de vulnerabilidad en el país. La variación en precipitación y temperatura, además de afectar el desarrollo de los cultivos, podría dar pauta a la proliferación y propagación de plagas, malezas o enfermedades, con implicaciones negativas que se traducen finalmente en rendimientos cada vez más variables.

Parte de estos posibles efectos se podrían compensar con un mejor manejo de los agroecosistemas. Es por ello, que la investigación en la plataforma se orienta a buscar soluciones integrales con base en Agricultura de Conservación que permita contribuir a atenuar e incluso a revertir los efectos de la agricultura sobre la salud, el ambiente y hacer los sistemas productivos más resilientes y sostenibles.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación Ocotlán se estableció en 2017 como parte de la colaboración Xochicentli AC-CIMMYT-Syngenta en la región Ciénega de Jalisco. Se ubica a una altitud de 1531 msnm, con coordenadas 20.382647° N, 102.780445° O. En la región Ciénega, predomina el clima semi cálido, con precipitación media anual de 809 mm y temperatura media anual de 20.2 °C (CEA, Jalisco). La plataforma inicio actividades en año cero de agricultura de conservación en PV 2017. Los factores evaluados durante el ciclo PV 2017 incluyeron práctica de labranza, tratamiento a la semilla y promotor de rendimiento. Durante el ciclo OI 2017-2018, también se evaluó en el área de validación el comportamiento de materiales de trigo: RSMW 135, RSMW 139 y RSMW 141 y de triticale: RSMT 2018, bajo condiciones de riego.

Entre los resultados sobresalientes se observó una diferencia marcada en rendimiento obtenido bajo distintos tipos de labranza a pesar de ser año 0 en Agricultura de Conservación (AC). El mayor rendimiento de maíz se obtuvo de siembra en camas permanentes respecto a labranza convencional. A su vez el sistema de producción bajo AC, presentó ventajas en términos económicos ya que la mayor utilidad se

obtuvo en tratamientos bajo AC respecto a aquellos bajo labranza convencional. Por otra parte, el monitoreo y los umbrales demostraron ser herramientas útiles en el manejo de plagas. Su implementación permitió pasar de 4 aplicaciones de insecticidas realizadas en ciclos anteriores a 2 aplicaciones, con la consecuente reducción de residuos al ambiente y una disminución del costo de producción.

Uno de los factores relevantes detectado por los productores como condicionantes del sistema productivo es el de la fertilización. Existe una tendencia en la región hacia la alta productividad, lo que ha llevado al uso de altas dosis de fertilización principalmente de nitrógeno y dosis N-P-K inadecuadas. Como se mencionó en párrafos anteriores, las emisiones de óxido nitroso – potente gas de efecto invernadero- son un producto indirecto de los fertilizantes nitrogenados, por lo que en términos de mejorar el manejo del agroecosistema se consideró importante estudiar opciones que optimizaran la eficiencia en este rubro.

## Materiales y métodos

### Tratamientos

Durante el ciclo PV 2018 en el ensayo principal, los factores evaluados en maíz fueron manejo de fertilización y uso de inoculantes, tratamiento a la semilla y promotor de rendimiento (cuadro 1). En área de validación los factores evaluados fueron manejo de fertilización y uso de inoculantes (cuadro 2). Durante el ciclo OI 2018-2019, el factor evaluado en avena bajo riego fue el manejo de fertilización y uso de inoculantes (cuadro 3). En ambos ciclos el diseño experimental fue bloques al azar con dos repeticiones y la variable respuesta en PV fue rendimiento en grano y en OI biomasa.

Cuadro 1. Tratamientos en ensayo principal. Plataforma Ocotlán, Jalisco, ciclo PV 2018

Trat	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Manejo de fertilización	Tratamiento a semilla	Promotor de desarrollo
1	M- A,CPA,D,100 % mineral,cr	Maíz- avena	Camas permanen tes anchas	Dejar	100% fertilización mineral	crusier	no
2	M- A,CPA,D,100 % mineral,cr,q	Maíz- avena	Camas permanen tes anchas	Dejar	100% fertilización mineral	crusier	quilt
3	M-A,CPA,D, 100% mineral+inoc ulante,fd	Maíz- avena	Camas permanen tes anchas	Dejar	100% fertilización mineral + inoculante microbiano	fortenza Duo	no
4	M-A-L,CPA,D, 100% mineral,fd,q	Maíz- avena- leguminos a	Camas permanen tes anchas	Dejar	100% fertilización mineral	fortenza Duo	quilt

5	M-A,CPA,D, 75% mineral+inoculante, cr,q	Maíz-avena	Camas permanentes anchas	Dejar	75% fertilización mineral + inoculante microbiano	crusier	quilt
6	M-A,CPA,D, 75% mineral,fd,q	Maíz-avena	Camas permanentes anchas	Dejar	75% fertilización mineral	fortenza Duo	quilt
7	L-A-M, CPA,D	Leguminosa-avena-maíz	Camas permanentes anchas	Dejar	Sin fertilizante	sin tratamiento	no

Cuadro 2. Tratamientos en área de validación. Plataforma Ocotlán, Jalisco, ciclo PV 2018.

Trat	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Manejo de fertilización	Tratamiento a semilla	Promotor de desarrollo
1	M-A, CPA,D, 100% mineral	Maíz-avena	Camas permanentes anchas	Dejar	100% fertilización mineral	sin tratamiento	no
2	M-A,CPA, D, 100% mineral	Maíz-avena	Camas permanentes anchas	Dejar	100% fertilización mineral	sin tratamiento	no
3	M-A,CPA, D, 100% mineral+inoculante	Maíz-avena	Camas permanentes anchas	Dejar	100% fertilización mineral + inoculante microbiano	sin tratamiento	no
4	M-A-L CPA, 100% mineral	Maíz-avena-leguminosa	Camas permanentes anchas	Dejar	100% fertilización mineral	sin tratamiento	no
5	M-A,CPA, D, 75% mineral+inoculante	Maíz-avena	Camas permanentes anchas	Dejar	75% fertilización mineral + inoculante microbiano	sin tratamiento	no
6	M-A, CPA, D, 75% mineral	Maíz-avena	Camas permanentes anchas	Dejar	75% fertilización mineral	sin tratamiento	no
7	L-A-M, CPA, D	Leguminosa-avena-maíz	Camas permanentes anchas	Dejar	Sin fertilizante	sin tratamiento	no

Cuadro 3. Tratamientos en ensayo principal. Plataforma Ocotlán, Jalisco, ciclo OI 2018-2019.

Trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Manejo de fertilización
1	A-M,LC,I,100%N	Avena-maíz	labranza convencional	incorporado	100% de N en dosis de fertilización
2	A-M,LM,I,100%N	Avena-maíz	labranza mínima	incorporado	100% de N en dosis de fertilización
3	A-M,LM,I,100%N+IM	Avena-maíz	labranza mínima	incorporado	100% de N en dosis de fertilización + inoculante microbiano
4	A-L-M, LM, I,100% N	Avena-leguminosa-maíz	labranza mínima	incorporado	100% de N en dosis de fertilización
5	A-M, LM, I, 75%N+IM	Avena-maíz	labranza mínima	incorporado	75% de N en dosis de fertilización + inoculante microbiano
6	A-M, LM,I,75%N	Avena-maíz	labranza mínima	incorporado	75% de N en dosis de fertilización
7	A-M-L, LM, I	Avena-maíz-leguminosa	labranza mínima	incorporado	50% de N en dosis de fertilización

### **Resumen del ciclo del reporte**

La presencia de lluvias atípicas retrasó la cosecha de trigo del ciclo OI 2017-2018 hasta finales del mes de mayo, situación que, sumada a la continuidad de las lluvias, desfasó la siembra de maíz hasta finales de junio. Posteriormente un periodo de sequía limitó que se desarrollara adecuadamente el maíz. El período más seco se registró entre el 17 y 27 de julio. Las lluvias se regularizaron hasta el mes de agosto y se concentraron en los periodos entre el 10 y 13 de agosto y entre el 17 y 21 de agosto (CONAGUA, 2018). En el caso del tratamiento que involucraba rotación con leguminosas, Mucuna y Dolichos presentaron buena germinación, pero no prosperaron, la única leguminosa que completo su ciclo fue la Canavalia. Debido al desfase, se analizaron los posibles efectos en la rotación ya que el período de siembra recomendado para trigo en el Bajío es del 16 de noviembre al 31 de diciembre, por lo que se optó por la avena como cultivo alternativo para el ciclo OI, de manera que permitiera continuar con el ciclo PV 2019 en tiempo.

### **Manejo de la plataforma**

En el ciclo PV 2018, no se realizó ningún tipo de acondicionamiento del terreno. La siembra de maíz fue el 25 de junio en suelo húmedo y el de leguminosa el 17 de julio. Se utilizó la variedad SYN 914 a una densidad de 90,000 semillas/ha y en el caso de la leguminosa se usó Canavalia, Mucuna y Dolichos a razón de 20 kg/ha. Las dosis de fertilización utilizadas en maíz fueron 100% de fertilización NPK 244-48-27 y 75% de fertilización NPK 183-36-20, en ambos casos con su contraparte dosis 100% NPK más inoculante microbiano (*Azospirillum b. + Glomus sp*) y 75% fertilización NPK más inoculante microbiano (*Azospirillum b. + Glomus sp*), en el caso del tratamiento con leguminosas no se fertilizó.

El control de malezas se realizó en posemergencia con Elumis (mesotriona y nicosulfuron) y en leguminosas se realizó deshierbe manual. Para el control de plagas se establecieron trampas con



feromonas para captura masiva de machos de gusano cogollero y se realizaron 2 aplicaciones, una con Ampligo (lambda-cyhalotrina+clorantpraniliprol) y otra con Denim (emamectina). En R1 se aplicó Quilt (Azoxistrobyn + Propiconazole) como promotor de rendimiento.

En el caso del área de validación el manejo fue similar excepto porque no se aplicó promotor de rendimiento y en cuanto al manejo de plagas se establecieron trampas con feromonas para captura masiva de machos de gusano cogollero y se realizaron 2 aplicaciones, una con hongos entomopatógenos (*Beauveria b. +Metharizium a.*) y otra con Denim (emamectina).

En el ciclo OI 2018-2019, se tuvo la limitante de no contar con sembradora apropiada para trabajar sobre residuos de cosecha, por lo que se tuvo que realizar un rastreo poco profundo para evitar que la semilla de avena quedara superficialmente, adicionalmente se realizó la reformación de camas. La siembra de avena fue el 29 de enero, en camas permanentes anchas de 1.5 m. Se utilizó la variedad Chihuahua a una densidad de 80 kg/ha. Las dosis de fertilización utilizadas fueron 100% de fertilización NPK 110-60-00 y 75% de la dosis de N 82-60-00, en ambos casos, con su contraparte dosis 100% NPK más inoculante microbiano (*Azospirillum b. + Glomus sp*) y 75% de la dosis de N más inoculante microbiano (*Azospirillum b. + Glomus sp*). En el caso del tratamiento en rotación con leguminosa como precedente PV, se usó dosis NPK 23-60-00. El control de malezas se realizó en posemergencia con una mezcla de Peak (prosulfuron) y Amber (Triasulfuron). No se tuvo presencia durante el ciclo.

## Resultados

### Ensayo principal. PV 2018

En la figura 1 se observa una mayor respuesta en rendimiento (14 t/ha) con el uso de dosis del 100% de fertilización más inoculantes microbianos seguido por uso de 75% de la dosis de fertilización más promotor de rendimiento (13.8 t/ha). Por el contrario, en términos económicos, en la figura 2 se observa que el uso de dosis del 75% de dosis de fertilización más promotor de rendimiento obtuvo la mayor relación beneficio/costo (2.82) seguido por uso de 100% de fertilización más inoculantes microbianos (2.78).

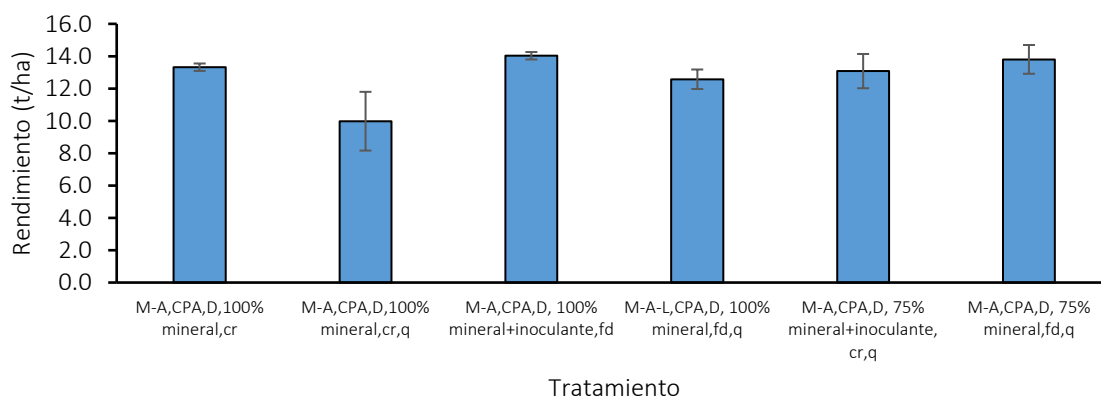


Figura 1. Rendimiento promedio de grano de maíz bajo diferente manejo de la fertilización, con uso de inoculantes microbianos y su interacción con tratamiento a la semilla y un promotor de rendimiento. Ciclo

PV 2018. Abreviaciones: M=maíz, A=avena, L=leguminosa, CA=camas anchas, D=dejar residuos, fd= fortenza duo, cr=cruisier y q= quilt.

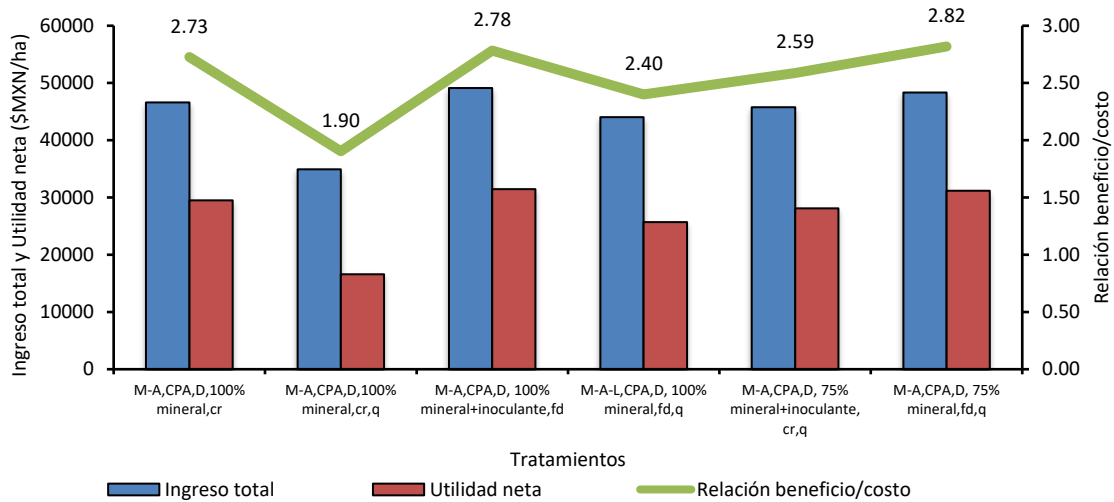


Figura 2. Indicadores económicos bajo diferente manejo de fertilización, con uso de inoculantes microbianos y su interacción con tratamiento a la semilla y promotor de rendimiento. Ciclo PV 2018. Abreviaciones: M=maíz, A=avena, L=leguminosa, CA=camas anchas, D=dejar residuos, fd= fortenza duo, cr=cruisier y q= quilt.

### Área de validación. PV 2018

En este caso que no se aplicó tratamiento a la semilla ni promotor de rendimiento. En la figura 3 se observa que hubo mayor respuesta con dosis de 75% de fertilización más inoculantes microbianos (13 T/ha). Asimismo, en términos económicos, en la figura 4 se observa una mayor relación beneficio/costo con el mismo tratamiento de 75% de dosis de fertilización con uso de inoculantes microbianos (2.68) seguido por uso de 75% de dosis de fertilización (2.67).

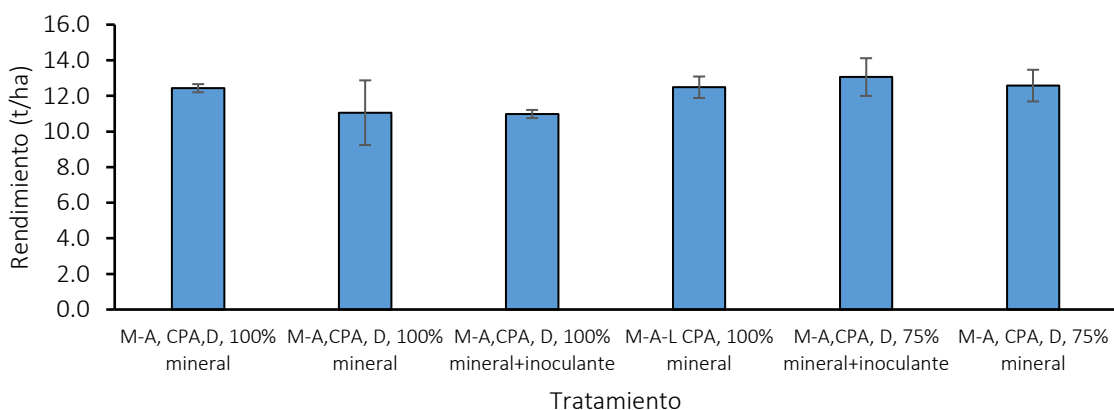


Figura 3. Rendimiento promedio de grano de maíz bajo diferente manejo de la fertilización y uso de inoculantes microbianos. Ciclo PV 2018. Abreviaciones: M=maíz, A=avena, L=leguminosa, CA=camas anchas y D=dejar residuos.

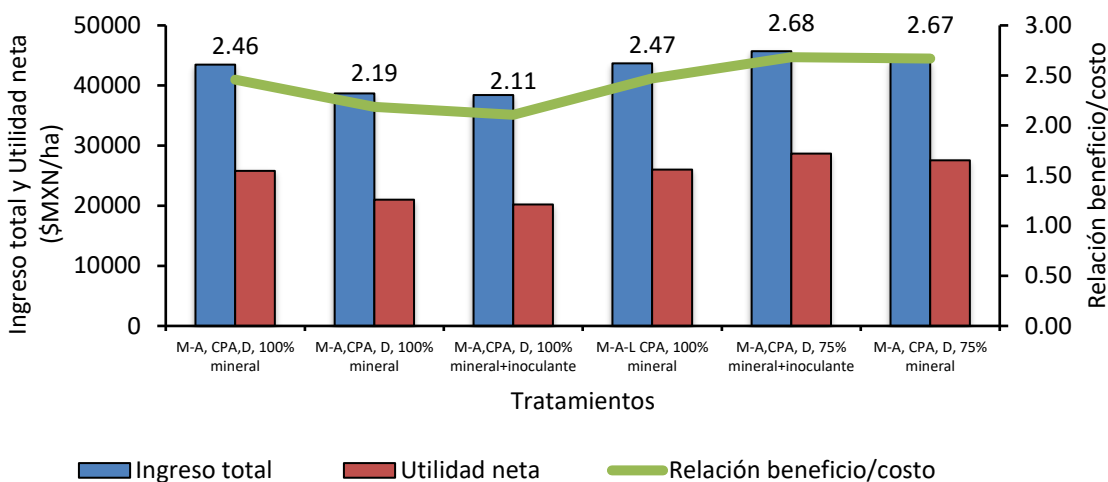


Figura 4. Indicadores económicos bajo diferente manejo de fertilización y con inoculantes microbianos. Ciclo PV 2018. Abreviaciones: M=maíz, A=avena, L=leguminosa, CA=camas anchas, D=dejar residuos

#### Ensayo principal. OI 2018-2019

Durante el ciclo OI, se observa una mejor respuesta en rendimiento (31.6 t/ha) con uso de 75% de N en dosis de fertilización más inoculantes microbianos (Figura 5), incluso superior al rendimiento promedio regional obtenido en 2018 de 25 t/ha (SIAP 2018). Por otra parte, en la figura 6 se observa que, en términos económicos, el uso de dosis del 75% de fertilización más inoculantes microbianos obtuvo la mayor relación beneficio/costo (2.37).

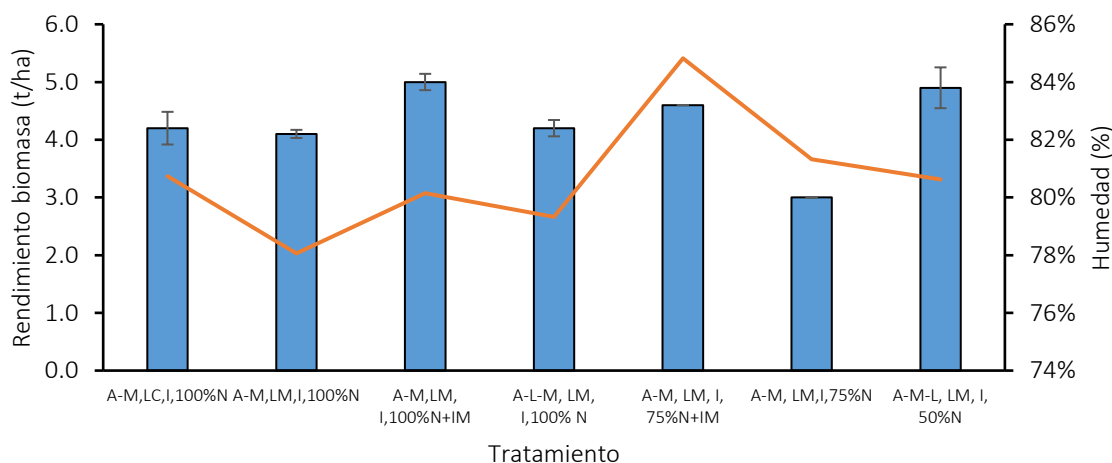


Figura 5. Rendimiento promedio de avena en verde bajo diferente manejo de fertilización ciclo OI 2018-2019. Abreviaciones: M=maíz, A=avena, L=leguminosa, LC= labranza convencional LM= labranza mínima I= residuos incorporados e IM= inoculantes microbianos.

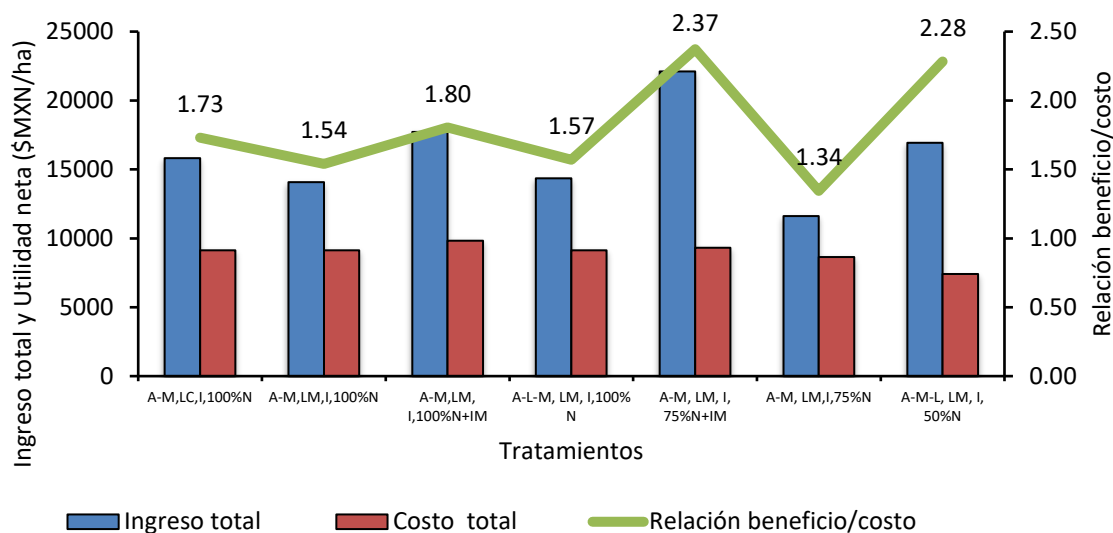


Figura 6. Indicadores económicos bajo diferente manejo de la fertilización, ciclo OI 2018-2019. Abreviaciones: M=maíz, A=avena, L=leguminosa, LC= labranza convencional LM= labranza mínima I= residuos incorporados, N= nitrógeno e IM= inoculantes microbianos.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Con la finalidad de difundir los resultados de campo obtenidos en el ciclo PV 2017 y los avances del ciclo OI 2017-2018 y analizar la propuesta para el ciclo PV 2018, se realizó un evento en abril de 2018. Asimismo, en el mes de octubre de 2018, se realizó nuevamente otro evento para revisar los resultados del ciclo OI 2017-2018 en trigo y los avances del ciclo PV 2018 en maíz.

Cuadro 4. Resumen de asistentes a eventos en la plataforma de Ocotlán, Jalisco.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	41	4
Técnicos	7	3
Otros		
Total de asistentes	48	7

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

La respuesta en rendimiento de grano de maíz al uso de inoculantes fue muy variable durante el ciclo PV lo que no proporciona resultados concluyentes. En el caso de la avena de OI se tuvo una respuesta positiva más homogénea al uso de inoculantes. Los resultados del año productivo dan indicios de que se pudiera reducir la cantidad de fertilizante utilizada sin afectar las utilidades, lo cual, sería una buena opción tanto para los productores como para efectos de mitigación de cambio climático.

A dos años de establecida la plataforma, las tecnologías empiezan a ser adoptadas. Algunos productores han visto ventajas en hacer camas, principalmente aquellos que siembran trigo de OI ya que además de

que facilita el riego evitan el gasto del trazo melgas. Durante el ciclo PV, en alrededor de 80 ha se realizaron muestreos para la toma de decisión de control de plagas. Otros empiezan a observar las ventajas del uso de microorganismos y en el ciclo OI se inoculo semilla de trigo para alrededor de 90 ha del área de influencia de la plataforma.



Siembra de maíz en plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Junio 25 de 2018.



Maíz en desarrollo vegetativo. Plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Julio 27 de 2018.



Captura de adultos de gusano cogollero en trampas con feromona. Plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Julio 27 de 2018.



Maíz en desarrollo vegetativo. Plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Agosto 18 de 2018.



Evento demostrativo en plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Octubre 16 de 2018



Maíz en floración. Plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Octubre 16 de 2018



Tratamiento de rotación con Canavalia en plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Octubre 16 de 2018





Maíz en madurez fisiológica. Noviembre 11 de 2018.



Formación de camas como parte del acondicionamiento para siembra de avena en plataforma Ocotlán.  
Ocotlán, Jal. Enero 29 de 2019



Siembra de avena en plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Enero 29 de 2019



Inoculación del cultivo de avena en plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Marzo 1 de 2019



Corte de avena en plataforma Ocotlán. Ocotlán, Jal. Abril 5 de 2019

# San Juan del Rio I, Querétaro – Resultados PV 2018 – Año seis

Juan Manuel Rojas Cruz y Rafael Cortés Hernández  
Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro A.C. (SAQ)

## Introducción

La plataforma de investigación está ubicada en el ejido de Santa Rosa Xajay, municipio de San Juan del Rio, entre las coordenadas 20° 25' 13.44" latitud norte y 99° 46.88" longitud oeste a una altitud de 1972 msnm, en la parcela del Sr. Fulgencio Ríos. Esta plataforma está ubicada en la región semidesierto, en la cual las precipitaciones son de 300 a 350 mm anuales, por lo que la producción de cultivos resulta difícil. El sistema de producción convencional consiste en realizar barbecho cada año con uso de semillas de maíz criollo. El manejo agronómico es deficiente. Las tecnologías sustentables que pretenden dar respuesta a la problemática de la zona, tienen como base el sistema de Agricultura de Conservación. Dado que es una zona ganadera es imperante ofrecer alternativas para producción de forrajes y disminuir la competencia por el rastrojo de maíz al mismo tiempo que se ofrece un alimento de mayor calidad.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma inició en el ciclo Primavera – Verano 2013 a través del despacho Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro. En el primer año se realizó el trazo de curvas a nivel para disminuir la erosión hídrica del suelo y aprovechar al máximo el agua de las lluvias. En 2014 se amplió la plataforma para abrir un área de validación de componentes donde se evalúan variedades e híbridos de maíz blanco y amarillo, frijol y cultivos forrajeros. Los tratamientos con mayor rentabilidad han sido aquellos donde se integran los tres principios de Agricultura de Conservación.

## **Materiales y métodos**

Los ensayos establecidos tienen como base el sistema de Agricultura de Conservación comparándolo con la labranza convencional (deslome, formación de surcos) y la rotación con cultivos como avena, triticale y frijol (cuadro 1).

## ***Resumen del ciclo del reporte:***

Durante el ciclo PV 2018 se tuvieron problemas con la sequía prolongada presentada al inicio del desarrollo del cultivo, puesto que las lluvias comenzaron a mediados de junio no se pudo sembrar en seco, por ello la siembra fue en húmedo. Sin embargo, desde el día que se sembró hasta el primer evento de precipitación importante pasaron 62 días por los cuales los cultivos de frijol y forrajes tuvieron pérdidas de rendimiento considerables, no así el maíz quien tuvo buen desarrollo y rendimiento. Las lluvias se presentaron en agosto y septiembre por lo que se optó por sembrar garbanzo para aprovechar la humedad residual. La precipitación total durante el desarrollo de los cultivos fue de 339 mm, de los cuales casi el 50% se presentó en septiembre.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma San Juan del Rio I, Queretaro.

Trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	MM, CC, R	Maíz – Maíz*	Camas angostas con labranza convencional	Remove
2	MM, CCA, R	Maíz – Maíz*	Camas anchas con labranza convencional	Remove
3	MM, CP, D	Maíz – Maíz*	Camas permanentes angostas	Dejar
4	MM, CPA, D	Maíz – Maíz*	Camas permanentes anchas	Dejar
5	MA, CPA, P	Maíz – avena*	Camas permanentes anchas	Parcial
6	AM, CPA, P	Avena – maíz*	Camas permanentes anchas	Parcial
7	MT, CPA, P	Maíz – triticale*	Camas permanentes anchas	Parcial
8	TM, CPA, P	Triticale – maíz*	Camas permanentes anchas	Parcial
9	MF, CPA, D	Maíz – frijol*	Camas permanentes anchas	Dejar
10	FM, CPA, D	Frijol – maíz*	Camas permanentes anchas	Dejar

Nota: \*cultivo sembrado en el ciclo primavera – verano 2018

En el área de validación de componentes se establecieron diferentes híbridos de maíz y frijol, así como una evaluación de sorgo forrajero en camas permanentes anchas.

### **Manejo de la plataforma**

El acondicionamiento de la parcela inicio el 10 de febrero con el acostado del rastrojo con el rodillo, posteriormente se reformaron las camas anchas y angostas y en los tratamientos de labranza convencional se realizó el deslome característico de la región y se trazaron los surcos.

La siembra se realizó en húmedo el 29 de junio de 2018. La variedad establecida en los tratamientos fue CRM-28 a una densidad de 71,000 semillas por hectárea de maíz, para el frijol fue pinto saltillo a una densidad de 40 kg/ha y para la avena fue chihuahua a 140 kg/ha y la misma densidad para el triticale bicentenario. De igual forma se estableció una vitrina de variedades con 3 híbridos de maíz (BD-33, Retinto y Dorado), dos variedades de frijol (pinto raramuri y flor de junio León), además de una variedad de sorgo forrajero caña dulce. La fórmula de fertilización fue 82-30-15 de N-P-K. A la siembra se aplicaron 75 kg/ha de MF 15-30-15. La Segunda fertilización se realizó el 02 de agosto de 2018, se aplicaron 50 kg/ha de urea más 100 kg/ha de sulfato de amonio. Se realizaron dos aplicaciones foliares una el 04 de agosto de 2018 a razón de 1 kg/ha de 20-30-10 y otra el 19 de septiembre a razón de 2 kg/ha de 20-30-10.

Para el control de malezas se aplicaron 2 l/ha de Glifosato + 1 l/ha de 2,4-D amina para control de hoja ancha y angosta, esta aplicación fue antes de la siembra, en el desarrollo del cultivo de maíz se aplicó 1 l/ha de Finale (glufosinato de amonio) en etapa de jiloteo para control de hoja angosta principalmente. Para el manejo de plagas se implementa el manejo agroecológico de plagas. Se establecieron 4 trampas de feromonas por hectárea. En base al monitoreo, el 4 de julio se realizó una aplicación para control de

cogollero con Palgus (Spinoteram) a razón de 0.75 l/ha. En frijol se realizó una aplicación para control de chapulín con *Metarhizium anisopliae* a razón de 1 l/ha el 23 de julio de 2018.

## Resultados

Los rendimientos fueron muy buenos para el cultivo de maíz y sorgo forrajero; no así para la avena, triticale y frijol, los cuales se vieron afectados por los 62 días de sequía que se presentaron después del establecimiento de los cultivos.

### Ensayo principal

Los mayores rendimientos de maíz se obtuvieron en los tratamientos con rotación de cultivos. El tratamiento maíz-avena obtuvo 6.3 t/ha, seguido de maíz-triticale con 6.2 t/ha y maíz-frijol con 5.9 t/ha; mientras que en monocultivo de maíz el rendimiento fue de 3.6 t/ha. Para el caso de los sistemas de labranza (promedio de camas anchas y angostas) la mayor producción en maíz la obtuvo las camas permanentes con 3.7 t/ha y en labranza convencional fue de 3.2 t/ha. En camas anchas se obtuvo un rendimiento ligeramente menor que en camas angostas, tanto en camas permanentes como labranza convencional.

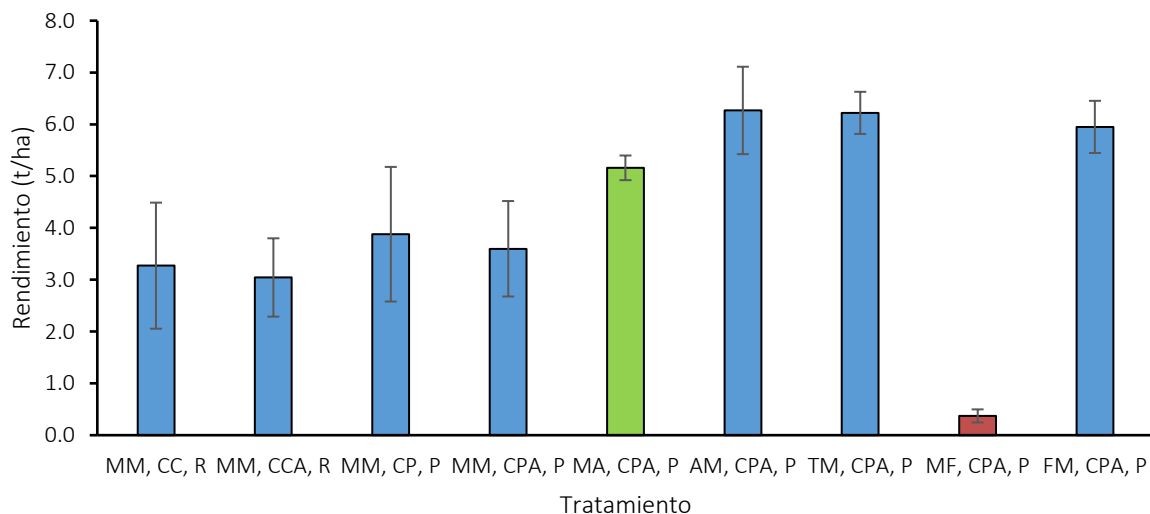


Figura 1. Rendimiento promedio de maíz (azul), frijol (rojo) y avena (verde) bajo diferentes sistemas de labranza y rotación de cultivos. Plataforma San Juan del Rio I, ciclo PV-2018.

El rendimiento de frijol fue de 0.3 t/ha. Con respecto a los cultivos forrajeros, el triticale se siniestró por la sequía y no se pudo evaluar. En el caso de la avena el rendimiento en verde fue de 5.2 t/ha. El costo de producción de maíz en labranza convencional ascendió a \$10,788 MXN/ha, mientras que en agricultura de conservación fue de \$10,338 MXN/ha, en avena fue de \$7,242 MXN/ha y en frijol \$9,668. MXN/ha. En cuanto a la rentabilidad del maíz, la relación beneficio/costo varió de 1.17 a 2.52, en avena fue de 2.14 y en frijol 0.42.

### Área de validación

En el área de validación, el rendimiento de maíz híbrido Retinto y BD-33 fue de 4.7 t/ha y el maíz amarillo híbrido Dorado obtuvo 3.2 t/ha. Para el caso del frijol, la variedad flor de junio León obtuvo 485 kg/ha y el pinto raramuri 362 kg/ha. El cultivo de sorgo obtuvo una producción de 22.6 t/ha de forraje verde.

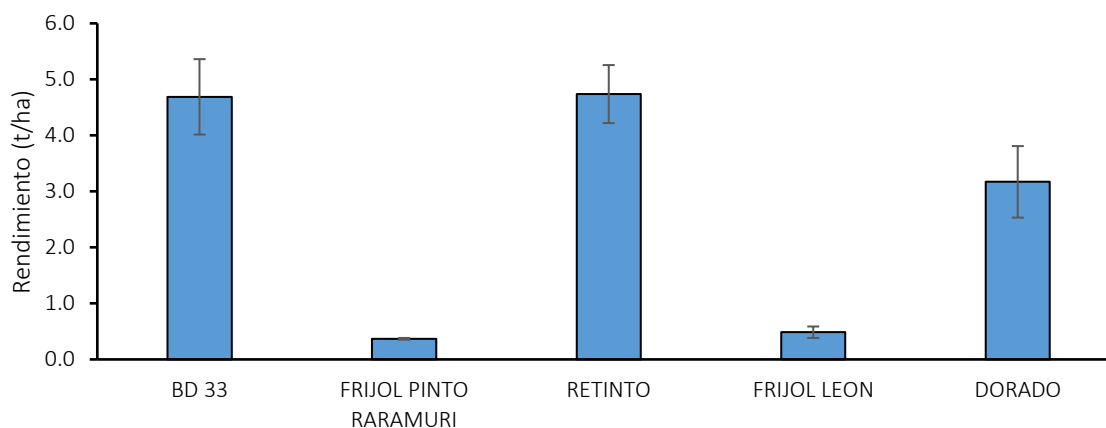


Figura 2. Rendimiento de híbridos de maíz y variedades de frijol en agricultura de conservación.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

En el ciclo PV 2018 se realizaron tres eventos demostrativos en los cuales asistieron en total de 105 asistentes de los cuales la mayoría son productores de temporal y técnicos de la región, tanto de extensionismo como de otros programas. En este tipo de eventos el objetivo principal es mostrar a los productores las tecnologías sustentables implementadas en la plataforma, como la Agricultura de Conservación, el Manejo Agroecológico de Plagas con el uso de trampas de feromonas sexuales y uso de extractos para repeler las plagas, el uso de variedades y/o híbridos de maíz y frijol adecuados para temporal, la fertilización integral, el trazo de curvas a desnivel y la rotación de cultivos, todas estas tecnologías para resolver la problemática de altos costos de preparación del suelo, bajos rendimientos de maíz y frijol, alternativas de forrajes para alimentar al ganado y mayor retención de la precipitación que se tiene en la región de temporal.

Cuadro 2. Resumen de asistentes a la plataforma de San Juan del Rio I, Querétaro, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	77	6
Técnicos	17	5
Otros	0	0
Total de asistentes	94	11

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Los mejores tratamientos en rendimiento de maíz son aquellos donde se cumplen las rotaciones; es decir, el manejo de camas anchas permanentes y rotación de maíz con frijol, triticale o avena. Los tratamientos con menor rendimiento son donde se hace labranza convencional tanto camas anchas como angostas. Los cultivos forrajeros son una alternativa para evitar la competencia por el rastrojo y proporcionar al

ganado un alimento de mayor calidad. En este sentido, el sorgo forrajero se presenta como una buena alternativa. Para el caso del maíz, el híbrido CRM-28 demostró una mayor adaptación lo que se tradujo en un aumento significativo del rendimiento ya que su ciclo es un poco más largo y las lluvias tardías le beneficiaron.



San Juan del Rio, Querétaro. Evento demostrativo con productores y técnicos, 27 de agosto de 2018.





San Juan del Rio, Querétaro. Tratamientos de maíz y frijol, 12 de septiembre de 2018.



San Juan del Rio, Querétaro. Desarrollo de la variedad CRM-28 en agricultura de conservación al 26 de septiembre de 2018.



San Juan del Rio, Querétaro. Desarrollo del sorgo forrajero en camas permanentes, 26 de septiembre de 2018.



San Juan del Rio, Querétaro. Vista general de la plataforma San Juan del Rio I, 02 de octubre de 2018.

# San Juan del Rio III, Querétaro – Resultados PV 2018 y OI 2018-2019 – Año tres

Juan Manuel Rojas Cruz  
Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro A.C. (SAQ)

## Introducción

La región bajío de Querétaro que comprende los municipios de Pedro Escobedo y San Juan del Río, es una zona con agricultura de riego de alta producción en maíz y cebada. Las precipitaciones son de 500 a 600 mm anuales. El sistema de producción convencional consiste en realizar un laboreo excesivo cada año (subsuelo, barbecho, rastreo doble, tabloneo, surcado), se utilizan híbridos con alto potencial de rendimiento y un uso indiscriminado de agroquímicos.

Las tecnologías sustentables que pretenden dar respuesta a la problemática presentada tienen como base al sistema de Agricultura de Conservación, el uso de fertilización en base al análisis de suelo y el manejo agroecológico de plagas. Se evalúan sistemas de labranza en camas permanentes angostas y anchas, labranza reducida y labranza convencional. Otra de las limitantes que se busca resolver es el manejo adecuado de rastrojo y el efecto de la incorporación de diferentes cantidades de rastrojo como cobertura del suelo, ya que en la región se dice que con mayor cantidad de rastrojo hay mayor daño por heladas en cebada.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación de riego está ubicada en el ejido del Organal, municipio de San Juan del Rio, la cual se ubica en las coordenadas 20.46592 N, -100.09205 O y una altitud de 1903 msnm en la parcela del Sr. Gustavo Rosales Hernández. Inició su operación en el ciclo Otoño – Invierno 2016-2017 con la colaboración del despacho Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro y la organización Finca Agropecuaria Modulo II.

## Materiales y métodos

### ***Tratamientos***

Los ensayos establecidos tienen como base el sistema de Agricultura de Conservación comparándolo con la labranza convencional (barbecho, doble rastra y surcado) y la labranza mínima (Subsuelo), también se evaluaron porcentajes de rastrojo: 10, 25, 50 y 100%. En el área de validación de componentes se establecieron diferentes híbridos de maíz, para el ciclo PV 2018.

### ***Resumen del ciclo del reporte:***

Durante el ciclo PV 2018 se tuvieron problemas con la distribución de los riegos y el cultivo estuvo sometido a etapas de fuerte estrés hídrico. En el reabone el fertilizante no pudo ser aplicado adecuadamente y se agudizó el daño por gusano alfilerillo, que ocasionó un alto porcentaje de acame de plantas. En el ciclo OI 2018-2019 se tuvieron problemas con el desarrollo de la cebada y bajos rendimientos debido a la fecha de siembra tardía, pocas horas frío acumuladas, además en el reabone el fertilizante no pudo ser enterrado por lo cual la aplicación fue al voleo y se agudizó el daño por septoria,

problema que afecto a toda la región de riego lo cual provoco pérdidas importantes de rendimiento en algunos tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma San Juan del Rio III, Querétaro.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	CM, CC, R	Cebada-maíz	Camas angostas con labranza convencional	Remover
2	CM, CCA, R	Cebada-maíz	Camas anchas con labranza convencional	Remover
3	CM, CLM, P25%	Cebada-maíz	Camas angostas con labranza mínima	Dejar parcialmente (25%)
4	CM, CLMA, P25%	Cebada-maíz	Camas anchas con labranza mínima	Dejar parcialmente (25%)
5	CM, CP, P25%	Cebada-maíz	Camas permanentes angostas	Dejar parcialmente (25%)
6	CM, CPA, P25%	Cebada-maíz	Camas permanentes anchas	Dejar parcialmente (25%)
7	CM, CP, P10%	Cebada-maíz	Camas permanentes angostas	Dejar parcialmente (10%)
8	CM, CP, P50%	Cebada-maíz	Camas permanentes angostas	Dejar parcialmente (50%)
9	CM, CP, P100%	Cebada-maíz	Camas permanentes angostas	Dejar 100%

**Manejo de la plataforma:**

El acondicionamiento de parcela inicio el día 9 de mayo de 2018 con el manejo de rastrojo al 10, 25, 50 y 100%, posteriormente se realizó la reformación de campo en camas anchas y angostas en agricultura de conservación, para labranza mínima se realizaron dos rastreos y formación de camas y para la labranza convencional la preparación del suelo fue barbecho, dos rastreos y surcado. En el ciclo OI 2018-2019, el acondicionamiento de parcela inicio el día 29 de diciembre de 2018, debido a los tiempos del ciclo y las condiciones del suelo en todos los tratamientos solo se realizó la reformación del surco. En ambos cultivos se realizaron tres riegos rodados, uno para emergencia y dos de auxilio.

En PV 2018, la siembra se realizó en seco el día 24 de mayo de 2018. La variedad establecida fue Antílope a una densidad de 106,000 semillas por hectárea. De igual forma se estableció una vitrina de variedades con 5 materiales blancos, Antílope y Cimarron de la empresa Asgrow, DK-2069 de Dekalb, P3055W de Pioneer y NB1RO3 Novasem, además se establecieron dos variedades de frijol, las cuales no germinaron por problemas con la calidad de la semilla. En el ciclo OI 2018-2019, la siembra se realizó en seco el día 02 de enero de 2019. La variedad establecida fue Doña Josefa a una densidad de 120 kg por hectárea a triple hilera con sembradora de 17 salidas acondicionada para esta siembra en particular.

La fertilización se realizó con base en el análisis de suelo y una meta de 15 t/ha de maíz y 6 t/ha de cebada. La dosis de N,P,K, fue 280-69-60 para maíz y 183-46-60 para cebada, con fuentes como cloruro de potasio, sulfato de amonio, DAP y urea; adicionalmente se aplicaron 9 kg/ha de sulfato de zinc y 6.6 kg/ha de

boronat. En cebada también se realizaron dos aplicaciones con fertilizantes foliares 20-30-10 a razón de 4 kg/ha.

Para el control de malezas en maíz se aplicaron 1 l/ha de Elumis (tembotrione + nicosulfuron) + 1 kg/ha de Gesaprim calibre 90 (atrazina); mientras que en cebada se aplicaron 1 l/ha de Axial (pinoxadem) + 1 l/ha de Agramina (2,4-D amina), para controlar maleza de hoja angosta y ancha. Para el manejo de plagas se implementó el manejo agroecológico de plagas. Para el manejo de gusano cogollero se establecieron 4 trampas de feromonas por hectárea y en base al monitoreo se realizaron dos aplicaciones de insecticida, con Palgus (Spinoteram) en dosis de 0.75 l/ha y con Belt (Flubendiamida) en dosis de 0.1 l/ha. En cebada, se establecieron 4 recipientes de color amarillo que contenían agua con jabón para atrapar adultos voladores de pulgón, con esto fue suficiente para no hacer ninguna aplicación, ya que los monitores mostraban poblaciones muy bajas.

## Resultados

### Ensayo principal

Los rendimientos de maíz y cebada fueron notablemente más bajos que en 2017. Lo anterior se puede atribuir a la fecha de siembra, afectaciones por plagas y enfermedades y la disposición del agua de riego. La mayor producción de maíz se obtuvo en labranza convencional con un rendimiento promedio de 14.6 t/ha, seguido por labranza reducida con 13.9 t/ha y camas permanentes con 12.3 t/ha. En el promedio de los diferentes sistemas de labranza, la siembra en camas anchas obtuvo un rendimiento de 14.0 t/ha, mientras que con camas angostas fue de 13.2 t/ha. Adicional a lo anterior, el uso de camas anchas asemeja a un sistema de riego terciado, lo que supone un importante ahorro en la cantidad de agua empleada. Con respecto a los porcentajes de rastrojo, el tratamiento en camas permanentes angostas con 25% de rastrojo obtuvo un rendimiento de 11.3 t/ha, mientras que con 50% de rastrojo la producción incrementó a 13.5 t/ha y con 100% de rastrojo, el rendimiento promedio fue de 12.5 t/ha. El costo de producción la labranza convencional ascendió a \$27,526, mientras que en camas permanentes fue de \$24,726. La relación beneficio costo en labranza convencional fue de 1.69 y en AC fluctuó de 1.4 a 1.72.

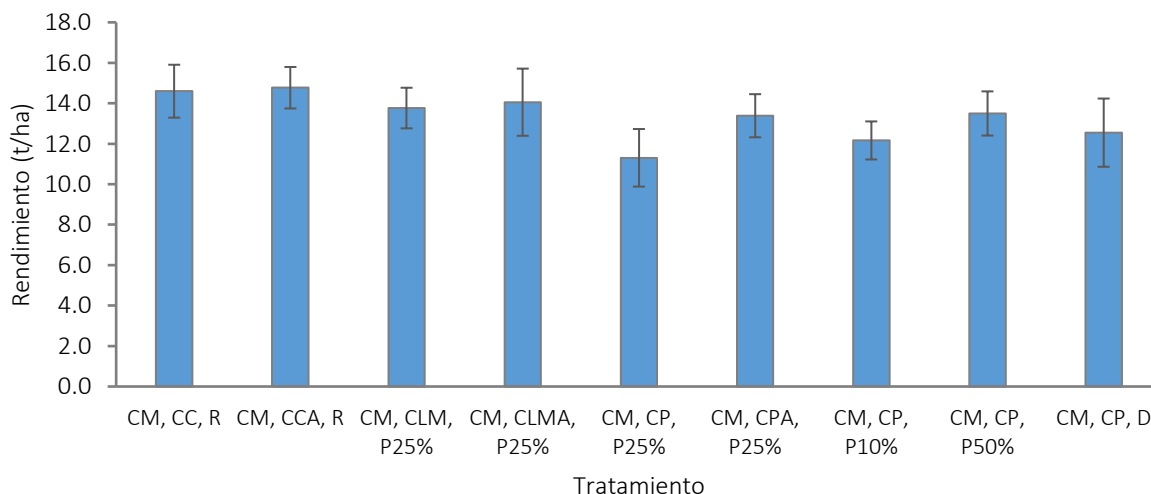


Figura 1. Rendimiento promedio de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. Plataforma San Juan del Rio III, ciclo PV-2018.

En el ciclo otoño-invierno la mayor producción de cebada se obtuvo en labranza reducida con un rendimiento promedio de 3.3 t/ha, seguido por camas permanentes con 2.7 t/ha en promedio y labranza convencional con 2.1 t/ha en promedio. En el promedio de los diferentes sistemas de labranza, la siembra en camas anchas obtuvo un rendimiento de 2.5 t/ha, mientras que con camas angostas fue de 2.7 t/ha. Con respecto a los porcentajes de rastrojo, el tratamiento en camas permanentes angostas con 10% de rastrojo obtuvo un rendimiento de 2.5 t/ha, mientras que con 50% de rastrojo la producción incrementó a 3.4 t/ha y con 100% de rastrojo, el rendimiento fue de 4.6 t/ha.

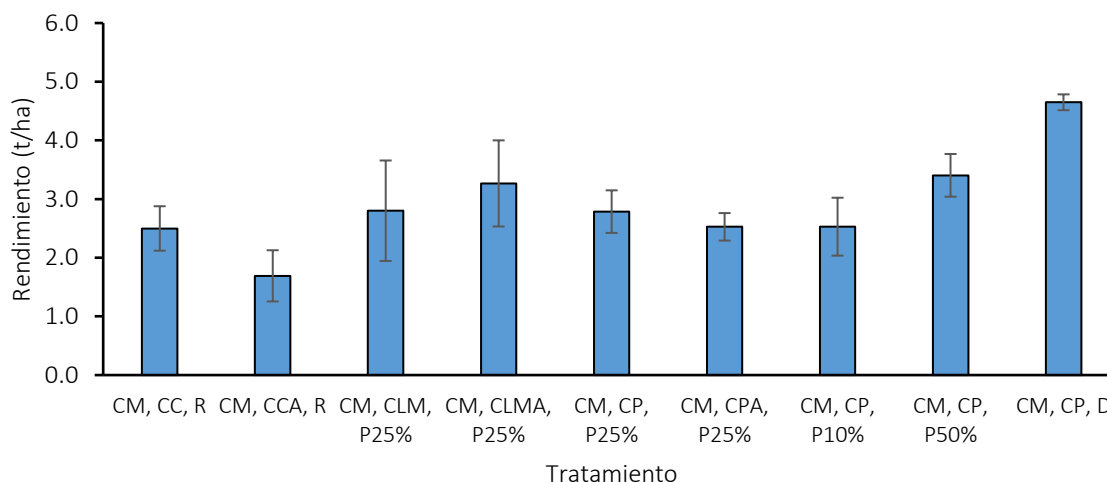


Figura 2. Rendimiento promedio de cebada bajo diferentes sistemas de labranza. Plataforma San Juan del Rio III, ciclo OI-2018-2019.

### Área de validación de componentes

El rendimiento de los diferentes híbridos se vio influenciado por el daño de gusano alfilerillo, las semillas comerciales tienen diferentes tratamientos que pueden ser más o menos efectivos. Los híbridos NB1R03 y P3055W fueron más afectados. El mayor rendimiento se obtuvo con el híbrido Antílope, con 14.5 t/ha, seguido por Cimarrón y DK2069 con rendimientos de 11.5 y 10.9 t/ha, respectivamente.

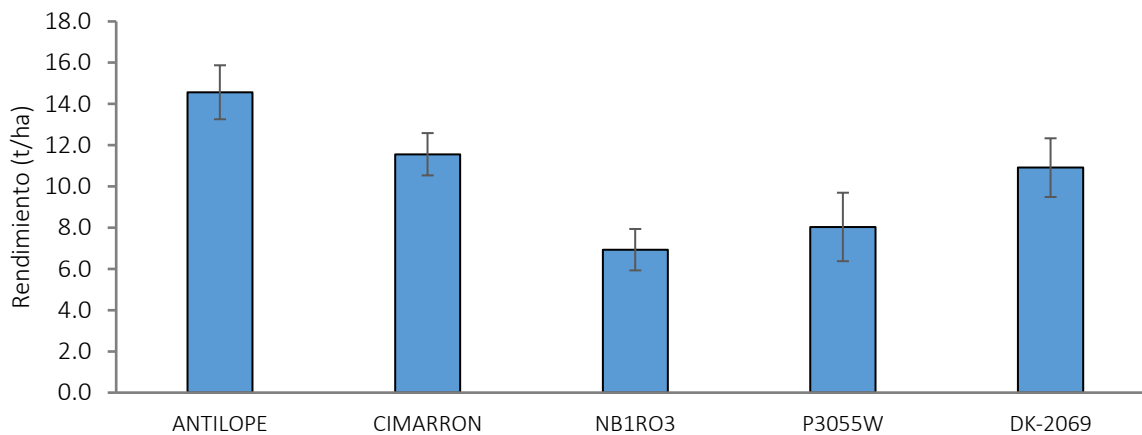


Figura 3. Rendimiento promedio de híbridos de maíz en agricultura de conservación. Plataforma San Juan del Rio III, ciclo PV-2018.

## Resumen de capacitaciones en la plataforma

En el ciclo PV 2018 se realizaron dos eventos demostrativos y uno en OI 2018-2019, en donde asistieron un total de 163 participantes de los cuales la mayoría son productores de la región y técnicos tanto de extensionismo como de la organización, en este tipo de eventos el objetivo principal es mostrar a los productores la implementación de una estrategia de manejo agroecológico de plagas, manejo adecuado de malezas, fertilización integral y la siembra en camas permanentes. Los asistentes vinieron mayormente de las organizaciones de Finca Agropecuaria Modulo II, Modulo de Riego, CESAVEQ y Extensionismo de los municipios de San Juan del Rio y Pedro Escobedo.

Cuadro 2. Número de asistentes a la plataforma de San Juan del Rio III, Querétaro

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	90	12
Técnicos	46	14
Otros	1	0
Total de asistentes	137	26

## Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

La cantidad de rastrojo que hay sobre la superficie indudablemente es factor para el rendimiento obtenido, ya que durante los ciclos de evaluación se ha visto que a menor porcentaje de rastrojo menor rendimiento y que a mayor porcentaje de rastrojo (100%) mayor rendimiento y que en camas anchas el rendimiento es ligeramente mayor que en camas angostas, por lo que se recomienda la siembra en camas permanentes anchas y dejar del 50 al 100% de rastrojo. El manejo de la fertilización, el agua de riego y las malezas son temas que requieren mayor atención.



San Juan del Rio, Querétaro. Siembra de maíz en camas permanentes anchas sobre pata de cebada, 29 de mayo de 2019.



San Juan del Rio, Querétaro. Desarrollo del cultivo de maíz en agricultura de conservación, 14 de junio de 2018.





San Juan del Rio, Querétaro. Trampas con feromonas para manejo de gusano cogollero, 14 de junio de 2018.



San Juan del Rio, Querétaro. Desarrollo del cultivo, 13 de septiembre de 2018.



San Juan del Rio, Querétaro. Siembra de cebada en camas permanentes anchas sobre rastrojo de maíz, 2 de enero de 2019.



San Juan del Rio, Querétaro. Desarrollo del cultivo de cebada en agricultura de conservación, 15 de febrero de 2019.



San Juan del Rio, Querétaro. Trampas con recipientes amarillos con agua y jabón para manejo del pulgón, 15 de febrero de 2019.



San Juan del Rio, Querétaro. Desarrollo del cultivo, 26 de febrero de 2019.



San Juan del Rio, Querétaro. Evento demostrativo, 28 de marzo de 2019.



# HUB BAJÍO - GUANAJUATO

# Acámbaro, Guanajuato – Resultados PV 2018 – OI 2018-2019 –Año cinco

Andrés Mandujano Bueno<sup>1</sup> y Manuel A. S. Ibáñez Puig<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP Campo Experimental Bajío

<sup>2</sup>MasAgro Guanajuato

## Introducción

La plataforma de investigación se localiza en la parte central del municipio de Acámbaro, al sureste de la región climática denominada semicálida-subhúmeda (A)C(wo) (García, 1981). La problemática de la región incluye el excesivo laboreo del suelo, el uso de grandes cantidades de agua, el empleo indiscriminado de semillas de trigo y maíz, fertilizantes químicos (principalmente nitrógeno, fósforo y potasio), agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, y la persistente rotación cereal-cereal; estas problemáticas impactan directamente en los costos de producción, elevándolos entre un 15 y un 30%, además de que reducen la productividad de los cultivo y se aumenta la contaminación ambiental en aguas subterráneas y superficiales, así como a la atmósfera, ejemplo del uso indiscriminado de insumos son las altas densidades de siembra de maíz que varía entre 130,000 y 160,000 semillas por hectárea, otro ejemplo es la fertilización que realiza el productor en maíz y trigo que son de hasta 500-90-50 y 350-90-50, respectivamente, mientras que la dosis recomendada es 240-40-00.

Desde su diseño y establecimiento, la plataforma de Acámbaro tiene como principales objetivos evaluar los efectos de diferentes tecnologías agrícolas basadas en Agricultura de Conservación para generar información que contribuya a la solución de las necesidades expresadas por productores y técnicos asociados, esto con la intención de mejorar su capacidad para utilizar los factores de producción, propios o adquiridos, en forma mucho más sostenible y eficiente, proporcionándoles condiciones más favorables para que cada unidad de fertilizante, maquinaria, animal o tierra pueda expresar toda su potencialidad, generando de esta forma una mayor producción y rentabilidad.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma es una de las ocho plataformas de investigación de MasAgro Guanajuato, inició actividades en el ciclo PV 2014 y es un ejemplo funcional de agricultura de conservación (AC) para productores de riego que tienen suelos arcillosos del tipo Vertisol y clima semicálido-subhúmedo como los de la región sureste del estado de Guanajuato. Desde su inicio, en la plataforma de investigación de Acámbaro se han desarrollado investigaciones orientadas a reducir el laboreo del suelo, empleo de diferentes rotaciones e incrementar la eficiencia en el uso de los insumos como semilla, fertilizante y agroquímicos. Los resultados hasta el momento indican que la adopción de AC permite reducir más de 10% del costo total de producción por concepto de labores de preparación del terreno, que es más apropiado trabajar con 50% del rastrojo sobre la superficie en suelos arcillosos (> 50% de arcilla), que una densidad de siembra de 90,000 semilla/ha permite obtener el mismo rendimiento que con densidades mayores, con esto se reduce más de 5% del costo total de producción; que al utilizar el sensor GreenSeeker se puede calcular la dosis de fertilización al momento del reabono, para el caso de maíz se ha logrado reducir la aplicación de nitrógeno en 179 kg/ha, pasando de 414 a 235 kg de N/ha, lo anterior sin impactar negativamente el rendimiento de grano; que la rotación leguminosa-cereal permite incrementar los rendimientos de maíz y trigo hasta un 38% y 8%, respectivamente, mientras que la rotación girasol-maíz y girasol-trigo lo hacen

hasta un 20% y 1%, respectivamente. Al realizar un manejo agroecológico de plagas donde se integran trampas con feromona, monitoreo de larvas y adultos de gusano cogollero en planta y aplicaciones de insecticidas de bajo impacto, es posible controlar esta plaga sin realizar aplicaciones indiscriminadas de insecticidas agresivos para la fauna benéfica y el medio ambiente.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó durante el ciclo PV 2018 en el lote denominado que se localiza a 20°04'16.22" de latitud norte y 100°45'05.6" de longitud oeste, al sureste de la región climática semicálida-subhúmeda del estado (García, 1981). La investigación se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones.

### Tratamientos

Durante el ciclo PV 2018 se evaluaron 20 tratamientos de los cuales los primeros cinco pertenecen al área permanente de la plataforma, donde desde 2014 se evalúan tipos de labranza y manejo de rastrojo. Los 15 tratamientos restantes pertenecen al área de validación de componentes de la plataforma de investigación donde en 2018 se evaluaron cultivos alternativos, sensor infrarrojo GreenSeeker para manejo de la fertilización nitrogenada en el reabono, híbridos de maíz y mejoradores de suelo (cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos de la plataforma Acámbaro, Guanajuato en el ciclo PV 2018.

Trat.	Abreviación	Rotación	Labranza	Manejo de rastrojo	Otro factor
1	TM-CC-R	Trigo - Maíz*	Convencional con camas angostas	Remover	Ninguna
2	TM-CC-I	Trigo - Maíz*	Convencional con camas angostas	Incorporado	Ninguna
3	TM-CC-D	Trigo - Maíz*	Convencional con camas angostas	Dejar, incorporar	Ninguna
4	TM-CP-P	Trigo - Maíz*	Camas permanentes angostas	Parcial	Permanente**
5	TM-CP-P	Trigo - Maíz*	**Camas permanentes angostas (flexibles)	Parcial	Flexible***
6	GF-CCA-R	Garbanzo - Frijol*	Convencional con camas anchas	Remover	Cult. Alternativos (Frijol JL)
7	HF-CC-R	Haba – Frijol*	Convencional con camas angostas	Remover	Cult. Alternativos (Frijol D)
8	TF-CPA-P	Trigo - Frijol*	Camas permanentes anchas	Parcial	Cult. Alternativos (Frijol JL)
9	GM-CPA-P	Garbanzo – Maíz*	Camas permanentes anchas	Parcial	Cult. Alternativos (Maíz)
10	TF-CP-D	Trigo – Frijol*	Camas permanentes angostas	Dejar	Cult. Alternativos (Frijol D)
11	HM-CP-D	Haba – Maíz*	Camas permanentes angostas	Dejar	Cult. Alternativos (Maíz)
12	TM-CP-P-AS	Maíz	Camas permanentes angostas	Parcial	GreenSeeker (AS)
13	TM-CP-P-FR	Maíz	Camas permanentes angostas	Parcial	GreenSeeker (FR)

Trat.	Abreviación	Rotación	Labranza	Manejo de rastrojo	Otro factor
14	TM-CP-P-SFR	Maíz	Camas angostas	permanentes Parcial	GreenSeeker sin FR
15	TM-CP-P-H2	Maíz	Camas angostas	permanentes Parcial	Híbrido de maíz P3265
16	TM-CP-P-H3	Maíz	Camas angostas	permanentes Parcial	Híbrido de maíz Antílope
17	TM-CP-P-Y	Maíz	Camas angostas	permanentes Parcial	Mejorador de suelo Yeso agrícola
18	TM-CP-P-Pr	Maíz	Camas angostas	permanentes Parcial	Mejorador de suelo Promexol 5XG
19	TM-CP-P-L	Maíz	Camas angostas	permanentes Parcial	Mejorador de suelo Lixiviado L
20	TM-CPA-P-L-GS	Maíz	Camas anchas	permanentes Parcial	Integral (Camas anchas + Lixiviado de L + GreenSeeker)

\*: Cultivo establecido en el ciclo Primavera-Verano 2018.

Abreviaciones: T = Trigo, M = Maíz, F = frijol, G = Garbanzo, H = Haba, CC = labranza convencional con camas angostas, CCA = labranza convencional con camas anchas, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, D = se deja el 100% del rastrojo de manera superficial, R= Remover el 100 % del rastrojo, P = se deja el 50% del rastrojo de manera superficial e I = se incorpora el 50 % del rastrojo.

\*\*Flexibles: Si al momento de la cosecha la humedad del suelo y el peso de la maquinaria generan compactación o deforman la cama de siembra, el suelo del tratamiento 5 se preparará utilizando las mínimas labores mecánicas, mientras que el tratamiento cuatro se cosechará a mano para conservar las camas de siembra.

**Cuadro 2. Tratamientos de la plataforma de investigación Acámbaro, Guanajuato en el ciclo OI 2018-2019.**

Trat.	Abreviación	Rotación	Labranza	Manejo de rastrojo	Otro factor
1	MAE-CCA-R	Maíz- <u>Avena</u> +Ebo*	Convencional con camas anchas	Remover	Ninguna
2	MAE-CPA-R	Maíz- <u>Avena</u> +Ebo*	Conservación con camas anchas	Remover	Ninguna
3	FAE-CCA-R-RT	<sup>1</sup> Frijol-Avena+Ebo*	Convencional con camas anchas	Remover	Rotación de cultivos
4	FAE-CPA-R-RT	<sup>1</sup> Frijol-Avena+Ebo*	Conservación con camas anchas	Remover	Rotación de cultivos
5	MAE-CPA-R-C	Maíz- <u>Avena</u> +Ebo*	Conservación con camas anchas	Remover	Caldos orgánicos (Lixiviado + sulfocálcico)
6	MA-CPA-R-V1	Maíz- <u>Avena</u> *	Conservación con camas anchas	Remover	Variedad 1 (Chihuahua)
7	MA-CPA-R-V2	Maíz-Avena*	Conservación con camas anchas	Remover	Variedad 2 (Karma)
8	MA-CPA-R-V3	Maíz- <u>Avena</u> *	Conservación con camas anchas	Remover	Variedad 3 (Obsidiana)

\*: cultivo establecido en el ciclo Otoño-invierno 2018-2019.

Abreviaciones: A = avena, M = maíz; F = Frijol, AE = avena + ebo, CCA = camas anchas con labranza convencional, CPA = camas permanentes anchas; R = remover el 100 % del rastrojo, RT = rotación de cultivos, C = caldos orgánicos, V1 = Variedad de avena 1, V2 = variedad de avena 2 y V3 = variedad de avena 3.



Durante el ciclo OI 2018-2019 se evaluaron 8 tratamientos de los cuales los primeros dos pertenecen al área permanente de la plataforma, donde desde 2014 se evalúan tipos de labranza y manejo de rastrojo. Los seis tratamientos restantes pertenecen al área de validación de componentes de la plataforma de investigación, donde se evaluó la rotación de cultivos, aplicación de caldos orgánicos como fertilizante foliar, control orgánico de plagas, enfermedades y variedades alternativas de avena (cuadro 2).

### **Resumen del ciclo del reporte**

Durante el ciclo PV se presentaron fuertes precipitaciones que generaron encharcamientos en la plataforma, reducción en el crecimiento de las plantas, así como amarillamientos en las mismas. En el caso del cultivo de frijol el encharcamiento del terreno impidió su germinación y para fechas posteriores el exceso de lluvia impidió su resiembra. En el ciclo OI la fecha de siembra del cultivo fue tardía por lo que el cultivo estuvo estresado por las altas temperaturas registradas hacia finales de enero y febrero. Otro aspecto a considerar es el posible efecto residual de los herbicidas aplicados durante el ciclo PV-2018.

### **Manejo de la plataforma PV 2018**

La preparación del terreno para los tratamientos en labranza convencional se realizó de forma mecánica entre el 06 de diciembre de 2017 y el 12 de mayo de 2018 y consistió en desvare, dos pasos de rastra, cuadreo y formación de camas angostas a 75 cm, mientras que para los tratamientos de conservación no se realizaron labores de preparación, únicamente se realizó reformación de camas de siembra el 11 de mayo de 2018. La siembra de los cultivos de maíz y frijol se realizó el 14 de mayo de 2018, en suelo seco con sembradora neumática de cero labranza, a hilera sencilla. La densidad de siembra para el maíz fue de 95,000 semillas/ha, mientras que para el frijol fue de 60 kg/ha. Como material genético se utilizó el híbrido de maíz Berrendo (Asgrow) y las variedades flor de junio León y flor de mayo Dolores. En el caso de los tratamientos 15 y 16 del área de validación de componentes se utilizaron los híbridos de maíz P3265 (Pioneer) y Antílope (Asgrow).

La fertilización del cultivo se realizó de acuerdo con los resultados de laboratorio practicados a las muestras de suelo de la plataforma y a los tratamientos evaluados en la plataforma. Otro aspecto que influyó en el manejo del fertilizante fue el exceso de humedad que requirió la aplicación de dos reabonos en etapa vegetativa del cultivo. Las dosis de fertilización se presentan en el cuadro 3. La aplicación de fertilizante al momento de la siembra se realizó mecánicamente, mientras que los reabonos se aplicaron manualmente en banda sobre el surco del cultivo. Las fuentes utilizadas para fertilizar los cultivos fueron: urea, sulfato de amonio, fosfónitrato, MAP, cloruro de potasio, sulfato de zinc y granubor. Para complementar la fertilización al suelo se realizó una fertilización foliar el 10 de junio de 2018, cuando el cultivo se encontraba en la etapa de tres hojas verdaderas, se aplicaron 10 L de lixiviado de lombriz mezclados con 4 L de caldo sulfocálcico.

Cuadro 3. Fertilización de maíz, frijol y girasol en plataforma.

<b>Momento</b>	<b>Fecha</b>	<b>Trats. 1-5, 9, 11 y 15-20</b>	<b>trat. 12</b>	<b>Trat. 13</b>	<b>Trat. 14</b>
Siembra	14/05/2018	100-60-15-4.5-1.4	100-60-15-4.5-1.4	250-60-15-4.5-1.4	100-60-15-4.5-1.4
1er.	3/07/2018	192-00-15	205-00-15	92-00-15	200-00-15
2do.	17/07/2018	66-06-00	66-06-00	66-06-00	66-06-00
<b>Total</b>		<b>358-66-30-4.5-1.4</b>	<b>371-66-30-4.5-1.4</b>	<b>408-66-30-4.5-1.4</b>	<b>366-66-30-4.5-1.4</b>

### ***Control de maleza***

Para control de malas hierbas en la plataforma se realizaron tres aplicaciones de herbicidas durante el ciclo del cultivo. La primera aplicación se realizó al día siguiente de la siembra el 15 de mayo de 2018 donde se aplicaron 2.5 L/ha de glifosato (Machete), posteriormente en la etapa de dos hojas verdaderas se aplicaron 30 gr de Prosulfurón (Peak) + 150 gr de Foramsulfuron 30% + iodossulfuron metil sodio (Maister)/ha y finalmente en la etapa de cuatro a cinco hojas verdaderas se aplicaron los mismos productos y cantidades de la segunda aplicación. La principal plaga del maíz en la plataforma es el gusano cogollero, para su control se realizaron tres aplicaciones de insecticida. La primera se realizó el 02 de julio de 2018 cuando el cultivo se encontraba en etapa de cuatro hojas verdaderas, en este momento se aplicaron 0.125 L/ha de Methoxyfenocide (Intrepid), posteriormente en la etapa de cinco hojas verdaderas el 25 de julio de 2018 se aplicaron 0.5 L/ha de Abamectina mezclada con 0.5 L/ha de hongos entomopatógenos. La tercera aplicación se realizó el 03 de agosto de 2018 en etapa de siete hojas verdaderas y se aplicaron 0.125 L/ha de Methoxyfenocide (Intrepid).

Durante este ciclo de cultivo únicamente se realizó el riego de siembra el cual se aplicó el 21 de mayo de 2018, seis días posteriores a la siembra del cultivo, el resto de la humedad fue provisto por el temporal.

Una vez que el cultivo de maíz alcanzó la etapa de madurez fisiológica y un contenido de humedad cercano al 14% se realizaron muestreos para estimar el rendimiento por hectárea de los diferentes tratamientos establecidos en la plataforma de investigación. Se realizaron tres muestreos de 2.0 m lineales en cada una de las unidades experimentales. Las mazorcas cosechadas se depositaron en costales debidamente rotulados. Las muestras cosechadas fueron trasladadas al Campo Experimental Bajío donde se desgranaron manualmente, pesaron utilizando una báscula granataria y se determinó la humedad del grano empleando un determinador de humedad portátil previamente calibrado con un determinador estacionario localizado en el laboratorio de semillas del CEBAJ INIFAP.

### ***Manejo de la plataforma OI 2019-2019***

Durante el ciclo OI 2018-2019 se realizó preparación del suelo en toda la plataforma debido a que se reemplazaron las camas angostas de 0.75 m por camas anchas de 1.5 m. Debido a lo anterior la preparación del terreno consistió en un rastreo, dos pasos de subsuelo y finalmente otro rastreo. La preparación de la plataforma se realizó entre el 26 de diciembre de 2018 y el 07 de enero de 2019.

La siembra de los cultivos de avena-ebo y avena se realizó el 12 de enero de 2019, en suelo seco con sembradora fertilizadora de granos finos diseñada para siembra directa. La siembra se realizó en cobertura total sobre el suelo preparado, para después de la emergencia trazar las camas anchas de siembra. La densidad de siembra para avena-ebo fue de 100 kg/ha: 60 kg de semilla de avena mezclada con 40 kg de semilla de ebo común, mientras que, la densidad de siembra para avena fue de 115 kg de semilla/ha. Como materiales genéticos se utilizaron las variedades de avena Chihuahua, Karma y Obsidiana, así como ebo común de la empresa Berentsen.

La aplicación del fertilizante al momento de la siembra se realizó mecánicamente empleando la sembradora fertilizadora (cuadro 4). Al momento del reabono el fertilizante fue aplicado utilizando una "boleadora de fertilizante". Las fuentes utilizadas para fertilizar los cultivos fueron: DAP, sulfato de amonio y urea. Para complementar la fertilización al suelo se realizó una fertilización foliar el 09 de marzo de 2019, cuando el cultivo se encontraba en amacollamiento final. En los tratamientos de la plataforma,

excepto en el tratamiento cinco, se aplicaron 2 L/ha del abono líquido Bayfolan, mientras que en el tratamiento cinco se aplicaron 10 L de lixiviado de lombriz mezclados con 5 L de caldo sulfocálcico/ha.

Cuadro 4. Fertilización de avena-ebo y avena en plataforma de investigación Acámbaro, Guanajuato OI 2018-2019.

Momento	Fecha	Avena-ebo Trats. 1 al 5	Avena Trats 6-8
Siembra	12/01/2019	92-46-00	96-46-00
1er. Reabono (44 dds)	25/02/2019	31.5-00-00	31.5-00-00
Total		123.5-46-00	123.5-46-00

Durante el ciclo de los cultivos no se realizaron acciones para el control de maleza, no se observaron plagas de importancia ni enfermedades. A lo largo del ciclo se aplicaron tres riegos, uno al momento de la siembra y dos de auxilio, uno a los 45 días después de la siembra y el otro a los 70.

Una vez que los cultivos de avena-ebo y avena llegaron a la etapa de grano masoso, se midió la altura de la avena desde la base del tallo hasta la parte superior de los pedicelos y se realizó el corte con segadora mecánica. Al momento del corte se colectó y pesó el material fresco de 2.0 metros lineales por el ancho de la melga de siembra. En cada unidad experimental se realizaron tres muestreos. El material pesado se dejó en la parcela y ocho días después se pesó para obtener el peso seco de cada muestra.

#### **Análisis de resultados**

Los datos de altura de planta, peso fresco, peso seco y rendimiento seco por hectárea fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias utilizando el método de Tukey a un nivel de significancia de 0.05. Para analizar la rentabilidad de cada tratamiento, durante el ciclo del cultivo se registraron los datos de manejo agronómico y sus costos directos de producción (labores mecanizadas, insumos, mano de obra y servicios), no se consideraron los costos indirectos como: traslado de insumos, asistencia técnica, renta, seguro agrícola y gastos de administración. Empleando los datos de rendimiento por hectárea y precio de venta del forraje se calculó el ingreso bruto para cada tratamiento. Finalmente, se calculó la relación beneficio/costo dividiendo el ingreso bruto entre los costos directos de producción. Los datos de los tratamientos del área permanente y del área de validación de componentes se analizaron en conjunto para contar con un análisis estadístico más completo.

#### **Resultados**

##### **Resultados PV 2018**

El análisis de varianza practicado a los datos de rendimiento de grano de maíz ajustado al 14% de humedad, humedad del grano y peso de 200 granos (cuadro 5) de los cinco tratamientos principales de la plataforma indica que no existieron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos por lo que es posible inferir que el sistema de labranza y manejo de rastrojo no impactaron el rendimiento.

Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza practicado a los datos de rendimiento y humedad del grano de maíz.

Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento de grano al 14% humedad	Humedad de grano (%)	Peso de 200 granos (g)
Tratamientos	4	2296887.12ns	1.86ns	52.083 ns
Repeticiones	5	2357181.58ns	1.54ns	16.833ns
Error	20			
CV		15.20	7.49	8.59

ns= no significativo

La prueba de comparación de medias (cuadro 6) al igual que el análisis de varianza indica que para rendimiento, humedad de grano y peso de 200 granos no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos principales de la plataforma (figura 1).

Cuadro 6. Comparación de medias de rendimiento de grano al 14% de humedad, humedad de grano y peso de 200 granos en los tratamientos principales de la plataforma de investigación de Acámbaro.

Tratamiento	Rendimiento de grano al 14% humedad	Humedad de grano (%)	Peso de 200 granos (g)
TM-LC-R	1 11699a	15.3a	69.167a
TM-LC-I	2 11361a	16.3a	69.833a
TM-LC-D	3 12085a	15.2a	65.167a
TM-CP-P	4 12966a	15.2a	68.667a
TM-CP-P	5 12373a	14.7a	63.000a

Abreviaciones: T=Trigo, M=Maíz, LC=labranza convencional con camas angostas, CP=camas permanentes angostas D=dejar (se deja el 100% del residuo), R= Remover el total de residuo P= parcial (se deja el 50% del residuo) e I=Incorporar. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

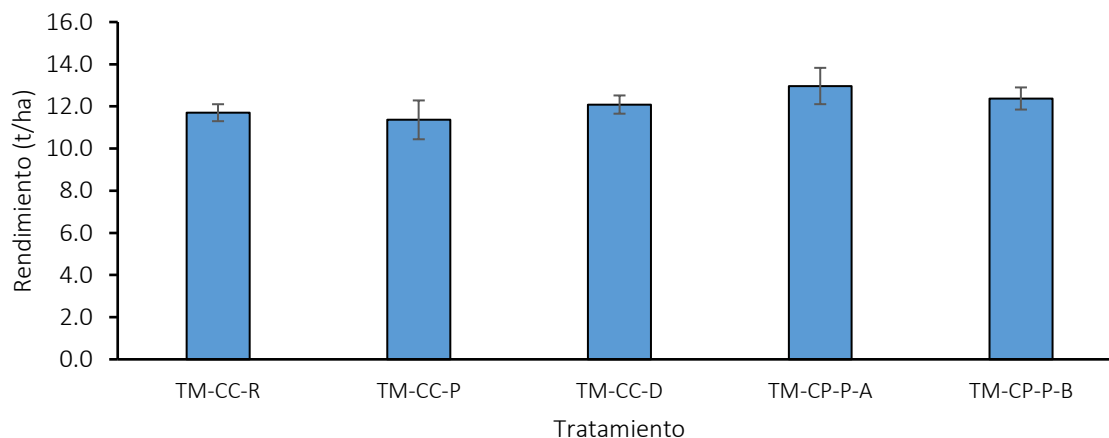


Figura 1. Rendimiento promedio de grano de maíz al 14% de humedad en los tratamientos principales.

El análisis de rentabilidad practicado a los tratamientos de maíz del ensayo principal (cuadro 7) indica que los tratamientos de conservación 4 y 5 (TM-CP-P y TM-CP-P) fueron los de mayor rendimiento y rentabilidad debido a la reducción de costos por la no preparación del terreno y a que en promedio rindieron 0.96 t/ha más que los tratamientos de labranza convencional.

Cuadro 7. Análisis de rentabilidad tratamientos de maíz del ensayo principal plataforma experimental Acámbaro ciclo PV 2018.

Concepto	TM-LC-R	TM-LC-I	TM-LC-D	TM-CP-P	TM-CP-P
Costo de producción (\$)	\$34,730.00	\$28,730.00	\$28,730.00	\$26,480.00	\$26,480.00
Rendimiento promedio (t/ha)	11.70	11.36	12.08	12.97	12.37
Precio de compra t de grano	\$4,100.00	\$4,100.00	\$4,100.00	\$4,100.00	\$4,100.00
Ingreso bruto	\$47,966.00	\$46,579.00	\$49,548.00	\$53,159.00	\$50,731.00
Utilidad	\$13,236.00	\$17,849.00	\$20,819.00	\$26,679.00	\$24,251.00
Relación beneficio/costo	1.38	1.62	1.72	2.01	1.92

Abreviaciones: T=Trigo, M=Maíz, LC=labranza convencional con camas angostas, CP=camas permanentes angostas D=dejar (se deja el 100% del residuo), R= Remover el total de residuo P= parcial (se deja el 50% del residuo) e I=Incorporar.

### Área de validación

El análisis de varianza (cuadro 8) practicado a los datos de rendimiento de grano al 14% de humedad, peso de 200 granos y humedad del grano de los tratamientos de maíz establecidos en el área de validación de componentes de la plataforma de investigación de Acámbaro indican que en cuanto a rendimiento y peso de 200 granos existieron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados en el área de validación de componentes de la plataforma de investigación y en cuanto a rendimiento de grano el análisis muestra que existieron diferencias estadísticas significativas entre repeticiones.

Cuadro 8. Cuadrados medios del análisis de varianza practicado a los datos de rendimiento y humedad de grano a los tratamientos del área de validación de componentes en la plataforma de investigación de Acámbaro.

Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento de grano al 14% humedad	Humedad de grano (%)	Peso de 200 granos (g)
Tratamientos	10	19243693.5**	1.15ns	127.07**
Repeticiones	5	8478143.7*	1.02ns	47.74ns
Error	50	2843652.2	0.85	36.35
CV		13.37	6.14	9.00

La prueba de comparación de medias de Tukey con un alfa de 0.05 (cuadro 9) indica que el mayor rendimiento se encontró en el tratamiento 9 donde además del sistema de conservación se trabaja la rotación de cultivos, siendo el cultivo anterior garbanzo, este tratamiento estadísticamente no presentó diferencias con el tratamiento 11 donde de igual manera se trabaja la conservación y la rotación de cultivos, siendo el cultivo anterior haba. Al igual que en 2017 el tratamiento 18 mejorador de suelo promexol 5XG fue uno de los mejores tratamientos del área de validación de componentes de la plataforma que estadísticamente no presentó diferencias con el tratamiento 11 (figura 2).

El análisis de rentabilidad indica que los mejores tratamientos fueron los tratamientos 9 y 11 con una relación beneficio/costo de 2.49 y 2.19, respectivamente, en estos tratamientos, además de la conservación se realiza rotación de cultivos leguminosa-gramínea. A estos tratamientos les siguió el tratamiento 15 donde se trabajó con un híbrido más barato que en el resto de los tratamientos (cuadro 10).

Cuadro 9. Comparación de medias de rendimiento de grano al 14% de humedad y humedad de grano de la cosecha en los tratamientos del área de validación de componentes, plataforma de investigación Acámbaro.

Tratamiento	Tecnología	Rendimiento de grano al 14% humedad	Humedad de grano (%)	Peso de 200 granos (g)
GM-CPA-9	Cultivos alternativos (Maíz)*	16322a	15.3a	72.5ab
HM-CP-D11	Cultivos alternativos (Maíz)*	14371ab	15.2a	71.2ab
TM-CP-P-12	GreenSeeker (AS)	12146bc	14.8a	63.7abc
TM-CP-P-13	GreenSeeker (FR)	12260b	14.7a	68.8abc
TM-CP-P-14	GreenSeeker sin FR	12081bc	14.9a	67.7abc
TM-CP-P-15	Híbrido de maíz P3265	12312b	16.1a	72.8a
TM-CP-P-16	Híbrido de maíz Antílope	11877bc	14.8a	60.8bc
TM-CP-P-17	Mejorador de suelo Yeso	12576b	15.3a	68.8abc
TM-CP-P-18	Mejorador de suelo Promexol	13444ab	14.6a	65.7abc
TM-CP-P-19	Mejorador de suelo Lixiviado L	12398b	14.6a	63.5abc
TM-CP-P-20	Integral (Camas anchas + Lixiviado de L + GreenSeeker)	8976c	15.0a	59.2bc

\*: cultivo establecido en el ciclo Primavera-Verano 2018.

Abreviaciones: T = Trigo, M = Maíz, F = frijol, G = Garbanzo, H = Haba, LC = labranza convencional con camas angostas, LCA = labranza convencional con camas anchas, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, D = se deja el 100% del rastrojo de manera superficial, R= Remove el 100 % del rastrojo, P = se deja el 50% del rastrojo de manera superficial e I = se incorpora el 50 % del rastrojo.

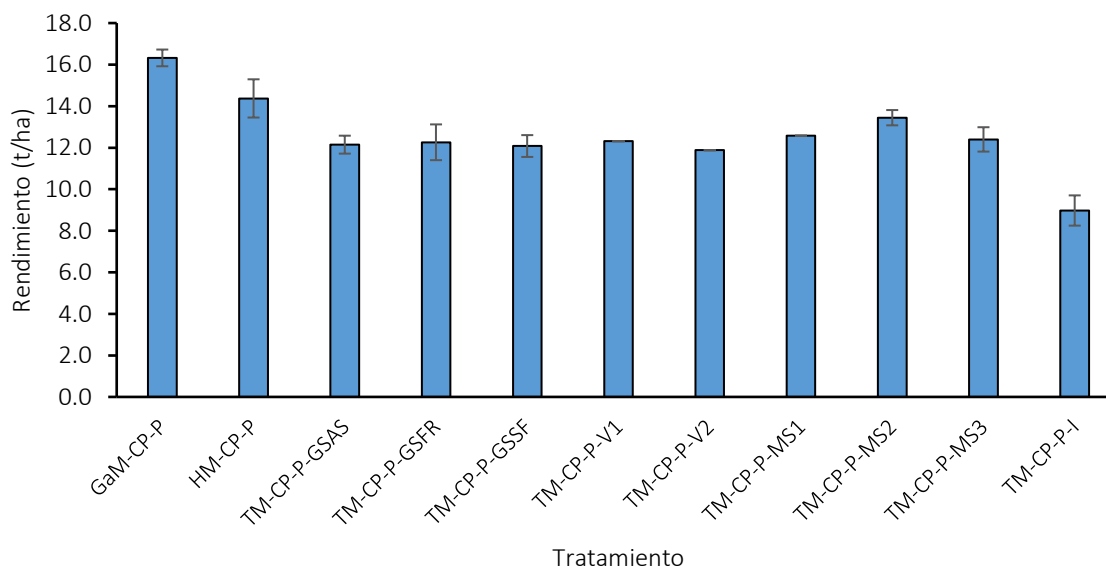


Figura 2. Rendimiento promedio de grano de maíz al 14% de humedad.

Cuadro 10. Análisis de rentabilidad tratamientos de maíz del área de validación de componentes de la plataforma de investigación Acámbaro ciclo PV 2018.

Tratamiento	Costo de producción (\$)	Rendimiento promedio (t/ha)	Precio de compra de grano	Ingreso bruto	Utilidad	Relación beneficio/costo
GM-CPA-P	9 \$26,880.00	16.32	\$4,100.00	\$66,919.67	\$40,039.72	2.49
HM-CP-D	1 \$26,880.00	14.37	\$4,100.00	\$58,921.59	\$32,041.64	2.19
TM-CP-P-AS	1 \$26,902.00	12.15	\$4,100.00	\$49,796.93	\$22,894.98	1.85
TM-CP-P-FR	1 \$27,128.00	12.26	\$4,100.00	\$50,267.72	\$23,139.47	1.85
TM-CP-P-SFR	1 \$26,628.00	12.08	\$4,100.00	\$49,529.69	\$22,901.74	1.86
TM-CP-P-H2	1 \$25,455.00	12.31	\$4,100.00	\$50,478.13	\$25,023.18	1.98
TM-CP-P-H3	1 \$26,088.00	11.88	\$4,100.00	\$48,697.20	\$22,609.25	1.87
TM-CP-P-Y	1 \$31,868.00	12.58	\$4,100.00	\$51,560.01	\$19,692.36	1.62
TM-CP-P-Pr	1 \$32,618.00	13.44	\$4,100.00	\$55,119.07	\$22,501.42	1.69
TM-CP-P-L	1 \$31,768.00	12.40	\$4,100.00	\$50,833.05	\$19,065.40	1.60
TM-CP-P-L-	2 \$36,755.00	8.98	\$4,100.00	\$36,800.63	\$45.28	1.00

\*: cultivo establecido en el ciclo Primavera-Verano 2018.

Abreviaciones: T = Trigo, M = Maíz, F = frijol, G = Garbanzo, H = Haba, CP = camas permanentes angostas, CPA = camas permanentes anchas, D = se deja el 100% del rastrojo de manera superficial, R= Remove el 100 % del rastrojo, P = se deja el 50% del rastrojo de manera superficial, I = se incorpora el 50 % del rastrojo.

### Resultados OI 2018-2019

El análisis de varianza practicado a los datos de altura de planta, peso fresco, peso seco, rendimiento seco de biomasa y porcentaje de humedad, indican que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo cual indica que al menos un tratamiento se comportó diferente a los demás (cuadro 11).

Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza practicado a los datos de rendimiento y humedad del grano de maíz.

Fuente de variación	Grados de	Altura de planta (cm)	Peso fresco (gr)	Peso seco (gr)	Rendimiento seco kg ha <sup>-1</sup>	Humedad (%)
Tratamientos	7	1530.94**	13303165.90**	1622285.47**	18419450.4**	0.00275208**
Repeticiones	1	0.00	844290.75*	51025.52	394218.8	0.00000208
Error	7	1.93	173237.0	20525.38	154014.8	0.00024909
CV		1.85	8.50	10.87	9.08	5.97

\*\* altamente significativo  $p \leq 0.05$

\*significativo  $p \leq 0.05$

ns= no significativo

La prueba de comparación de medias (cuadro 12) indica que para las variables altura de planta, peso fresco, peso seco y rendimiento seco los mejores tratamientos fueron cuatro y tres, donde a través del tiempo se ha practicado la rotación de cultivos bajo el sistema de conservación y de labranza convencional, respectivamente, en estos tratamientos la humedad del forraje fue mayor que en el resto de los tratamientos, debido a la cantidad de biomasa. A pesar de que durante el ciclo OI 2018-2019 la preparación del suelo fue convencional para cambiar las camas angostas por camas anchas, la posición de

este tratamiento permanece en el mismo sitio desde hace cinco ciclos. En general la altura de planta, peso fresco, peso seco y rendimiento seco de biomasa fue menor en los tratamientos donde se estableció avena. De las tres variedades de avena evaluadas, las variedades Chihuahua y Karma tuvieron mayor altura de planta, peso fresco, peso seco y rendimiento seco de biomasa que la variedad Obsidiana. La aplicación de lixiviado de lombriz más caldo sulfocálcico, tratamiento 5 no presentó diferencias con los tratamientos 1 y 2 donde se aplicó el fertilizante foliar Bayfolan (figura 3).

Cuadro 12. Comparación de medias de altura de planta, peso fresco, peso seco y rendimiento seco en los tratamientos de la plataforma de investigación Acámbaro.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Peso fresco (gr)	Peso seco (gr)	Rendimiento seco (kg/ha)	Humedad (%)
MAE-CCA-R	1 67.2cd	4290cd	1093c	3644c	26b
MAE-CPA-R	2 67.7 cd	4394cd	1092c	3639c	25b
FAE-CCA-R-RT	3 97.7b	6670b	1965b	6550b	30a
FAE-CPA-R-RT	4 103.2a	7595a	2278a	7539a	30a
MAE-CPA-R-C	5 67.8cd	4062d	1015cd	3384cd	25b
MA-CPA-R-V1	6 69.7c	4127d	1021cd	3402c	25b
MA-CPA-R-V2	7 67d	4900c	1278c	3670c	26b
MA-CPA-R-V3	8 60.2e	3112e	799d	2664d	26b

Abreviaciones: A = avena, M = maíz; F = Frijol, AE = avena + ebo, CCA = camas anchas con labranza convencional, CPA = camas permanentes anchas; R = remover el 100 % del rastrojo, RT = rotación de cultivos, C = caldos orgánicos, V1 = Variedad de avena 1, V2 = variedad de avena 2 y V3 = variedad de avena 3. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

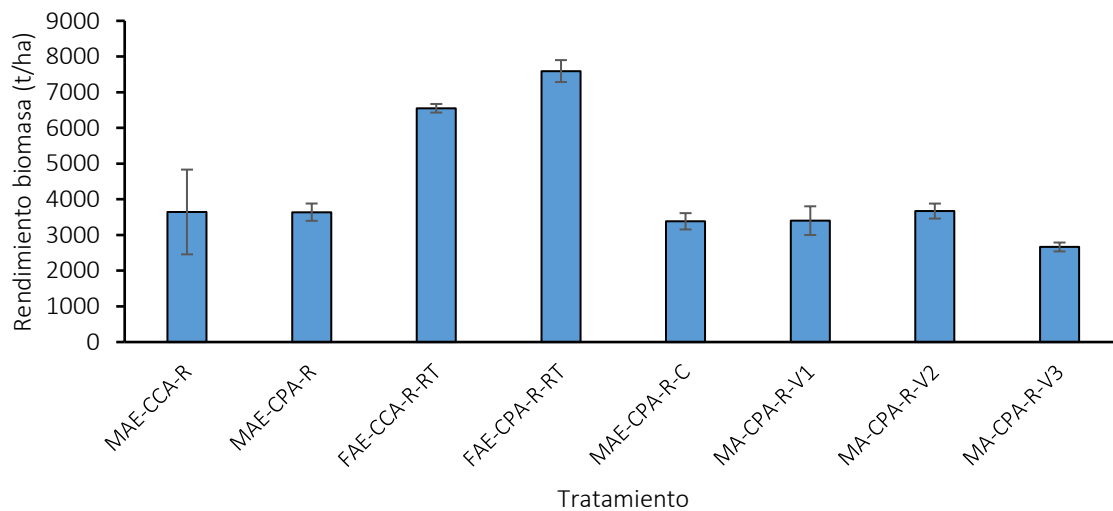


Figura 3. Rendimiento seco promedio en los tratamientos de la plataforma Acámbaro. Abreviaciones: A = avena, M = maíz; F = Frijol, AE = avena + ebo, CCA = camas anchas con labranza convencional, CPA = camas permanentes anchas; R = remover el 100 % del rastrojo, RT = rotación de cultivos, C = caldos orgánicos, V1 = Variedad de avena 1, V2 = variedad de avena 2 y V3 = variedad de avena 3.



El análisis de rentabilidad practicado a los tratamientos evaluados durante el ciclo OI 2018-2019 en la plataforma de investigación indica que los tratamientos cuatro y tres con 1.81 y 1.56 de relación beneficio/costo fueron los tratamientos que generaron utilidad en la plataforma, en el resto de los tratamientos esta relación se encontró por debajo de 1.0, lo que indica que no se logró recuperar la inversión (cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de rentabilidad tratamientos de maíz del ensayo principal plataforma Acámbaro, Guanajuato ciclo PV 2018.

Tratamiento	Costo de producción (\$)	Rendimiento de seco promedio (kg/ha)	Pacas de 25 kg	Ingreso bruto por venta de pacas	Utilidad	Relación beneficio/costo
MAE-CCA-R	1 \$16,807	3,644	146	\$14,578	\$-2,229	0.87
MAE-CPA-R	2 \$16,807	3,639	146	\$14,556	\$-2,252	0.87
FAE-CCA-R-	3 \$16,807	6,550	262	\$26,200	\$9,393	1.56
FAE-CPA-R-	4 \$16,807	7,593	304	\$30,370	\$13,563	1.81
MAE-CPA-R-	5 \$16,793	3,383	135	\$13,533	\$-3,259	0.81
MA-CPA-R-	6 \$15,057	3,402	136	\$13,607	\$-1,451	0.90
MA-CPA-R-	7 \$15,057	3,669	147	\$14,678	\$-379	0.97
MA-CPA-R-	8 \$15,057	2,664	107	\$10,656	\$-4,402	0.71

Abreviaciones: A = avena, M = maíz; F = Frijol, AE = avena + ebo, CCA = camas anchas con labranza convencional, CPA = camas permanentes anchas; R = remover el 100 % del rastrojo, RT = rotación de cultivos, C = caldos orgánicos, V1 = Variedad de avena 1, V2 = variedad de avena 2 y V3 = variedad de avena 3. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Durante el ciclo PV 2018 se realizó un evento demostrativo en la plataforma de investigación Acámbaro, Guanajuato, a este evento acudieron en total 32 personas de las que 24 fueron productores, 7 técnicos y 1 investigador. Durante el ciclo el principal problema para la organización de los eventos demostrativos fue el exceso de humedad en las diferentes etapas del cultivo, lo cual impidió el acceso de los asistentes a los tratamientos de la plataforma. Durante el ciclo OI 2018-2019 se realizó un evento demostrativo en la plataforma de investigación Acámbaro, Guanajuato, a este evento acudieron en total 19 personas de las que 9 fueron productores, 6 técnicos, 2 encargados de desarrollo rural del municipio, 1 reportero y 1 estudiante. Durante el ciclo el principal problema para la organización de los eventos demostrativos fue el exceso de humedad en las diferentes etapas del cultivo, lo cual impide el acceso de los asistentes a los tratamientos de la plataforma. Durante el evento se contó con asistentes de otros municipios como Uriangato, Celaya, Acámbaro, Valle de Santiago, Comonfort y Cortazar en el estado de Guanajuato y del estado de Morelos.

Cuadro 14: Resumen de asistentes a eventos en la plataforma de investigación Acámbaro, Guanajuato PV 2018 y OI 2018-2019.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	32	1
Técnicos	8	5
Otros	5	
Total de asistentes	45	6

## **Conclusiones de resultados e implicaciones para productores**

Los resultados del ensayo principal indican que el sistema de agricultura de conservación: camas angostas permanentes con 50% del residuo sobre la superficie generan la misma productividad que con labranza convencional, lo cual sugiere que con este sistema de producción se pueden reducir las actividades de preparación de suelo sin impactar negativamente en el rendimiento, reducir los costos de producción e incrementar la rentabilidad de los cultivos durante el ciclo Primavera-Verano. Estos resultados pueden incentivar la adopción del sistema de siembra en agricultura de conservación en esta región.

La rentabilidad de las tecnologías evaluadas en los tratamientos del área de validación de componentes bajo condiciones de agricultura de conservación fue mayor que la del sistema de producción convencional. La mayor productividad y rentabilidad del cultivo de maíz durante el ciclo PV 2018 en la plataforma de investigación Acámbaro fue la rotación leguminosa-cereal, frijol-trigo. Estos resultados pueden influir en la adopción de sistemas de producción que consideren la rotación de cultivos como una opción para mejorar la fertilidad y productividad del suelo. Con base a lo anterior es importante destacar la rotación de cultivos ya que además de mejorar la productividad, permite la ruptura del ciclo de vida de las plagas.

Los rendimientos obtenidos en la plataforma de investigación durante el ciclo PV 2018 fueron mayores a los reportados por el productor en su producción realizada bajo condiciones de labranza convencional, estos resultados también fueron superiores a los obtenidos por productores vecinos de la plataforma ya que debido al exceso de lluvia en la región los rendimientos de grano de maíz fluctuaron entre 2 y 10 t/ha.

El cultivo de la mezcla de avena más ebo género mayores rendimientos de materia seca que el cultivo de avena, por lo que esta combinación puede ser una alternativa para la producción de forraje en la región de Acámbaro-Salvatierra.



Establecimiento de los tratamientos de agricultura de conservación en la plataforma de investigación Acámbaro, Guanajuato.



Emergencia del cultivo de maíz establecido en labranza convencional.



Emergencia del cultivo de maíz establecido en agricultura de conservación.



Diferencia entre los tratamientos: izquierda labranza convencional, derecha agricultura de conservación.



Siembra de avena-ebo y avena en la plataforma de investigación Acámbaro, Guanajuato.



Cultivo de avena-ebo en desarrollo.



Reabono de cultivos.



Productor cooperante en plataforma de investigación con cultivo de avena en etapa de floración.



Fertilización foliar.



Estimación de materia fresca.



Medición de altura de plantas.



# Apaseo el Alto, Guanajuato – PV 2018 – Año cinco

Luis Alberto Noriega González y Enrique Andrio Enríquez  
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque

## Introducción

En esta plataforma se experimenta con nueve tratamientos en agricultura de conservación, con sistemas de labranza, manejo de rastrojo y rotaciones de cultivo, bajo condiciones de temporal, implementando estrategias de manejo sustentable en el cultivo de maíz y frijol. El clima en el municipio, en su mayoría se considera templado subhúmedo, con temperaturas máximas de 20° C y mínimas de 14 °C. La precipitación es cercana a los 550 mm anuales, sin embargo, esta precipitación no se distribuye uniforme durante el ciclo de los cultivos; los suelos predominantes en la región son del tipo vertisol pélico, bastante deteriorados con bajos contenidos de materia orgánica y muy compactados, por el excesivo laboreo. El sistema de producción en la zona tiene muchos inconvenientes principalmente por que no existen materiales genéticos que presenten un buen potencial de rendimiento bajo estas condiciones de temporal, existe poca o nula asesoría técnica, se queman grandes volúmenes de rastrojo y otros productores lo utilizan como alimento para su ganado; con respecto al control de plagas y malezas, se realiza con mucha deficiencia y se utilizan productos de alto impacto ecológico. Los tratamientos experimentados en esta plataforma tienen el objeto de mejorar los sistemas de producción generando mayores ingresos para las familias rurales e impactando mínimamente al ambiente.

## *Resumen de la historia de la plataforma*

La plataforma inició trabajos en el ciclo PV 2014 y se ubica dentro de las instalaciones del Tecnológico Nacional de México con sede en el Instituto Tecnológico de Roque, localizado en la comunidad de la cuevita, Apaseo, Guanajuato. Los trabajos implementados en la plataforma son generados por personal de este instituto y sus estudiantes, los cuales son un vínculo directo con el productor en diversas comunidades del municipio.

Esta plataforma es de temporal y cuenta con nueve tratamientos en Agricultura de Conservación; el objetivo principal de esta es validar alternativas de manejo de los sistemas basados en Agricultura de Conservación, para incrementar la rentabilidad de los cultivos. El sistema de producción predominante en la región es tradicional (barbecho, rastra, siembra y escarda). La plataforma fue acondicionada después de haber realizado un diagnóstico y se implementó un subsuelo para romper el piso de arado existente en el suelo.

## Materiales y métodos

### *Tratamientos*

Los tratamientos que se muestran en el presente cuadro hacen referencia al sistema de rotación, la práctica de labranza y el manejo de rastrojo.

Cuadro 1. Tratamientos experimentados en plataforma de investigación, Apaseo el Alto, Guanajuato. Instituto Tecnológico de Roque. PV 2018.

Trat	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	MM-CP-R	Maíz* – Maíz	Camas angostas permanentes	Remove
2	MM-CP-D	Maíz* – Maíz	Camas angostas permanentes	Deja (100%)
3	MM-CPA-R	Maíz* – Maíz	Camas anchas permanentes	Remove
4	MM-CPA-D	Maíz* – Maíz	Camas anchas permanentes	Deja (100%)
5	MF-CP-D	Maíz* – Frijol	Camas angostas permanentes	Deja (100%)
6	MF-CPA-D	Maíz* – Frijol	Camas anchas permanentes	Deja (100%)
7	MF-CP-R	Maíz – Frijol*	Camas angostas permanentes	Remove
8	MF-CPA-R	Maíz – Frijol*	Camas anchas permanentes	Remove
9	MMF-CP-D	Maíz* – Maíz Frijol	Camas angostas permanentes	Deja (100%)
10	MM-CC-R	Maíz* – Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Remove
11	FGi-CC-R	(Frijol-Girasol)	Camas angostas con labranza convencional	Remove
12	F-CC-R	Frijol	Camas angostas con labranza convencional	Remove

\*Cultivo sembrado en el ciclo PV 2018

Cuadro 2. Tratamientos en área de validación, Apaseo el Alto, Guanajuato. Instituto Tecnológico de Roque. PV 2018.

Trat	Abreviación	Rotación	Practica de labranza	Manejo de rastrojo	Variedad	Otro Factor
1	MM-CP-D-V1-H	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	Ocelote	Hidrogel
2	MM-CP-D-V1-SH	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	Ocelote	Sin Hidrogel
3	MM-CP-D-V2-H	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	San Andres	Hidrogel
4	MM-CP-D-V2-SH	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	San Andres	Sin Hidrogel
5	MM-CP-D-V3-H	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	Novasem	Hidrogel
6	MM-CP-D-V3-SH	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	Novasem	Sin Hidrogel
7	MM-CP-D-V4-H	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	Biogen (A)	Hidrogel
8	MM-CP-D-V4-SH	Maíz – Maíz	Camas permanentes	angostas Dejar 100%	Biogen (A)	Sin Hidrogel

Estos tratamientos fueron establecidos para experimentar el comportamiento del cultivo de maíz, cuando viene de una rotación de frijol o en monocultivo, en camas anchas o angostas, al dejar rastrojo del cultivo anterior y cuando se retira este. Existen tres tratamientos con labranza convencional donde se establecen los testigos con maíz y frijol, manejados como habitualmente lo hace el productor y un tratamiento intercalado con frijol-girasol.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

En el ciclo PV 2018, las precipitaciones han tenido excelente distribución y en algunos casos ha sido excesiva, se han provocado afectaciones mínimas en el cultivo por falta de fertilización, puesto que no se han realizado en tiempo por este factor. Dos tratamientos se vieron afectados por el ataque de roedores (ardillas), durante la germinación de la semilla.

### ***Manejo de la plataforma***

Las camas de siembra fueron reformadas, utilizando cultivadora de rejas y acoplado discos cortadores con 't' invertida para realizar una roturación vertical en la línea de siembra. La siembra se realizó el 4 de julio, a hilera sencilla, utilizando sembradora neumática de precisión modelo SD-2011-DSCF-2 de la empresa sembradoras del Bajío. La densidad de siembra empleada fue de 100 y 80 mil semillas/ha para maíz y frijol, respectivamente. Se realizó una aplicación de herbicida pre-siembra con glifosato a razón de 2.5 L/ha, respectivamente. La dosis de fertilización empleada fue 157-60-00 y se implementaron dos aplicaciones foliares con paquetes de minerales balanceados de la empresa Nuves. Con respecto al manejo de plagas presentadas durante el ciclo de producción; el gusano cogollero fue combatido desde la emergencia del cultivo, por medio de la instalación de trampas con feromonas, para disminuir las poblaciones de machos en la parcela y evitar el apareamiento; y con base en el monitoreo se realizó una aplicación química con insecticida Palgus de bajo impacto con ingrediente activo Spinoteram, con una dosis de 0.75 l/ha. El manejo de chapulín fue mediante la aplicación de Fipronil con nombre comercial Dynamo, a razón de 0.10 l/ha. La variedad utilizada de maíz fue VS-322, con buen comportamiento en temporal y frijol variedad León. La mosquita blanca fue combatida con trampas amarillas. La maleza en pos-emergencia fue controlada con el ingrediente activo Topramezone nombre comercial Convey, en maíz, con dosis de 0.10 l/ha; en frijol se utilizó Fomesafen nombre comercial Fusiflex a razón de 1 L/ha.

## **Resultados**

### ***Ensayo principal***

Los rendimientos del cultivo de maíz fluctuaron entre 6.7 y 8.7 t/ha, el promedio que se obtuvo fue de 7.9 t/ha, el cual fue superado por los tratamientos establecidos en agricultura de conservación (1, 2, 3, 6 y 9), tal como se aprecia en la figura 1. La densidad de población promedio en el cultivo de maíz fue de 89,444 plantas por hectárea. Los mejores tratamientos con base en el rendimiento fueron el MM-CP-D y MF-CPA-D, los cuales superaron al testigo en un 17% en promedio.

Respecto al cultivo de frijol, no se tuvieron diferencias significativas entre las camas permanentes anchas y angostas, los rendimientos obtenidos fueron 1.51 y 1.31 t/ha, sin embargo, este rendimiento fue menor al obtenido en labranza convencional que fue de 1.71 t/ha, esta diferencia puede ser atribuible al exceso de humedad que se presentó en el ciclo.

En el presente trabajo no se logró identificar una influencia de la cama de siembra, rotación del cultivo y el empleo de cobertura del suelo con rastrojo sobre la variable rendimiento y esto concuerda con Paudel *et al.*, (2014) y Famba *et al.*, (2011), probablemente debido a que las precipitaciones de este ciclo agrícola superaron las expectativas, con 557 mm de agua, distribuidos de manera uniforme. Al respecto Recha *et al.* (2012), comentan que la baja productividad de los cultivos de maíz y frijol se atribuye a los periodos de sequía frecuente y al agotamiento de la fertilidad del suelo, junto con las prácticas agrícolas deficientes. La fertilización integrada en los tratamientos de agricultura de conservación pudo haber afectado positivamente el comportamiento en esta variable, lo que concuerda con Nyamangara *et al.*, (2013).

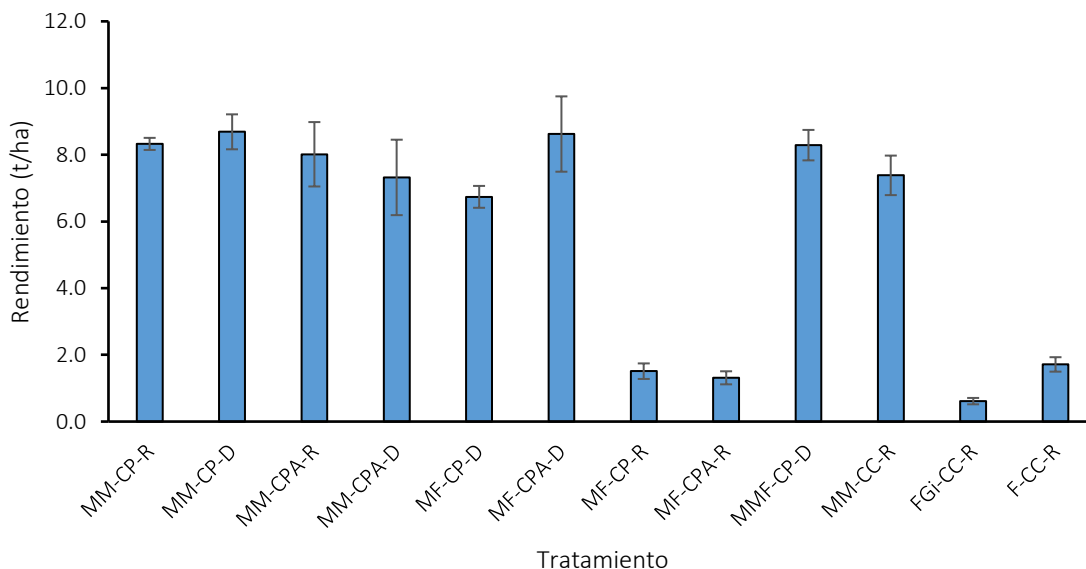


Figura 1. Rendimiento promedio en cultivos establecidos en plataforma de investigación Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo PV 2018. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Abreviaciones: M= Maíz, F= Frijol, Gi= Girasol, CC= camas angostas con labranza convencional, CP= camas permanentes angostas, CPA= camas permanentes anchas, D= dejar (se deja el 100% del residuo) y R= Remover todo.

En la figura 2, se muestran los rendimientos promedio de biomasa de planta completa con mazorca en cada tratamiento y los porcentajes de humedad. El rendimiento promedio de biomasa en el cultivo de maíz fue de 2.7 t/ha; solo los tratamientos 2 y 9 superaron este valor. El rendimiento de biomasa del testigo fue de 2.4 t/ha. Entre los tratamientos evaluados no se localizaron diferencias estadísticas y concuerda con lo reportado por Famba *et al.*, (2011). Los rendimientos de biomasa en el cultivo de frijol presentaron valores de 0.98 y 0.86 t/ha. El testigo presento un valor de 0.85 t/ha.

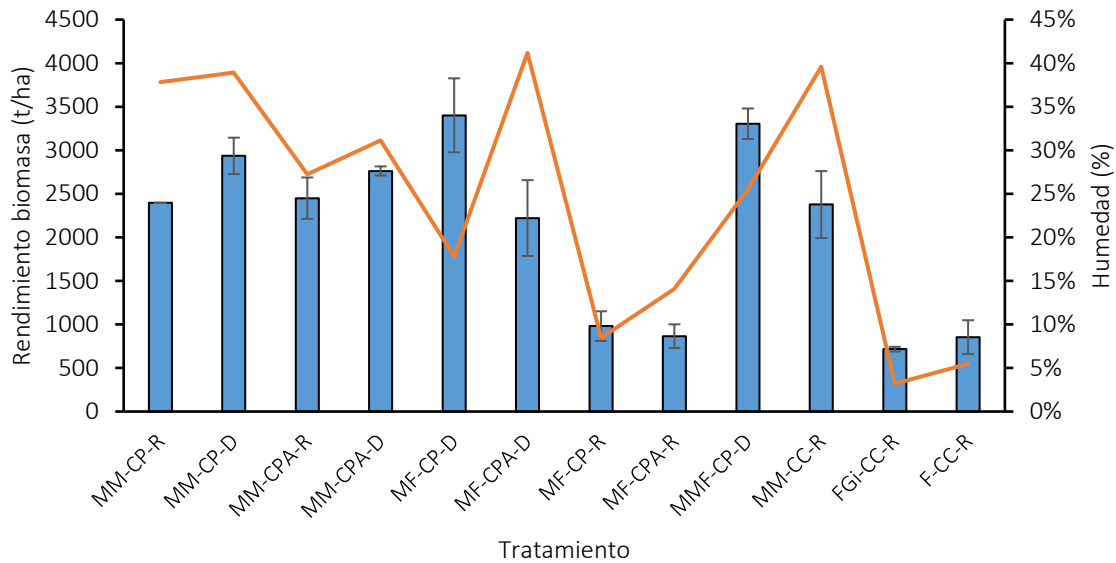


Figura 2. Rendimiento promedio de biomasa en cultivos establecidos en plataforma de investigación Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo PV 2018. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Abreviaciones: M= Maíz, F= Frijol, Gi= Girasol, CC= camas angostas con labranza convencional, CP= camas permanentes angostas, CPA= camas permanentes anchas, D= dejar (se deja el 100% del residuo) y R= Remover todo.

El municipio de Apaseo el Alto se caracteriza por la producción de maíz a baja escala bajo el enfoque de autoconsumo y en los últimos años se han afectado fuertemente los rendimientos debido la desuniformidad de las precipitaciones y la incidencia de plagas.

Los precios a la venta en los meses de diciembre 2018 – enero 2019, fluctuaron en \$4,000 por tonelada. Condición que no permite que el cultivo sea rentable con rendimientos de 1.86 t/ha (promedio de rendimiento en la zona de Apaseo el Alto, SIAP 2018).

A continuación, se presentan los resultados de utilidades netas obtenidas por tratamiento, este parámetro económico se obtuvo descontando de los ingresos, el costo total de producción. En la figura 3, se puede observar que los tratamientos 2 y 6, presentaron las mejores utilidades con \$19,097.00 y \$18,831.00, superando al testigo en un 39% en promedio de las utilidades, estos resultados coinciden con González (2017), quien obtuvo las máximas utilidades en sistemas de agricultura mínima, con el 100% de rastrojo y en cama normal. Las utilidades en todos los tratamientos se deben a los rendimientos obtenidos en este ciclo de producción, inclusive en el testigo el cual presentó una utilidad de \$11,944.00 MXN/ha. Este comportamiento es atribuido a la excelente disponibilidad de humedad que se presentó durante el crecimiento del cultivo y la uniformidad en los eventos de precipitación y concuerda con Micheni *et al.*, (2013).

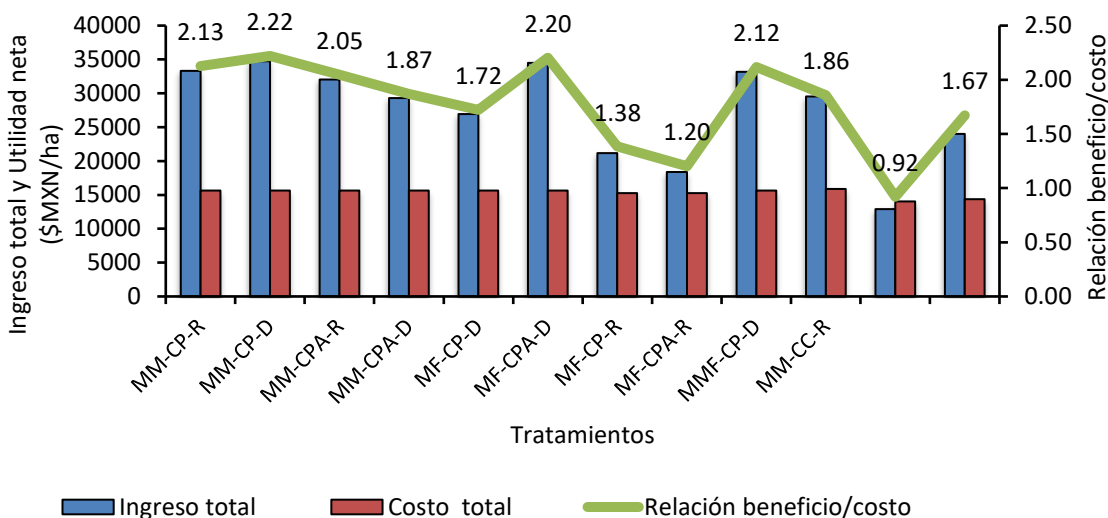


Figura 3. Ingreso total u utilidad neta (\$MXN/ha) en cultivos establecidos en plataforma de investigación Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo PV 2018. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Abreviaciones: M= Maíz, F= Frijol, Gi= Girasol, CC= camas angostas con labranza convencional, CP= camas permanentes angostas, CPA= camas permanentes anchas, D= dejar (se deja el 100% del residuo) y R= Remover todo.

**Área de validación**

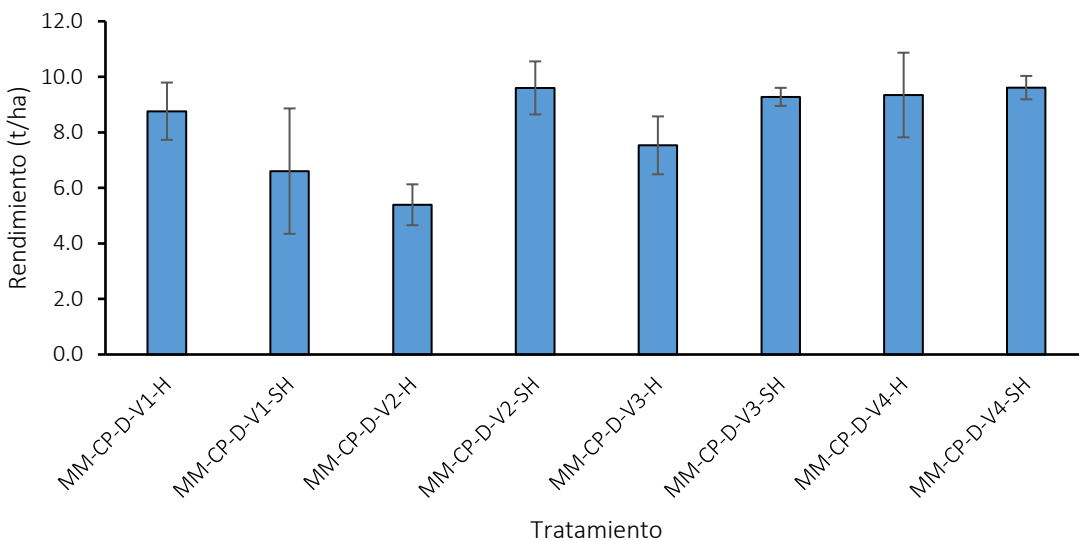


Figura 4. Rendimiento de grano promedio en ensayo de rendimiento en área de validación, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo PV 2018. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Abreviaciones: M= Maíz, CP= camas permanentes angostas, D= dejar (se deja el 100% del residuo), V= Variedad, H=Hidrogel y SH= Sin hidrogel.

Los rendimientos del cultivo fluctuaron entre 5.4 y 9.6 t/ha. El promedio del experimento fue de 8.3 t/ha, el cual fue superado por los tratamientos 1, 4, 6, 7 y 8, (figura 4). Los menores rendimientos se presentaron

en el tratamiento 2 y 3. En promedio la variedad 4 (Híbrido de biogen Amarillo), presento el mayor rendimiento con 9.48 t/ha.

En cuestión al análisis de utilidades (figura 5), se observan rangos de utilidades de \$5,496.00 hasta \$23,123.00, y el promedio del beneficio costo en tratamientos fue de 2.11, donde el mejor tratamiento fue el 8 que corresponde al híbrido amarillo de Biogen. Esta información corrobora que un material híbrido puede representar una opción adecuada para incrementar la utilidad del productor, cuando los años vienen con precipitaciones bien distribuidas durante la fenología del cultivo.

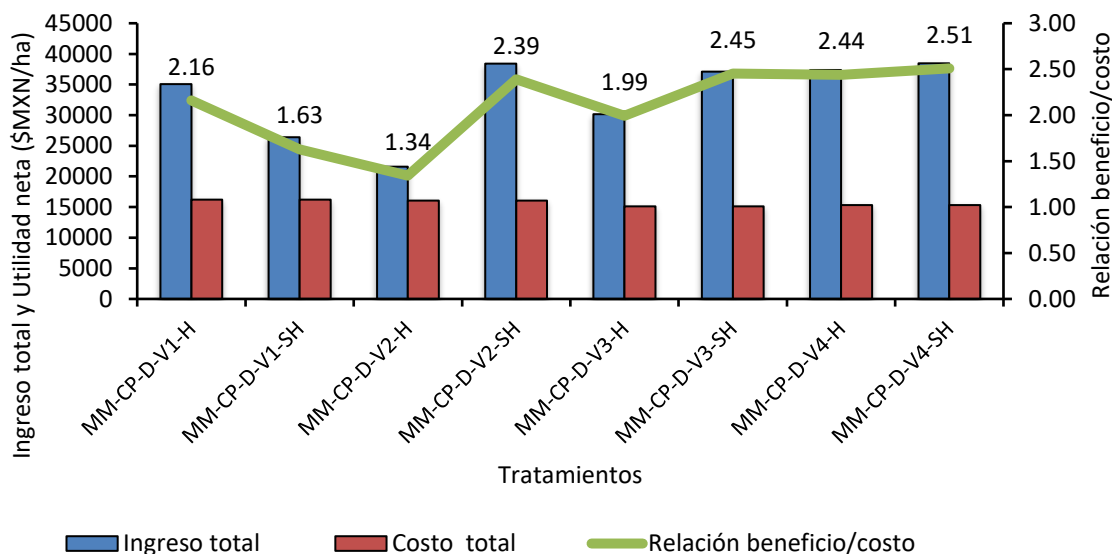


Figura 5. Ingreso total u utilidad neta (\$MXN/ha) en ensayo de rendimiento en área de validación, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo PV 2018. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Abreviaciones: M= Maíz, CP= camas permanentes angostas, D= dejar (se deja el 100% del residuo), V= Variedad, H=Hidrogel y SH= Sin hidrogel.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Los eventos desarrollados en esta plataforma fueron 2, un recorrido de campo con productores del municipio de Querétaro y otro desarrollado en la sala de usos múltiples con alumnos y profesores de la institución; con posterior recorrido en tratamientos de la plataforma. Los eventos han tenido como principal objetivo dar a conocer las problemáticas de la región, y la manera que esta plataforma abona a la respuesta de estas, se han dado a conocer los resultados de diferentes tecnologías implementadas y que poco a poco los productores han adoptado en condiciones de temporal y riego; durante los recorridos se ha enfatizado sobre el uso de semillas mejoradas con mejor potencial de rendimiento en temporal, el uso de manejo integrado de plagas, uso de herbicidas selectivos e implementación de la tecnología foliar, para lograr un mejor manejo del sistema de producción y generar mayor rentabilidad. Es necesario comentar que en todo momento los estudiantes participan activamente durante el desarrollo de todas las actividades de acondicionamiento y manejo de la plataforma; y esto ha contribuido a que el impacto se vaya ampliando a mas comunidades del municipio de Apaseo el Alto y Jerécuaro; debido a que son actores clave en este proceso, pues la gran mayoría de ellos proceden de comunidades y tienen dedicación agropecuaria e incentivan a sus padres a iniciar el cambio hacia una agricultura más sustentable.

Cuadro 3: Resumen de asistentes a la plataforma de Apaseo el Alto, Guanajuato, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	29	3
Técnicos	13	1
Otros (Docentes y Alumnos)	29	25
Total de asistentes	71	29

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

El factor precipitación es determinante en los sistemas de producción en temporal y es necesario que el productor adopte el dejar rastrojo como cobertura de su suelo, para favorecer a una disponibilidad más prolongada del recurso hídrico, e incrementar el rendimiento de sus cultivos. La fertilización foliar balanceada es una herramienta que ayuda al incremento de los rendimientos en el cultivo de maíz. Existen materiales genéticos híbridos que pueden representar una superioridad en rendimiento comparado con variedades sintéticas y criollos de la región, cuando la precipitación es favorable y con buena distribución.



Apaseo el Alto, Guanajuato. Siembra de tratamientos en Agricultura de Conservación, 4 de julio de 2018.





Apaseo el Alto, Guanajuato. Trampas con feromonas, para la captura de adultos de gusano cogollero, 23 de julio de 2018.



Apaseo el Alto, Guanajuato. Cultivo intercalado frijol – girasol en área flexible, 9 de agosto de 2018.



Apaseo el Alto, Guanajuato. Inicios de floración de cultivos, 1 de septiembre de 2018.



Recorrido de en tratamientos de la plataforma de investigación en Apaseo el Alto, con productores del estado de Querétaro.

# Irapuato III, Irapuato, Guanajuato – PV 2018 y OI 2018-2019 –Año dos

J. Álvaro Flores Garcia  
Universidad de Guanajuato

## Introducción

En México la cebada maltera se cultiva en una superficie superior a las 300 mil hectáreas, de las cuales el 25% se siembra en el ciclo otoño-invierno, los principales estados productores son Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Jalisco, de estos sobresale la región de El Bajío porque se siembran de 25 mil a 75 mil hectáreas.

La tecnificación del riego superficial y presurizado tienen un potencial bastante aceptable; sin embargo, este camino por sí solo no es suficiente, sino que tiene que ir aparejado a un enfoque ecológico de agricultura sustentable, para lo cual se requiere reducir el uso intensivo de insumos, agua y energía, además del manejo de residuos de cosecha a fin de aumentar la materia orgánica y la fertilidad del suelo.

La agricultura de conservación juega un papel importante en la restauración de la fertilidad del suelo; el objetivo de la plataforma Irapuato III, es investigar el balance de agua en los cultivos de maíz y cebada establecidos bajo riego superficial con compuertas (RS) y riego por goteo (RG) en agricultura de conservación (AC) y labranza convencional (LC). En particular se busca estimar la infiltración y rendimiento del agua en ambos sistemas de labranza.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

El año cero de la plataforma fue en el ciclo PV 2017. La plataforma busca validar, adaptar e implementar una metodología de trabajo para la empresa Cuauhtémoc Moctezuma Heineken en el estado de Guanajuato con enfoque en cebada y maíz para que se fomente el desarrollo, la validación, la transferencia y la difusión de técnicas agrícolas innovadoras a los productores de la región.

## Materiales y métodos

### ***Tratamientos***

En el cuadro 1 se presentan los cuatro tratamientos que se están evaluando en la plataforma de investigación, las variables que se tienen son: rotación de cultivos, práctica de labranza, manejo de rastrojo y tipo de riego, de cada tratamiento se tienen dos repeticiones, lo que da un total de ocho parcelas.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

Durante el ciclo PV 2018 la precipitación aportó poco más de 800 mm de lámina de agua. Las necesidades de agua del cultivo fueron estimadas en 614 mm durante el ciclo; por lo tanto, la distribución y frecuencia de lluvia fue suficiente para cubrir las necesidades de agua del cultivo. En labranza convencional (LC) bajo riego superficial (RS), solamente fue necesario la aplicación del riego de siembra con una lámina bruta de 250.5 mm y de 50 mm adicionales para fertirrigar el cultivo; utilizando el mismo sistema de riego, pero en Agricultura de conservación (AC) se utilizó 23% menos agua.

Para monitorear el comportamiento de la infiltración se contó con el apoyo de tres sensores de tensión de humedad en cada parcela para monitorear el comportamiento de la infiltración; éstos fueron colocados a profundidades de 30 cm, 60 cm y 90 cm. En el cuadro 2 se presentan los datos de clima del 2018, y como se puede apreciar la temporada de lluvias abarcó los meses de junio a septiembre, la temperatura máxima fue de 36.1 °C en el mes de mayo y la mínima fue de -3.1 °C en el mes de enero.

Cuadro 1. Tratamientos en el ciclo PV-2018 en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

Trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Riego
1	CM-CPA-D-RG	Cebada <u>Maíz*</u>	– Camas permanentes anchas	Dejar	Goteo
2	CM-H-R-RG	Cebada <u>Maíz*</u>	– Híbrido: Camas anchas con labranza OI - sin labranza PV	Remove	Goteo
3	CM-CPA-D-RS	Cebada <u>Maíz*</u>	– Camas permanentes anchas	Dejar	Superficial
4	CM-H-R-RS	Cebada <u>Maíz*</u>	– Híbrido: Camas anchas con labranza OI - sin labranza PV	Remove	Superficial

\*: cultivo establecido en el ciclo Primavera-Verano 2018.

Abreviaciones: C = Cebada, M = Maíz, H = sistema híbrido con camas anchas, CPA = camas permanentes anchas, D = se deja el 100% del rastrojo de manera superficial, R= Remove el 100 % del rastrojo, RG = riego por goteo y RS = riego superficial con compuertas.

Cuadro 2. Datos de clima durante el año 2018 en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

Mes	Temp_MAX (°C)	Temp_MIN (°C)	HR_MAX (%)	HR_PROM (%)	Rad_MAX (W/m <sup>2</sup> )	Vel. Viento PROM(Km/h)	Prec_ACUM (mm)	ETO_ACUM (mm)
EN	26	-3.1	92.2	48.8	1008.8	5.1	0	95.1
FEB	28.9	0	95.9	51	1033.7	5	11.2	112.5
MAR	31	0	85.4	34.4	1072	5.4	0.6	157.7
ABR	32.5	7.7	95.2	38	1071.9	5.8	9	170.1
MAY	36.1	9.4	92.5	45.4	1050.9	6	24.2	161.4
JUN	33.5	12.3	95.3	63.8	1063.1	6.5	256	130.4
JUL	30.1	9.8	95.9	64.4	1155	4.6	96.4	143.2
AGO	28.6	10.1	96.3	70.7	1146.7	4.4	170.2	130.9
SEP	28.8	11.6	96.7	74.7	1287.4	3.8	181.6	117.8
OCT	28.7	9.2	96.8	70.7	1173.2	4.3	18.8	119.6
NOV	28.6	1.3	98	70.3	1220.6	2.9	69.6	92.7
DIC	26.9	-1.7	97.2	57.7	979.4	3.6	0.6	95.6

En los meses de noviembre y diciembre se presentaron lluvias en el orden de 69.6 mm y 30.6 mm en cada mes respectivamente. La cosecha del ciclo anterior tuvo que ser retrasada debido a la humedad residual presente en el suelo. Tanto al momento de la cosecha del maíz amarillo del ciclo anterior como durante la siembra del presente ciclo el suelo sufrió daños por compactación, lo que a la postre afectó el rendimiento del cultivo del ciclo OI 18-19.

### **Manejo de la plataforma PV 2018**

El 15 de mayo de 2018 se da inicio con las actividades pertinentes para el establecimiento del cultivo de maíz amarillo. La primera actividad consistió en el empaquetado de la cebada del ciclo anterior; se empaquetaron solamente dos parcelas de cuatro que serían sometidas al riego por goteo; lo mismo se hizo en las parcelas

que serían sometidas a riego superficial por compuerta. De esta manera se sembrarían dos parcelas en el sistema híbrido y dos parcelas en agricultura de conservación, en cada una de las dos modalidades de riego.

El 17 de mayo se realizó la labor de siembra de maíz amarillo DK-2061Y de la empresa Dekalb a una densidad de 90 mil plantas por hectárea. En la siembra, se preparó una mezcla de fertilizantes utilizando: 200 kg de DAP, 100 kg de Urea, 100 kg de sulfato de amonio, 50 kg de superfosfato de calcio triple y 15 kg de micros. En total se aplicaron 450 kg de fertilizante, lo que da una dosis de 110-110-00 + micros en las ocho parcelas. El 19 de mayo de 2018 se aplicó el riego de siembra tanto en las parcelas sometidas a riego por goteo (lámina bruta= 80 mm) como en las sometidas a riego superficial por compuertas (lámina bruta en labranza convencional = 252.5 mm; lámina bruta en agricultura de conservación= 182.5 mm); el 25 de mayo se inició la toma de lecturas de los sensores de tensión de humedad, las lecturas se realizaron cada tercer día. La emergencia del cultivo se tuvo el 26 de mayo de 2018 y las lluvias iniciaron el 11 de junio de 2018. Para el manejo de gusano cogollero y trips se realizó una aplicación de Palgus (Spinoteram, 0.75 L/ha) y Denim (Benzoato de emamectina, 0.1 L/ha) el 7 y 8 de junio, para el manejo de malezas se aplicó Laudis (Tembotrione, 0.3 L/ha) + Calibre 90 (Atrazina, 1kg/ha) + Callisto Xtra (Atrazina + Mesotrione, 2 L/ha) el 22 de junio de 2018.

La segunda fertilización se realizó el 10 de julio, en esta se aplicaron 160 kg/ha de urea + 240 kg/ha de sulfato de amonio, dando una dosis de 120-00-00, en el sistema de riego por goteo se aplicó por medio de fertirriego y en riego superficial se aplicó en banda a chorrillo en la pata del cultivo. El 13 de julio de 2018 se realizó la aplicación de un herbicida secante utilizando 2 L/ha de Dioxon (Paraquat + Diuron) + 2 L/ha Finale (Glufosinato de amonio).

El 19 de julio de 2018 se realizó una aplicación de foliares (Bayfolan forte, Quela-Zinc Zn 10%, Amikrone aminoácidos 52% y Biozyme TF) junto con una segunda aplicación de insecticidas (Denim, 0.1 L/ha, benzoato de emamectina + Palgus (Spineteram, 75 ml/ha).

El 31 de julio de 2018 se realizó una tercera fertilización, utilizando 300 kg/ha de Urea por cada lote (130-00-00). En las parcelas sometidas a riego por goteo la aplicación se hizo a través de fertirriego inyectando una lámina de 8.8 mm de agua; en el caso de riego superficial por compuerta se empleó una lámina de 50 mm para la distribución del fertilizante.

En el mes de agosto se intensificó el control manual de malezas en las calles de los tratamientos y labores de pajareo debido a que el maíz amarillo ha resultado muy suculto para las urracas.

### ***Manejo de la plataforma OI 2018-2019***

En las parcelas de labranza convencional se retiró la totalidad del rastrojo de maíz y no fue posible realizar las labores de barbecho, rastreo, nivelación y formación de camas debido a los 69.6 mm aportados por la precipitación en el mes de noviembre (en diciembre se precipitaron 30 mm más pero no fueron capturados por la estación meteorológica debido a una falla en el sistema); en las parcelas sometidas a agricultura de conservación se dejó el 50% del rastrojo y tampoco se pudo realizar el remarcado de camas debido a la humedad residual del suelo.

La siembra de cebada variedad esperanza se realizó el 26 de diciembre de 2018 con una densidad de 90 kg/ha; es necesario hacer notar que, debido a la humedad residual presente en el suelo, producto de las precipitaciones que se presentaron en noviembre y diciembre, la siembra se dificultó; el suelo estaba muy compactado por el rodado de la cosechadora del cultivo del ciclo anterior. La fertilización base fue 110-92-00 para lo cual se mezclaron 50 kg de superfosfato de calcio triple, 200 kg de DAP, 150 kg de urea y 100 kg de sulfato de amonio. En el segundo riego de auxilio, 65 días después de la siembra, se aplicó el re-

abone con apoyo de equipo de fertirriego, la dosis empleada fue 90-00-00 y la fuente usada fue sulfato de amonio.

La emergencia del cultivo se tuvo ocho días después del riego de siembra (riego de siembra 27 de diciembre), en esta etapa se pudo apreciar problemas de emergencia debido a la compactación. El 28 de febrero de 2018, 63 días después de establecido el cultivo, se realizó una aplicación de herbicida utilizando el producto PEAK-57WG (Prosulfuron) y el 13 de marzo, 76 días después de la emergencia de la cebada, se aplicó el insecticida PIRIMOR 50-WG (Pirimicarb) para el combate de pulgón. La etapa de embuchamiento se alcanzó 54 días después de la emergencia (dde), el espigamiento a los 65 dde, la floración a los 70 dde y la madurez a los 97 dde, la altura del cultivo en esta última etapa fue de 70 cm. El muestreo de rendimiento se hizo el 6 de mayo, 121 dde, para este se empleó el método de cinco de oros; para obtener el grano de las muestras se utilizó una trilladora portátil y la paja de cada muestra se secó con el sol hasta alcanzar 12% de humedad. La cosecha de la cebada se realizó el 8 de mayo, 123 dde; durante la cosecha se activaron los dispersores de paja de la cosechadora para tener una distribución homogénea del rastrojo. Después de la cosecha, se realizó una exploración de raíz para detectar su vigor, daño por fungosis u otra plaga del suelo, también se realizó un conteo de macollos.

## Resultados

### Resultados en PV 2018

En el cuadro 3 se muestran los rendimientos obtenidos para grano, biomasa, rastrojo e índice de cosecha por cada tipo de labranza y de riego.

Cuadro 3. Rendimientos obtenidos por tipo de labranza y de riego en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

Labranza	Tipo de riego	de Grano (t/ha)	Biomasa (t/ha)	Rastrojo (t/ha)	Índice de cosecha
Convencional	Superficial	13.47	29.14	15.67	0.46
Conservación	Superficial	12.64	28.98	16.34	0.43
Convencional	Goteo	16.28	34.68	18.40	0.46
Conservación	Goteo	15.63	32.96	17.33	0.47

La frecuencia de riego estuvo sujeta a las lecturas de tensión de humedad, cuando se tenían lecturas mayores a 60 Cbar se aplicaba el riego, en el presente ciclo las necesidades de agua por el cultivo fueron satisfechas con agua de precipitación; solamente se dio un segundo riego para fertirrigar el cultivo, el programa de riego se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Programa de riegos en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

Labranza	Tipo de riego	L. bruta (mm)	L. neta (mm)	No. riegos	Fechas riegos
Convencional	Superficial	302.5	280	2	19/05, 31/07
Conservación	Superficial	232.5	215	2	19/05, 31/07
Convencional	Goteo	88.8	88.8	2	19/05,31/07
Conservación	Goteo	88.8	88.8	2	19/05,31/07

Durante el ciclo PV-2018, el cultivo tuvo el aporte necesario para satisfacer sus necesidades hídricas por medio de la precipitación (807 mm), ya que el consumo de agua del cultivo para las condiciones climatológicas prevaletientes es este ciclo fue de 614.2 mm; el cálculo se hizo de manera indirecta con el Software CROPWAT (el comportamiento de Precipitación y ETC, se muestra en las figuras 1 y 2).

La lámina que se aplicó en riego superficial y labranza convencional fue de 280 mm, mientras que con agricultura de conservación la lámina fue de 215 mm, esto implica un ahorro de agua del 23%.

Para el caso de labranza (LC) convencional en riego superficial (RS), se obtuvo un rendimiento de grano de 13,470 kg/ha, para obtenerlo se empleó una lámina de 1109.5 mm (11,095,000 L/ha), relacionando estas cifras resulta un rendimiento del agua de 823.68 L/kg (considerando el agua aportada por la precipitación), las salidas contabilizadas fueron de 40.5 mm.

Agricultura de conservación (AC) con riego superficial, obtuvo un rendimiento de 12,645 kg/ha, para obtenerlo utilizando el RS se aplicó una lámina de 1039.5 mm (10,395,000 L/ha), relacionando estas dos cifras se obtiene el rendimiento del agua correspondiendo a 822.06 L/kg, las salidas contabilizadas fueron de 17.5 mm. El rendimiento de agua en AC fue la misma que en LC.

Para el caso de labranza convencional (LC) en riego por goteo se obtuvo un rendimiento de grano de 16,280 kg/ha, para obtenerlo se empleó una lámina de riego de 895.8 mm (8,958,000 L/ha); relacionando ambas cifras se obtiene que el rendimiento del agua de 550.25 L/kg.

Agricultura de conservación con riego por goteo, obtuvo un rendimiento de 15,630 kg/ha, para obtenerlo se empleó una lámina de 895.8 mm (8,958,000 L/ha); relacionando ambas cifras se obtiene el rendimiento del agua que fue de 573.13 L/kg. El rendimiento de agua obtenido en AC con RG es prácticamente la misma que en LC.

### ***Comportamiento de las curvas de extracción de humedad***

#### ***Riegos Superficial (RS)***

Un dato importante que resalta en las figuras 1, 2 y 3, es que la lámina de agua aportada por la precipitación casi siempre fue superior al uso consuntivo o evapotranspiración del cultivo; desde el momento en que se aplicó el riego de siembra, la profundidad del suelo de 30 cm hacia abajo siempre se mantuvo en estado de saturación durante todo el ciclo del cultivo, situación que genero pérdida de semilla en la germinación y problemas de crecimiento durante los primeros 20 días que corresponde a la etapa I del cultivo. Respecto a la pérdida de semilla, se tuvo un 9.28% en labranza convencional y riego superficial, mientras que se tuvo un 11.77% en agricultura de conservación y riego superficial. Se perdió más semilla en AC que en LC, esto se debe a que en AC el suelo estuvo saturado por más tiempo.

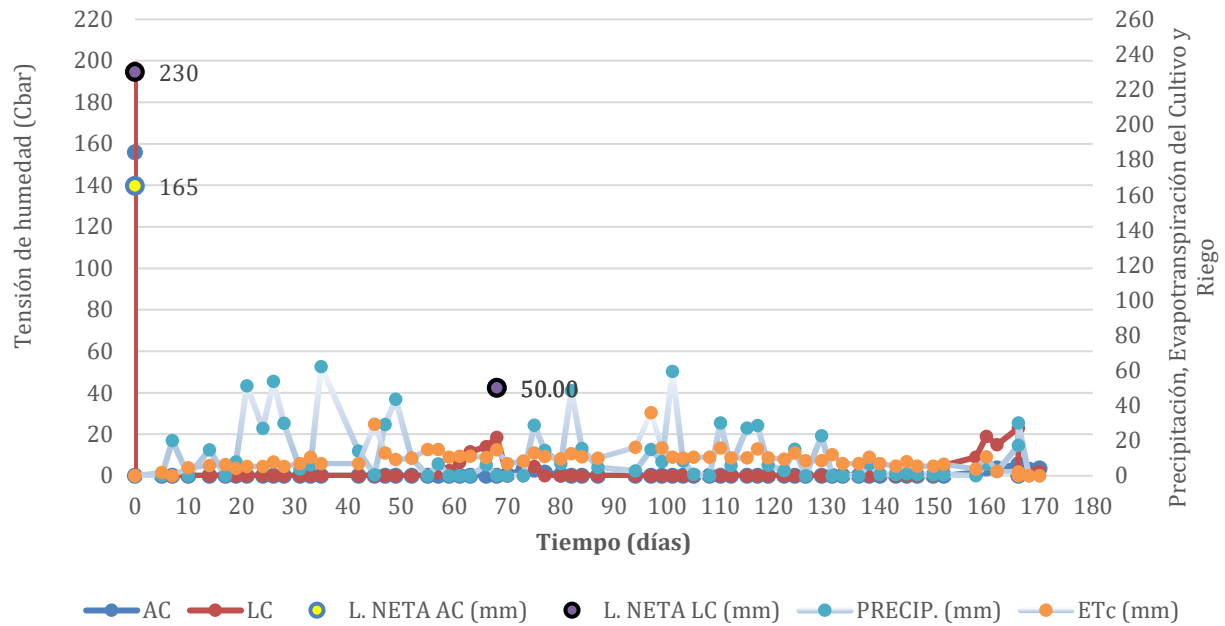


Figura 1. Tensión de humedad a 30 cm de profundidad empleando riego superficial en dos sistemas de labranza

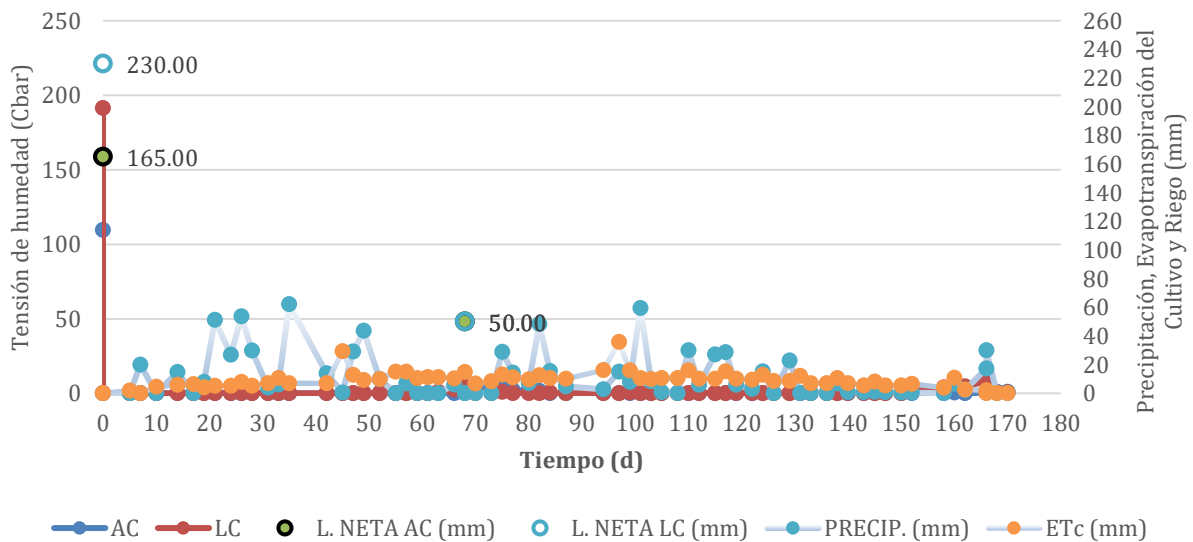


Figura 2. Tensión de humedad a 60 cm de profundidad empleando riego superficial en dos sistemas de labranza



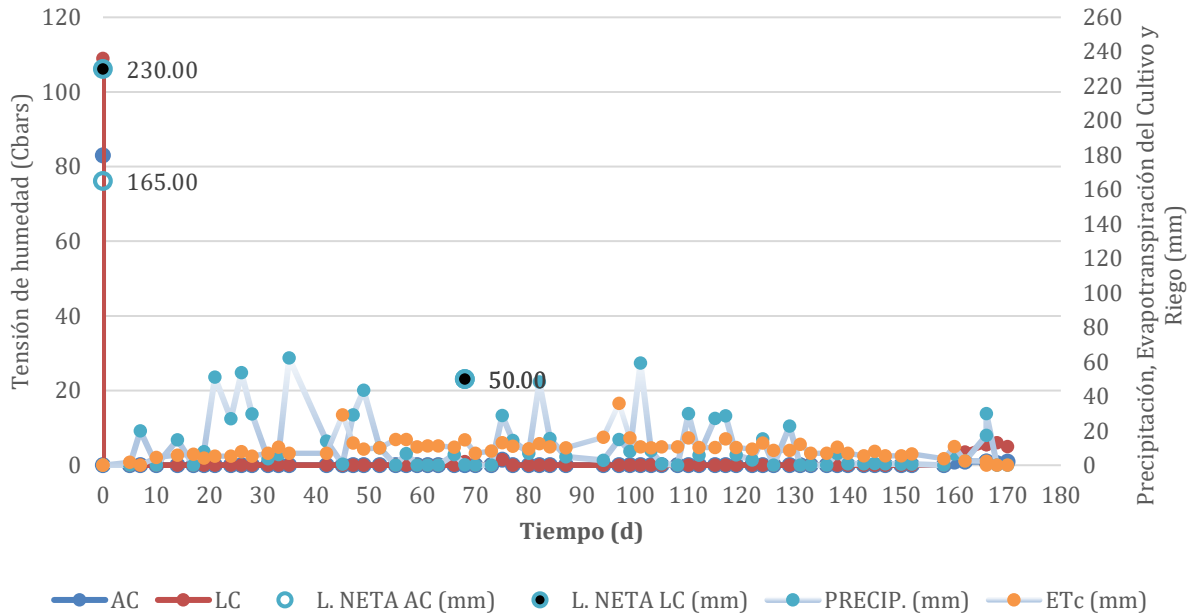


Figura 3. Tensión de humedad a 90 cm de profundidad empleando riego superficial en dos sistemas de labranza

### Riego por Goteo RG

Cuando se aplica agua a través de un sistema de riego localizado o por goteo, es posible controlar con toda precisión el volumen de agua a suministrar al cultivo por tal motivo, la lámina aplicada en ambos sistemas de labranza fue de 80 mm y en este sistema no se tienen salidas. La diferencia en la lámina de riego aplicada a los tratamientos en RS y RG al momento de la siembra, fue fundamental para que se perdiera menos semilla, debido a la intensidad y frecuencia con la que se presentó la precipitación al arranque y durante todo el ciclo del cultivo. En este sistema de riego con labranza convencional se tuvo una pérdida de semilla de 5.12%, mientras que en agricultura de conservación se perdió 6.5%, al igual que riego superficial se tuvo mayor pérdida de semilla en agricultura de conservación.

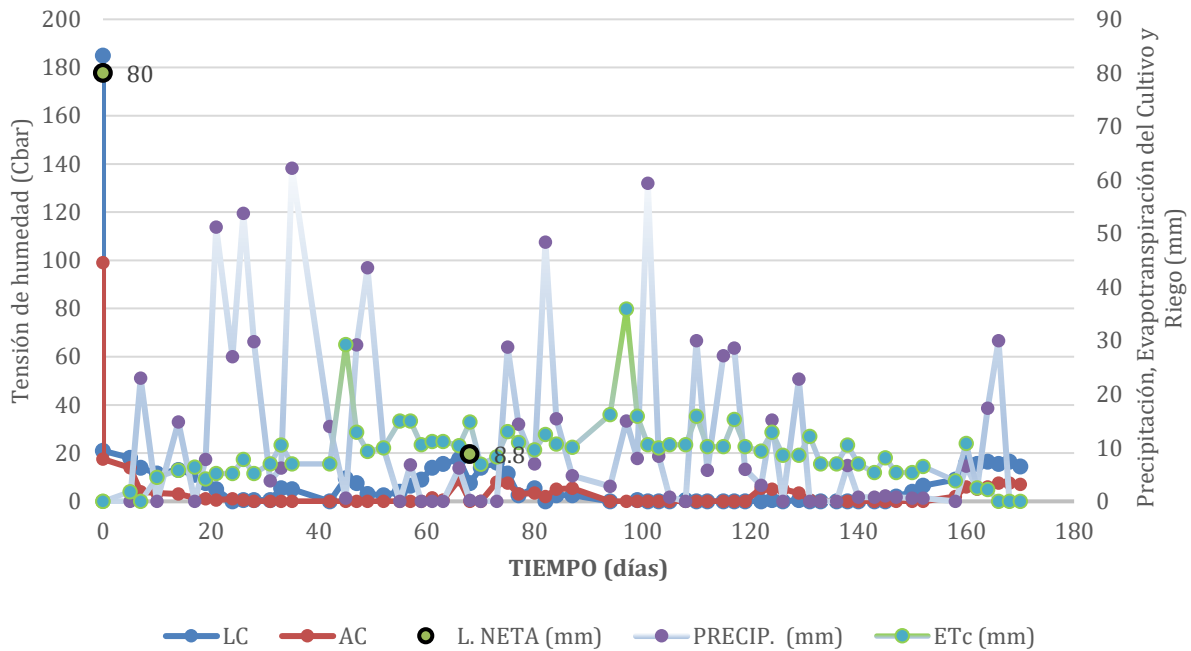


Figura 4. Tensión de humedad a 30 cm de profundidad empleando riego por goteo en dos sistemas de labranza

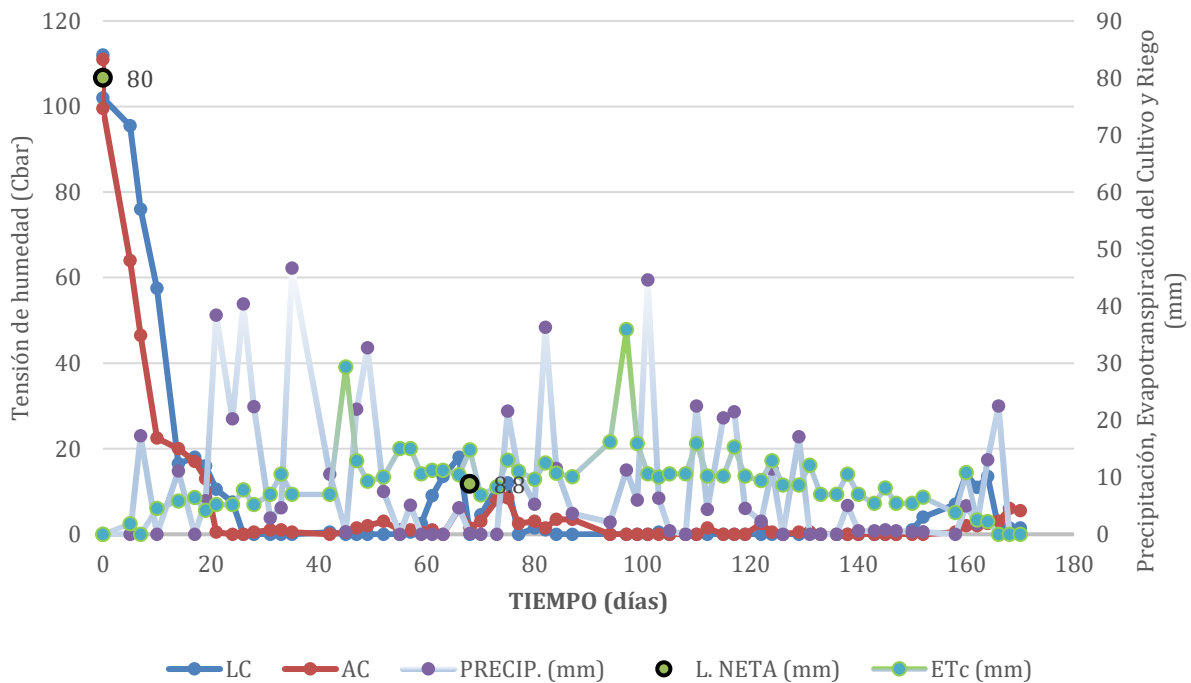


Figura 5. Tensión de humedad a 60 cm de profundidad empleando riego por goteo en dos sistemas de labranza

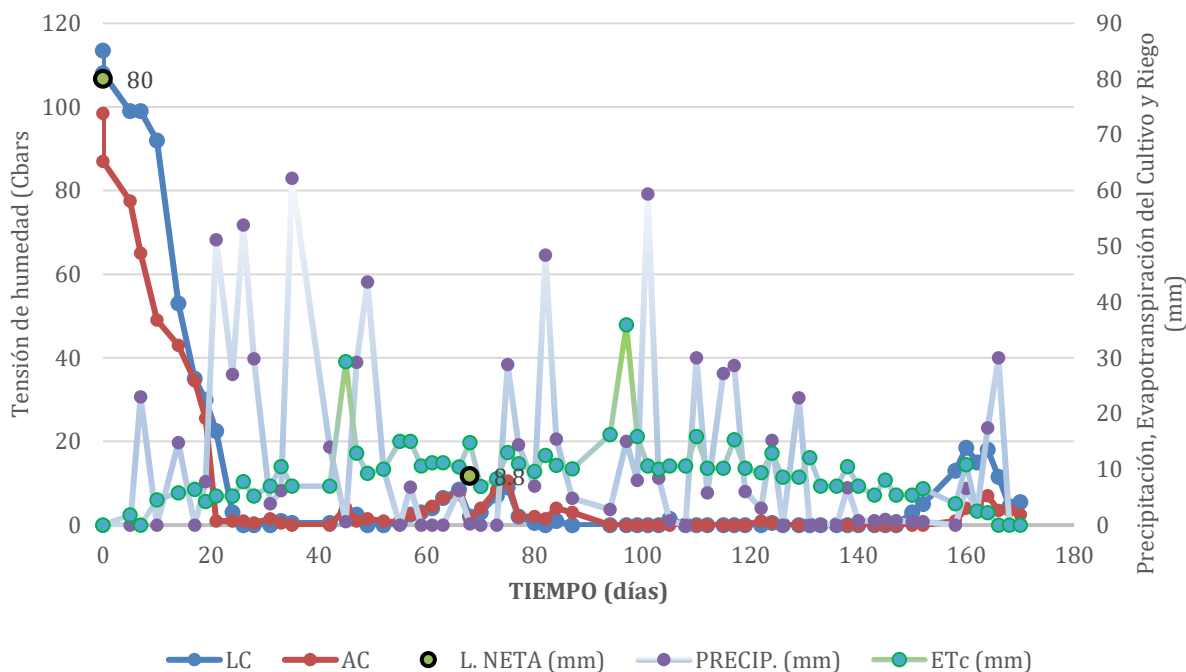


Figura 6. Tensión de humedad a 90 cm de profundidad empleando riego por goteo en dos sistemas de labranza

## Resultados OI 2018-2019

### Ensayo principal

En el cuadro 5 se muestran los rendimientos obtenidos para grano, biomasa, rastrojo e índice de cosecha por cada tipo de labranza y de riego.

Cuadro 5. Rendimientos obtenidos por tipo de labranza y de riego en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

Labranza	Tipo de riego	Grano (t/ha)	Biomasa (t/ha)	Rastrojo (t/ha)	Índice de cosecha
Convencional	Superficial	4.21	13.55	9.88	0.310
Conservación	Superficial	4.75	14.00	9.11	0.339
Convencional	Goteo	4.77	13.33	8.88	0.359
Conservación	Goteo	4.93	13.95	9.12	0.353

La frecuencia de riego estuvo sujeta a las lecturas de tensión de humedad, cuando se tenían lecturas mayores a 60 cbar se aplicaba el riego, ya que por el tipo de suelo que se tiene el agua aprovechable se encuentra en el rango de 10 a 60 cbar. Cada parcela fue regada de manera individual para poder obtener el registro del volumen bruto de entrada, la salida y el volumen neto aplicado, el programa de riego se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Programa de riegos en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

Labranza	Tipo de riego	Lamina bruta (mm)	Lamina neta (mm)	No. riegos	Fechas riegos
Convencional	Superficial	398	360	4	27/12, 1/02, 20/02, 13/03
Conservación	Superficial	314	284	4	27/12, 1/02, 20/02, 13/03
Convencional	Goteo	365	365	5	27/12, 21/01, 8/02, 20/02, 13/03
Conservación	Goteo	290	290	4	27/12, 1/02, 22/02, 15/03

El consumo de agua del cultivo para las condiciones climatológicas prevalecientes en el ciclo fue de 381.7 mm, por lo tanto, en todos los casos el cultivo cubrió sus requerimientos. Los datos de los cuadros 5 y 6 son útiles para calcular el rendimiento del agua en el cultivo de cebada.

Para el caso de labranza convencional (LC) cuando se suministró el agua por riego superficial, se tuvo un rendimiento de 4.21 t/ha; para obtener este rendimiento se empleó una lámina bruta de 397.5 mm (3,975,000 L/ha), relacionando ambas cifras resulta un rendimiento de agua de 944.18 L/kg; en este tratamiento se contabilizaron salidas por 37.50 mm. Por otro lado, en el sistema de Agricultura de conservación (AC) cuando se suministró el mismo tipo de riego, se obtuvo un rendimiento de grano de 4.475 t/ha; para obtener este rendimiento se empleó una lámina bruta de 314 mm (3,140,000 L/ha), el rendimiento de agua obtenido fue de 701.67 L/ha; en este tratamiento las salidas contabilizadas fueron de 30 mm. Al comparar ambos tratamientos se tiene que, el rendimiento de agua en AC es 26% mayor que en LC, esto se debe a que la lámina de riego empleada es 21% menor.

Para el caso de labranza convencional (LC) suministrando el agua a través del sistema de goteo, se obtuvo un rendimiento del grano en el orden de 4.77 t/ha; para obtener este rendimiento se empleó una lámina de 365 mm (3,650,000 L/ha), relacionando ambas cifras se obtiene que el rendimiento del agua fue de 766.00 L/kg. Cuando se empleó Agricultura de Conservación (AC) con el mismo sistema de riego, se obtuvo un rendimiento del grano de 4.93 t/ha; para obtener este rendimiento se suministró una lámina de riego de 290 mm (2,900,000 L/ha), por lo que el rendimiento de agua fue de 588.23 L/kg. Al comparar ambos tratamientos se tiene que, el rendimiento de agua en AC con RG es 23% mayor que en LC, esto se debe a que con AC se pudo ahorrar un riego.

#### **Comportamiento de las curvas de extracción de humedad.**

En la figura 7 se presenta el movimiento del agua a 30 cm de profundidad al emplear riego superficial, como se aprecia el riego se suministró con la misma frecuencia en los dos sistemas de labranza, como se aprecia la tensión tiene un comportamiento casi lineal con pendiente ascendente que es indicativo de una dinámica de movimiento del agua muy homogénea y de que las necesidades de agua del cultivo fueron satisfechas con cada riego, es importante señalar que en agricultura de conservación se logra retener una mayor cantidad de humedad que en agricultura convencional. Sólo se muestra la gráfica de 30 cm de profundidad porque las de 60 y 90 cm tienen un comportamiento similar.

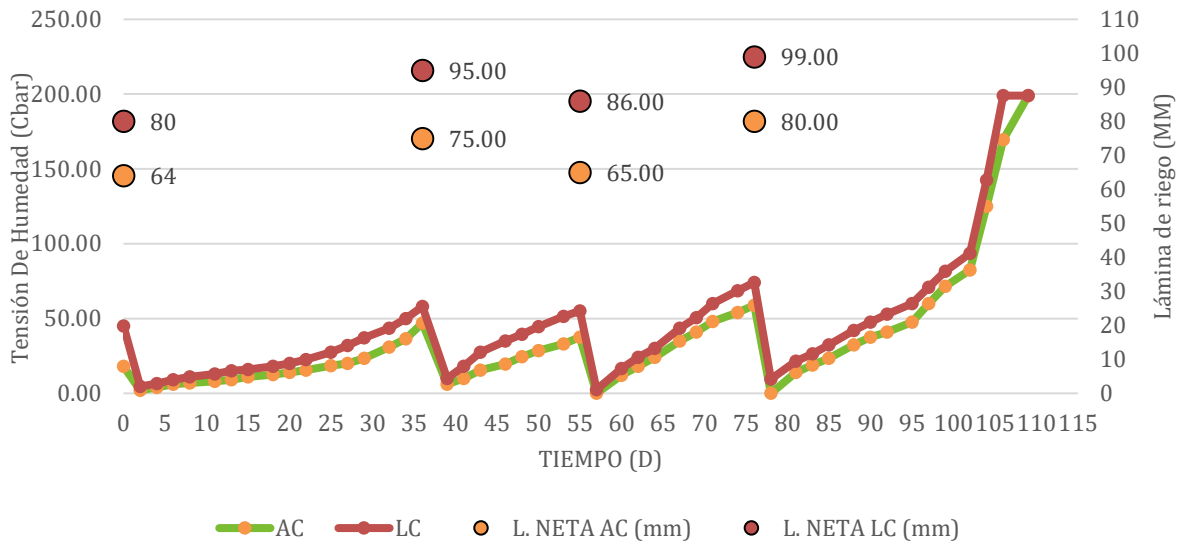


Figura 7. Comportamiento de la tensión de humedad a 30 cm de profundidad utilizando riego superficial en dos sistemas de labranza en el ciclo OI 2018-2019, en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

La figura 8 presenta el movimiento del agua en riego por goteo en los dos sistemas de labranza a una profundidad de 30 cm, se aprecia que también se tiene una dinámica muy homogénea como ocurre en el riego superficial, en este caso la retención de humedad en AC es evidente porque se pudo ahorrar un riego en comparación con LC. Sólo se muestra la gráfica de 30 cm de profundidad porque las de 60 y 90 cm tienen un comportamiento similar. En este ciclo, en el RG se decidió aplicar el riego cuando se alcanzaron lecturas de 70 cbar, con la finalidad de determinar el tiempo que se retiene la humedad en ambos sistemas de labranza (AC y LC), en este ciclo se tuvo un desfase de riego de 12 días en los primeros dos riegos.

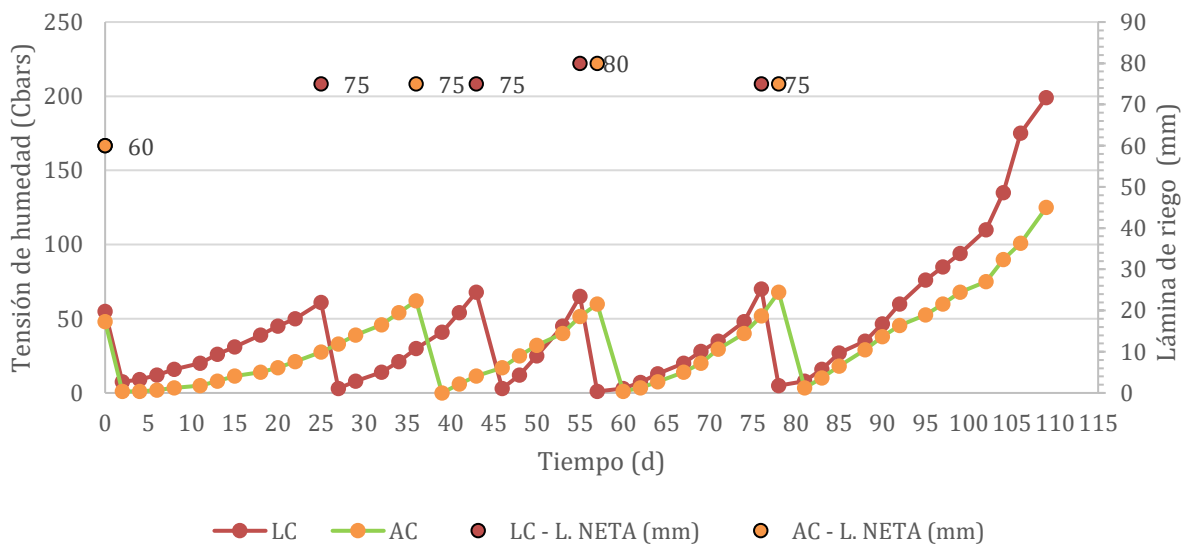


Figura 8. Comportamiento de la tensión superficial de humedad a 30 cm de profundidad utilizando riego por goteo en dos sistemas de labranza en el ciclo OI 2018-2019, en la plataforma de investigación de Irapuato III, Guanajuato.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Durante el ciclo PV 2018 se realizó un evento demostrativo donde los asistentes pudieron apreciar las diferencias en las mazorcas y en el tamaño de planta que se obtuvieron en los diferentes tratamientos de la plataforma, al evento también asistieron estudiantes de la carrera de agronomía que como parte de su formación complementaria tienen vinculación con el entorno. El 6 de septiembre se organizó un día demostrativo para técnicos, productores y estudiantes con asistencia de 6 productores, 8 técnicos y 15 estudiantes. Se organizaron tres eventos demostrativos durante el ciclo OI 18-19. Debido a la necesidad que tiene la DICIVA para vincular a los estudiantes avanzados de las diferentes carreras, con la problemática del entorno, se convoca su participación a días demostrativos como parte de su formación o Área Complementaria. Proyectos de esta naturaleza son de vital importancia y el vínculo del estudiante con el entorno.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	6	0
Técnicos	9	0
Estudiantes	50	25
Total de asistentes	65	25

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Es de vital importancia que el productor cuente con asistencia técnica cuando pretende adoptar el sistema de Agricultura de Conservación (AC) y además, con la incorporación al sistema de la tecnificación del riego. En ciclos con alta precipitación como este se presentan pérdidas de semilla:

Adoptar el sistema de AC implica la reducción en el consumo de agua hasta en un 23% en relación con LC, empleando RS. El rendimiento del grano en LC fue superior al rendimiento obtenido en AC en 4%, empleando riego por goteo (RG). El rendimiento del grano en LC fue superior al rendimiento obtenido en AC en 6%, empleando riego superficial (RS).

Al implementar AC en riego superficial y suelos arcillosos, es importante la nivelación del terreno y mejorar el drenaje; es necesario disminuir el tiempo de avance del agua en los surcos, incrementando los caudales unitarios y disminuyendo el agua infiltrada a profundidades del suelo no deseadas.

En cebada el factor que tiene mayor influencia en el rendimiento del grano es la cantidad y oportunidad con que se aplique el riego; AC presenta mayor viabilidad que LC debido a que pasan al menos 12 días para que la tensión de humedad en el suelo alcance el mismo valor de tensión que en el sistema de LC.

Al emplear RG y AC se tiene la oportunidad de reducir un riego en cebada en relación con LC, porque en los primeros dos riegos de auxilio la humedad aprovechable permanece por un mayor tiempo en relación con LC.

En suelos que se encuentran en un periodo de estabilización o iniciando AC, pueden tener problemas de compactación cuando la humedad residual es alta al momento de la siembra u cosecha del cultivo del ciclo anterior. El ciclo OI 18-19 fue un ciclo atípico en precipitación debido a que se presentaron lluvias en noviembre y diciembre en el orden de los 90 mm, de tal suerte que al momento de la cosecha del cultivo del ciclo anterior PV 2018, la máquina combinada compacta el suelo, cambia su consistencia y se dificulta con ello la siembra.

El encharcamiento de las zonas compactadas una vez establecido el cultivo en AC, provoca serios problemas de fungosis, principalmente fusarium, lo que limita el crecimiento normal de las plantas.



Siembra de maíz amarillo del ciclo PV-2018 en la plataforma Irapuato III el 17 de mayo de 2018.



Germinación del maíz amarillo en la plataforma Irapuato III el 26 de mayo de 2018.



Etapa de maduración del maíz amarillo en LC y AC establecido en la plataforma Irapuato III.





Retiro de la cinta de riego del cultivo de maíz amarillo en la plataforma Irapuato III el 30 de octubre de 2018.



Etapa final del cultivo de maíz amarillo establecido en la Plataforma Irapuato III el 5 de noviembre de 2018.



Afectación por compactación y exceso de humedad el 2 de febrero de 2019 en la plataforma de investigación Irapuato III, Guanajuato.



Crecimiento disparejo del cultivo de cebada por problemas de compactación el 18 de febrero de 2019 en la plataforma de investigación Irapuato III, Guanajuato.



Cultivo de cebada en etapa de madurez el 9 de abril de 2019 en la plataforma de investigación Irapuato III, Guanajuato.



Cosecha de la cebada el 8 de mayo de 2019 en la plataforma de investigación Irapuato III, Guanajuato.

# Ocampo, Guanajuato – PV 2018 – Año cinco

Juan José García Rodríguez<sup>1</sup> y Francisco Javier Santoyo Ávila<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INIFAP

<sup>2</sup> MasAgro Guanajuato

## Introducción

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García (1998) en el estado de Guanajuato existen tres zonas climáticas bien definidas: semicálida, templada y semiárida; la primera zona predomina en las tierras planas del centro y sur, la segunda se extiende principalmente hacia las áreas de serranía del centro y sur, la última zona se ubica en el norte del Estado, concretamente en los municipios de San Felipe, Ocampo, San Diego de la Unión, San Miguel de Allende y Dolores Hidalgo. En la zona semiárida predominan los suelos de tipo xerosol que son de color pardo con bajo contenido de materia orgánica, la temperatura media anual oscila entre 12-18°C con alto riesgo de heladas tempranas, con escasa y mala distribución de la precipitación, con más de un mes de sequía intraestival durante el cultivo, por lo que la mayor parte de estas áreas son afectadas por sequía en alguna etapa de desarrollo del cultivo, afectando severamente el rendimiento, sobre todo cuando la sequía ocurre en las etapas reproductivas.

En esta zona climática se cultiva principalmente frijol y trigo, durante los últimos dos años (SIAP, 2016, 2017) se sembraron en promedio 11,350 y 4,678 ha, respectivamente, con rendimientos promedio de 516 y 1,206 kg/ha. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es fundamental que la agricultura sea una actividad que pueda realizarse por muchos años, de manera sustentable, es decir, que no agote los recursos naturales de los que depende, que genere buenos rendimientos e ingresos a los productores para que tenga beneficios sociales y económicos, que produzca alimentos de calidad y que no tenga efectos negativos en el ambiente. Por ello, la agricultura debe ser una actividad que conserve el suelo y mejore las condiciones de aquellos que ya se han degradado y que no se desmonten los sistemas vegetales para generar más tierra cultivable, pues son estos los que permiten captar el agua. Una de las premisas del concepto de sustentabilidad es que los procesos deben ser económicamente viables, socialmente aceptables y sin ocasionar daños al ambiente (Báez *et al.*, 2012).

Algunas de las estrategias que se incluyen dentro de la agricultura sustentable son mínimo laboreo, incorporación de rastrojo y rotación de cultivos, uso de semilla certificada, captación de agua de lluvia, uso de abonos orgánicos y biofertilizantes, manejo integrado de maleza, así como la selección de espacios apropiados para la siembra. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la sustentabilidad de sistemas de producción de frijol, en diferentes prácticas de labranza, arreglo topológico y manejo de residuos.

## **Resumen de la historia de la plataforma**

La plataforma de investigación de Ocampo inició actividades en el ciclo de PV 2014, en este ciclo se sembró cebada de la variedad Esmeralda, se tuvo retrasos en la siembra por las constantes precipitaciones que se registraron, esto afectó el rendimiento. En el ciclo PV 2015, se sembró frijol, la mejor rentabilidad se obtuvo con la siembra en hileras al conseguir una utilidad de 2,302 MXN/ha con una relación B/C de 1.36, seguido en orden de importancia de la siembra de avena variedad Ágata establecida en el área validación con una utilidad de 1,491.75 MXN/ha. Posteriormente en el ciclo PV 2016 se sembró trigo de la variedad

Cortázar S-94 en donde el encostramiento del suelo, afectó negativamente el establecimiento del cultivo, reflejándose en una baja densidad de población. Además, se tuvo una escasa precipitación pluvial con una distribución errática, lo cual afectó la calidad física y rendimiento de grano. Durante el ciclo PV-2017 se sembró cebada de la variedad Doña Josefa en donde el cultivo de cebada se concibió como una buena alternativa en la zona por su rusticidad y eficiencia en el aprovechamiento de la humedad disponible. También se observó que el sistema de labranza de conservación logró mejores rendimientos de grano en forma global respecto al sistema de labranza tradicional y que la errática y mala distribución de la precipitación pluvial fue factor importante en los rendimientos reportados. En los trabajos establecidos en el área validación, los cultivos forrajeros (maíz y mijo perla) superaron ampliamente al testigo regional (avena).

En el ciclo PV 2018, de acuerdo a lo reportado por los proveedores de información agroclimática (FGP) las condiciones fueron distintas al presentarse buenas condiciones de lluvia, pero sobre todo bien distribuida, lo que influyó notablemente en los resultados obtenidos. El análisis indica que todos los tratamientos fueron rentables debido a que las condiciones meteorológicas y manejo permitieron obtener buenos rendimientos. El tratamiento CF-CC-I obtuvo los mejores rendimientos con un rendimiento de 3.71 t/ha en contraste el tratamiento CF-CPA-D-C registro el valor más bajo al obtener 2.14 t/ha en cuanto al testigo, registró un rendimiento de 2.46 t/ha superado por ocho de los tratamientos y arriba de los tratamientos 7, 11 y 12. El tratamiento CF-CP-D sembrado en camas permanentes angostas, obtuvo la mejor relación B/C con valor de 2.66 lo que significa una ganancia de 1.6 MXN por cada peso invertido mientras que, el tratamiento CF-CPA-D-C, sembrado en camas permanentes anchas con conteo fue el que tuvo la recuperación más baja al obtener solo 0.87 MXN por peso invertido.

En cuanto al área validación, a lo largo de estos cinco ciclos, excepto el ciclo PV 2018, los cultivos forrajeros reportaron buenos resultados sobresaliendo la variedad de maíz B-54-A con un rendimiento de peso en verde de poco más de 22 t/ha, seguido de la variedad sintética (VS-46) de maíz blanco la cual alcanzó un rendimiento de 21 t/ha; otra especie que se probó fue el pasto anual tipo mijo perla, éste mostró un buen comportamiento registrando valores de poco más de 14 t/ha en verde y 5.2 t/ha en seco, con esto superó al testigo regional (avena) en un 15% .

## **Materiales y métodos**

### ***Manejo de la plataforma***

La preparación del suelo consistió en la aplicación de subsuelo, paso de arado, rastra y reformación de camas de acuerdo al cuadro de tratamientos. En la plataforma, se estableció frijol de la variedad Negro Otomí en tanto que en el área validación se sembró maíz de las variedades VS-46, B-54-A, BD 33, Eagle215W, triticale Bicentenario, cebada de las variedades Gaby AN y Maravilla, así mismo por segundo año consecutivo se sembró pasto anual tipo Mijo perla y como testigo avena de la variedad Turquesa. El arreglo topológico utilizado en camas angostas de 80 cm fue hilera sencilla y en camas anchas de 1.6 m fue tres hileras, con densidad de siembra de 30 y 40 kg/ha respectivamente. En relación a los cereales de grano pequeño se sembraron al voleo en forma manual con una densidad de siembra de 120 kg/ha para la cebada y el triticale, de 130 kg/ha para la avena. En cuanto al cultivo de maíz y el mijo perla se sembraron en surcos a 80 cm a hilera sencilla. La densidad de siembra utilizada fue de 25 y 4.0 kg/ha respectivamente. La dosis de fertilización que se aplicó fue 09-23-00, empleando 50 kg/ha de DAP en la

siembra. En el área validación, se aplicó a la siembra 19-23-00 (50 kg/ha DAP+ 50 kg/ha sulfato amonio) para los cultivos de maíz, triticale, cebada y mijo, el cultivo de avena se dejó sin fertilización.

El 03 de julio de 2018 se llevó a cabo la siembra y fertilización del ensayo a largo plazo de la plataforma, el 4 de julio se sembró el área validación. Para la siembra del frijol en camas angostas, los maíces y el mijo perla se utilizó la sembradora de “Sembradoras del Bajío” Modelo SB-2008-16, para los tratamientos en camas angostas, para las camas anchas se utilizó la sembradora MP-25 de John Deere.

Cuadro 1. Tratamientos establecidos en plataforma de investigación Ocampo, ciclo PV 2018.

No. Trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de Rastrojo	Otra Variable
1	CF-CC-R	Cebada-Frijol	Labranza convencional con cama angosta	Remove	
2	CF-CM-I	Cebada-Frijol	Labranza mínima con cama angosta	Incorporar	
3	CF-CCA-I	Cebada-Frijol	Labranza convencional con cama ancha	Incorporar	
4	CF-CC-I	Cebada-Frijol	Labranza convencional con cama angosta	Incorporar	
5	CF-CMA-I	Cebada-Frijol	Labranza mínima con cama ancha	Incorporar	
6	CF-CP-D-C	Cebada-Frijol	Camas permanentes angostas	Dejar	Contreo
7	CF-CPA-D	Cebada-Frijol	Camas permanentes anchas	Dejar	
8	CF-CP-D	Cebada-Frijol	Camas permanentes angostas	Dejar	Fertilización base
9	CF-CP-D	Cebada-Frijol	Camas permanentes angostas	Dejar	
10	CF-CPA-D	Cebada-Frijol	Camas permanentes anchas	Dejar	Fertilización base
11	CF-CPA-D-C	Cebada-Frijol	Camas permanentes anchas	Dejar	Contreo
12	CF-CC-I-C	Cebada-Frijol	Labranza convencional con camas angostas	Incorporar	Contreo



Figura 1. Trampa de plástico amarillo para la captura de insectos plaga en el cultivo de frijol. 10 de septiembre de 2018.

En relación a plagas, se utilizaron trampas amarillas pegajosas para la detección oportuna de plagas (figura 1) detectando la presencia de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaco*) y conchuela (*Epilachna varivestis*) ambas sin rebasar el umbral económico de daños, es decir la densidad de plaga a partir de la cual los daños que se ocasiona son superiores al coste de las medidas de control que los evitaría, coincidiendo con lo reportado por Pérez (2000). No obstante y que la variedad Negro Otomí (Acosta *et al.*, 2000) está considerada como resistente al ataque de enfermedades como: antracnosis, roya y tolerante al tizón común, tizón del halo y a las pudriciones de raíz causadas por *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia solani*, se aplicaron en forma preventiva preparados órgano-minerales de caldo sulfocálcico y caldo bordelés a razón de 10 L/ha y 40 L/ha respectivamente, ambos diluidos en 200 litros de agua. Esta actividad se realizó con productos químicos en dos aplicaciones, de manera preemergente se aplicó glifosato, 3.28 L/ha + Fulmina (2,4-D), 0.25 L/ha + Inex A, 0.2 L/ha + Acond, 0.2 kg/ha y de manera postemergente se aplicó Fusilade, 1.5 L/ha + Basagran, 2 L/ha + Inex A, 0.2 L/ha + Acond, 0.2 kg/ha. Adicionalmente, se realizaron escardas y deshierbes manuales.

Tan pronto como la semilla alcanzó un 14% de contenido de humedad, se iniciaron los trabajos de cosecha, está se realizó en forma manual a los 12 días del mes de noviembre 2018, colectando todas las plantas incluidas en la parcela útil de cuyas medias son 1.6 x 3.0 metros de longitud en todos los tratamientos, para tomar de ellas los datos correspondientes a peso húmedo, % de humedad, rendimiento de grano seco, peso de 200 granos y número de granos por m<sup>2</sup>. La evaluación del componente peso de mil granos se realizó de acuerdo a las Reglas Internacionales de Análisis de *Semillas (ISTA)*. Se utilizó semilla pura, de

la que se contaron 10 repeticiones de 100 semillas y posteriormente se pesaron en una báscula digital Mca. OHAUS CS 5000-00A 5000g x 1g, luego a través de una regla de tres se determinó la cantidad total.

## Resultados

### *Ensayo principal*

No obstante que el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre tratamientos para las variables en estudio, se procedió a realizar la separación de medias encontrando que el tratamiento CF-CC-I fue el mejor al obtener 3270 kg/ha (figura 2).

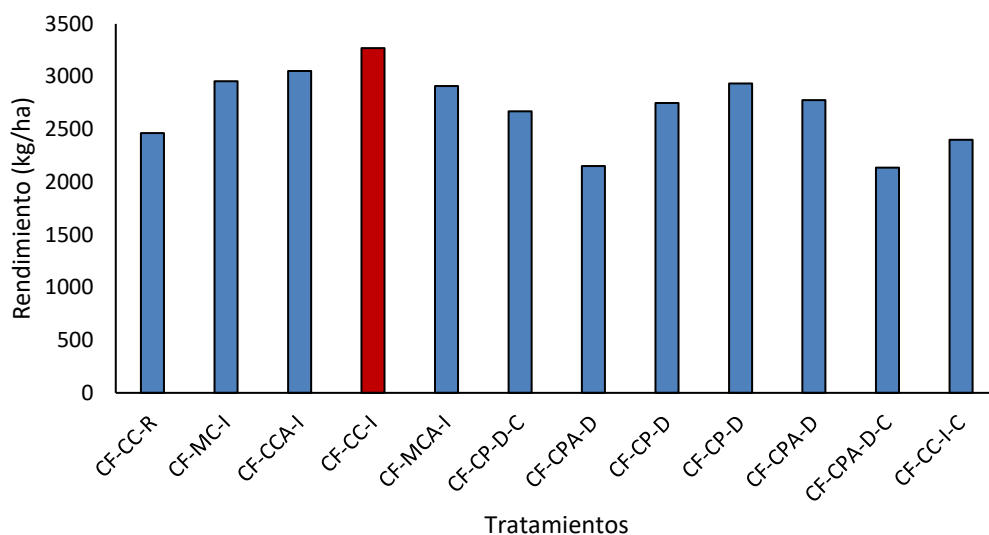


Figura 2. Rendimiento de frijol negro Otomí. Plataforma de investigación Ocampo, PV 2018.

Al respecto, es importante mencionar que las características agronómicas del material genético utilizado, resistencia a enfermedades y mayor potencial de rendimiento en la región en comparación con variedades similares, contribuyeron en gran medida a que los volúmenes obtenidos en la totalidad de los tratamientos estuvieran por encima del promedio regional que según Navarro y Santoyo (2019) oscilaron en 1,200 kg/ha. En general las buenas condiciones ambientales que se presentaron durante los meses de septiembre y octubre, influyeron notablemente en el rendimiento al coincidir con las etapas críticas de floración y llenado de grano al mantenerse por más tiempo la disponibilidad de fotosintatos y su traslado al grano. Al respecto, en la figura 3, se observa que la temperatura y humedad relativa promedio en el periodo de análisis fue de 15.55°C y 70.93% respectivamente mientras que la precipitación pluvial acumulada fue de 247.3 mm. En síntesis, de manera general se concluye que tanto la temperatura como la precipitación pluvial jugaron un papel muy importante en los rendimientos obtenidos.



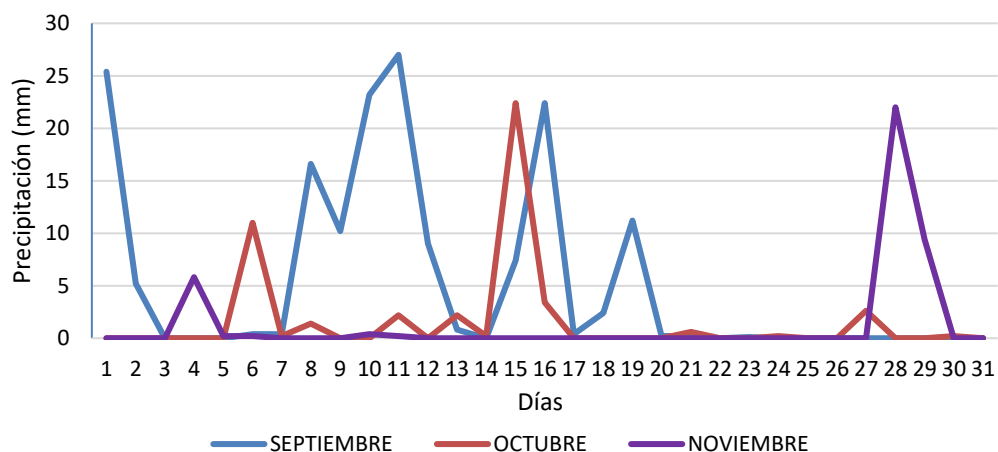


Figura 3. Precipitación de los meses de septiembre, octubre y noviembre en la plataforma de investigación Ocampo, PV 2018.

Por otro lado, se observa que los tratamientos con labranza mínima y camas permanentes registraron en promedio rendimientos superiores en un 35.2% al testigo regional, lo que indica que es muy probable que las prácticas de labranza y manejo de rastrojo están contribuyendo al buen uso de los recursos naturales. En relación a los tratamientos cuyo objetivo fue la captación *in situ* del agua de lluvia a través del “contreo”, se observó un desarrollo vegetativo más uniforme, reducción del volumen de agua escurrida y de la erosión del suelo lo cual coincide con Rubio y Figueroa (1989) al estudiar el pileteo en los cultivos de maíz y frijol en el norte de Guanajuato.

El peso de mil semillas, está considerado como uno de los atributos más importantes para la evaluación de la calidad física de un lote de semillas o granos, porque si somos exigente en la calidad física, podemos evitar la diseminación de enfermedades, insectos y maleza (Tarentini, 2004). Al respecto, en el presente estudio, en esta variable el ANOVA no detectó diferencias significativas, sin embargo, se procedió a la separación de medias mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) cuyos resultados se aprecian en el cuadro 2; los tratamientos CF-CP-D y CF-CP-D-C, registraron el valor más alto al obtener 307.5 g, resultados muy similares a los reportado por Acosta *et al.*, (2000), en cuanto a los tratamientos con el factor “contreo”, que incluye a los tratamientos CF-CPA-D y CF-CPA-D-C y el tratamiento CF-CC-I-C, se obtuvieron resultados semejantes entre ellos y ligeramente por debajo de la referencia de 310 g reportada por los autores; mientras que el testigo obtuvo el valor más bajo al registrar 295 g, lo cual es una reducción de 4% con respecto al mejor tratamiento; este resultado nos indica que a través del tiempo el manejo de rastrojo y en menor medida las prácticas de labranza han mostrado que son favorables para la producción de grano de buena calidad física, probablemente debido a que se conserva y mejora la estructura del suelo al disminuir el efecto de la erosión, la compactación del suelo y permitir un mejor aprovechamiento del agua.

Cuadro 2. Comparación de medias de variables evaluadas para los diferentes tipos de labranza en frijol variedad Negro Otomí. Plataforma de investigación Ocampo, PV 2018.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha		Peso de 1000 semillas (g)		Peso de grano por metro <sup>2</sup> (g)	
4	3270	A	297.8	A	967.8	A
3	3050	A B	297.5	B C	904.1	A
2	2955	A B	302.5	A B C	859.1	A
9	2934	A B	302.5	A B C	853.5	A B
5	2911	A B	300.0	A B C	853.8	A B
10	2776	A B	302.5	A B C	808.1	A B
8	2751	A B	307.5	A	787.8	A B
6	2671	A B	307.5	A	764.6	A B
1	2463	A B	295.0		732.8	A B
12	2400	A B	305.0	A B	688.7	A B
7	2153		305.0	A B	621.0	B
11	2137	B	305.0	A B	616.8	B

Respecto a la variable granos/m<sup>2</sup> considerada como un componente del rendimiento, los resultados indican un comportamiento similar a los obtenidos en la variable rendimiento en donde el tratamiento CF-CC-I obtuvo el mayor valor con 967.8 granos/m<sup>2</sup> mientras que el tratamiento CF-CPA-D-C presentó el valor más bajo con 616.8 granos/m<sup>2</sup>. En general, la disponibilidad de humedad durante la floración y el llenado de la semilla contribuyó a la formación de semillas normales y más grandes, lo que coincide con lo citado por Barrios-Gómez, *et al* (2010) reportado por Singh, (2006) y Muñoz-Perea *et al.*, (2007).

### Rentabilidad

Se puede apreciar que todos los tratamientos registran utilidad en mayor o menor grado (figura 4), por ello es importante diferenciar las labores que hacen más eficiente el uso de los recursos y las que reflejan una mayor utilidad por unidad de inversión.

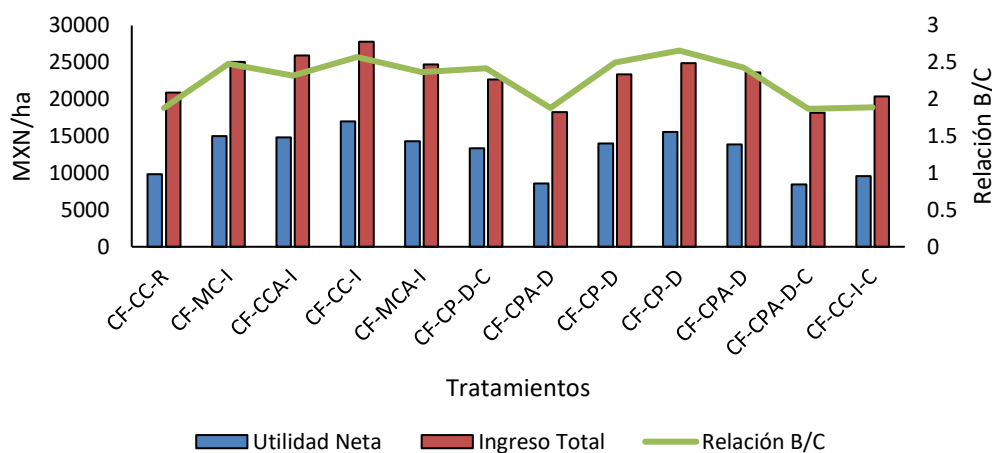


Figura 4. Utilidad neta, ingreso total y relación B/C de frijol variedad Negro Otomí en la plataforma de investigación Ocampo, PV 2018.

Esta utilidad es reflejo de las condiciones climatológicas del año en combinación con el sistema de producción y con el factor fundamental, que es el precio del producto. El tratamiento que presentó los mejores resultados económicos en cuanto a utilidad coincide con el que obtuvo mejor rendimiento y es el CF-CC-I que consiste en utilizar camas angostas en labranza tradicional con una utilidad de 16,994 MXN/ha mientras el tratamiento CF-CPA-D-C que consiste en camas permanentes ancha con conteo obtuvo el 49% de esta utilidad solamente. Es importante resaltar que el tratamiento CF-CC-I no obtuvo la mejor relación beneficio costo, la mejor relación fue la del tratamiento CF-CP-D que consistente en camas permanentes angostas (sin conteo) con 2.66, esto es que por cada peso invertido obtuvo una mejor eficiencia en sus actividades, pese a no tener el mayor rendimiento ni la mejor utilidad neta, la diferencia consistió en la preparación del terreno y en el control de maleza con un total de 1,441.70 MXN/ha menos invertidos que el tratamiento CF-CC-I. Para el caso del testigo este fue superado por ocho tratamientos exceptuando el 7, 11 y 12 los cuales presentan igual o menor relación beneficio/costo y menor utilidad neta. El factor que implica más recursos en función de la inversión realizada es el control de maleza, siguiéndole la siembra, en este rubro lleva implícito el costo de la semilla y del fertilizante empleado.

### **Área de validación**

En esta área, se dio seguimiento a los trabajos establecidos en el ciclo pasado, sembrando cinco materiales de maíz, dos de cebada, uno de triticale, un pasto (mijo Perla) y el cultivo de avena como testigo. Sin embargo, no fue posible tomar las muestras para llevar a cabo los análisis correspondientes y así determinar el rendimiento, debido a que durante las etapas de pre cosecha y cosecha (octubre y noviembre) se presentaron lluvias intermitentes (figura 5) dificultando las labores de muestreo, complementándose con las bajas temperaturas del 14, 15 y 16 de noviembre cuyos valores fueron de -0.5°C, -5.3°C y -3.4°C respectivamente, (figura 6) con daños importantes en hojas, tallo y tejidos coincidiendo con lo reportado por Arbués, (2011) al señalar que la gravedad de los daños por heladas dependerá si las temperaturas caen por debajo de 0°C durante 4-5 horas; o cuando baja la temperatura de -2°C o menos, incluso cuando la temperatura es varios grados superior de cero si el aire es frío y tiende a acumularse.

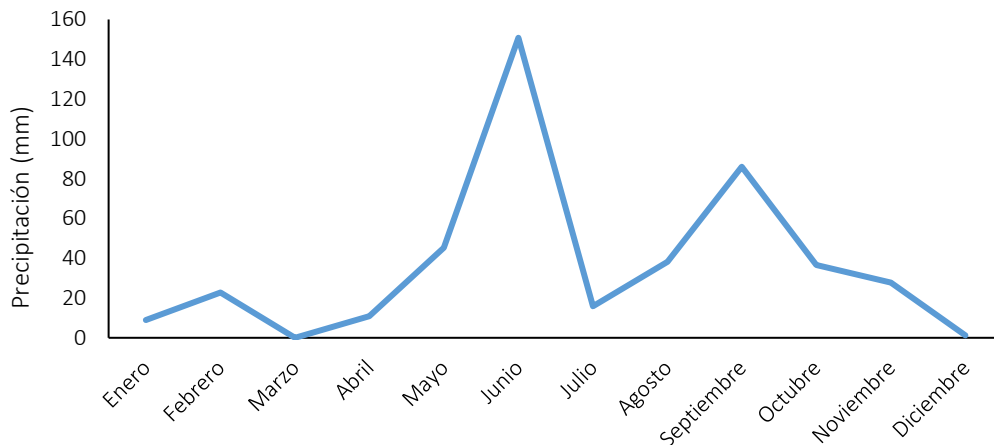


Figura 5. Distribución de la precipitación del ciclo PV 2018 en la plataforma de investigación Ocampo.

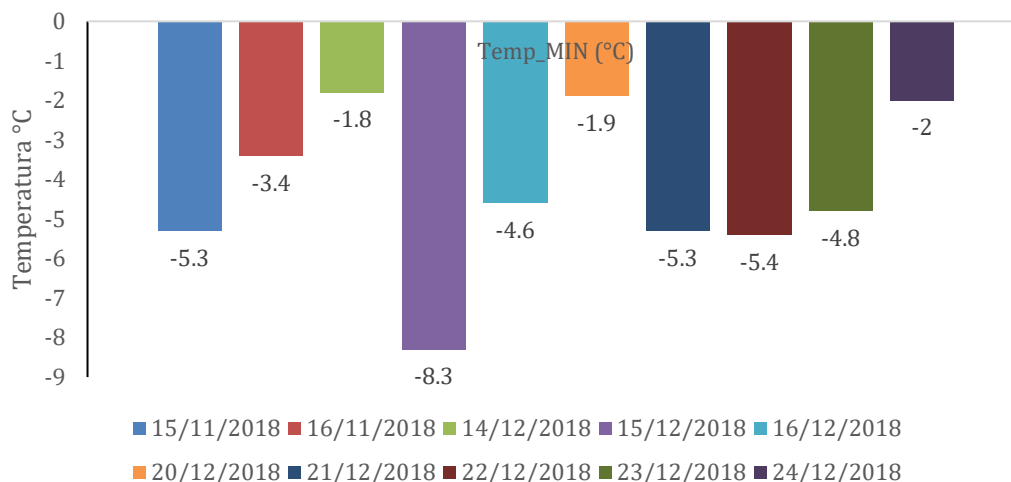


Figura 5. Distribución de las heladas del ciclo PV 2018 en la plataforma de investigación Ocampo.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se llevaron a cabo dos eventos demostrativos con una asistencia de 56 y 20 asistentes respectivamente, (cuadro 3) en el primer evento se atendió a productores del Municipio del Marques, Querétaro y productores de las comunidades cercanas a la plataforma. En este recorrido del 18 de septiembre, se presentó en el área de validación el manejo técnico en el cultivo de maíz, cebada, triticale y mijo perla como alternativas forrajeras; mientras que en la plataforma se presentaron las particularidades de todos y cada uno de los tratamientos de la rotación cebada-frijol. Así mismo, por parte del productor cooperante, se presentaron algunos implementos utilizados para las labores de campo.

En colaboración con la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Estado de Guanajuato (SDAyR), CESAVEG y Semillas Berentsen el 04 de octubre, se llevó a cabo la segunda demostración de campo en donde se presentó el manejo agronómico de la plataforma y área de validación por personal de MasAgro Guanajuato e INIFAP, así como el manejo de ensayo de herbicidas en frijol por el Ing. Álvaro Rico del CESAVEG, asimismo, se presentó el manejo de sorgos forrajeros por el Ing. Martín Peinado Villanueva de la empresa de semillas Berentsen, también presento el Ing. Melquiades Hernández Mendoza el manejo de avena + ebo y triticale y el MC. Andrés Mandujano Bueno, del INIFAP, compartió el tema de elaboración de abonos orgánicos. Lo anterior, con el fin de poner a disposición de los productores información útil a través de tecnología, productos y servicios dirigidos a la solución de la problemática que afecta directamente a los productores de la región.

Cuadro 3. Distribución de participación en el primer evento de capacitación de la Plataforma Ocampo, Guanajuato. 18 de septiembre de 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	47	17
Técnicos	8	0
Otros	3	1
Total de asistentes	58	18

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Todos los tratamientos reflejan rentabilidad. Las diferencias en rendimiento son más notables en los tratamientos de camas angostas. La disminución en el rendimiento del testigo es atribuible a la fertilización y control de plagas y enfermedades. No necesariamente son los tratamientos con mayor inversión que obtienen mejor rendimiento. Los tratamientos con control de maleza fueron similares o inferiores al testigo debido a las precipitaciones que se presentaron en el ciclo. Las condiciones climáticas en las tres estaciones más próximas a la plataforma presentan variaciones importantes en la precipitación pluvial y su distribución. El factor más caro fue el control de maleza seguido por la siembra la cual lleva implícita el costo de la semilla.



Siembra de frijol en tratamientos de camas angostas el 3 de julio de 2018.



Siembra de frijol con la sembradora MP 25 utilizada para sembrar los tratamientos de frijol en camas anchas el 3 de julio de 2018.



Plántulas de frijol variedad Negro Otomí con estrés por humedad el 18 de julio de 2018.



Conteo de plántulas de frijol, para determinar densidad de población el 18 de julio de 2018.



Cultivos alternativos para la región del semiárido Guanajuatense (maíz, triticale y cebada capuchona) 10 de septiembre de 2018.



Daño de gusano cogollero en maíz 10 de septiembre de 2018.



Daño de conchuela en frijol Negro Otomí 10 de septiembre de 2018.





Siembra de frijol en camas angostas permanentes. De los mejores tratamientos por su buena cobertura.  
10 de septiembre de 2018.

# Pénjamo, Guanajuato - PV 2018 y OI 2017-2018- Año cuatro

Daniel Garcia<sup>1</sup>- Paul Garcia Meza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Productor

<sup>2</sup>Técnico

## Introducción

Pénjamo es el tercer municipio más grande del estado de Guanajuato, con una superficie de más de 160,000 ha. La superficie sembrada en el municipio representa el 7.7 de la superficie sembrada en el estado, de esta 60 % es de riego y 40 % de temporal. El 34% de la población se dedica al sector primario y el 15% de la población es analfabeta.

Las principales problemáticas de la región abarcan las enfermedades de raíz en los cultivos de granos básicos, la resistencia de malezas a ciertos agroquímicos, el uso de insumos agrícolas de manera indiscriminada, este último trae consigo altos costos de producción. La quema de rastrojo es una práctica que no permite el establecimiento de Agricultura de Conservación como un sistema, ya que es un riesgo tanto para quien la practica como para sus vecinos.

## Materiales y métodos

En el ensayo principal se están evaluando dos sistemas de labranza: sistema híbrido y agricultura de conservación, en el ciclo Primavera-Verano se siembra todo el ensayo en pata de trigo y en el ciclo Otoño-Invierno se realiza labranza (barbecho, dos rastras y surcado) en el área que corresponde al sistema híbrido. Sobre el sistema de labranza se está evaluando la inoculación de la semilla con agentes biológicos y con agentes físicos y por último se evalúa el manejo de plagas.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

En el año 2018 se tuvo un buen manejo agronómico de la plataforma. Malezas como el coquillo (*Cyperus* sp.) que estaba presente en el establecimiento han ido desapareciendo, el problema de malezas ha disminuido gracias al incremento de densidad de siembra del cultivo de trigo. El diseño experimental ha sufrido ligeras modificaciones, por ejemplo, las camas angostas permanentes dejaron de usarse ya que el rendimiento no mostró ventajas respecto al convencional en trigo ni en maíz.

Las plagas se manejan bajo el enfoque de manejo agroecológico, se utilizan productos químicos de bajo impacto y trampas con feromonas. En el ciclo PV se inundó la plataforma debido al intenso temporal, para solucionar esto se modificó la surquería y se desazolvó parte del canal de desagüe que está en la parte baja de la plataforma.

### ***Manejo de la plataforma***

El marcado de pasillos se ha hecho una vez que el cultivo creció, con esto se reduce la posibilidad de que las malezas se desarrollen en los espacios vacíos y se reduce el uso de herbicidas.

Para conocer la dinámica del agua en el suelo se han instalado sensores de tensión de humedad, así como un pluviómetro.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de Penjamo, Guanajuato.

Tratamiento	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Tratamiento a la semilla	Promotor de rendimiento
1	MT, H, D, Th, Q	Maíz-Trigo	Híbrido	Dejar	<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2x10 <sup>11</sup> UFC	Con Quilt
2	MT, H, D, Th, S	Maíz-Trigo	Híbrido	Dejar	<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2x10 <sup>11</sup> UFC	Sin Quilt
3	MT, H, D, C, Q	Maíz-Trigo	Híbrido	Dejar	Cruiser maxx cereals	Con Quilt
4	MT, H, D, C, S	Maíz-Trigo	Híbrido	Dejar	Cruiser maxx cereals	Sin Quilt
5	MT, CPA, D, Th, Q	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Dejar	<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2x10 <sup>11</sup> UFC	Con Quilt
6	MT, CPA, D, Th, S	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Dejar	<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2x10 <sup>11</sup> UFC	Sin Quilt
7	MT, CPA, D, C, Q	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Dejar	Cruiser maxx cereals	Con Quilt
8	MT, CPA, D, C, S	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Dejar	Cruiser maxx cereals	Sin Quilt
9	MT, CPA, P, Th, Q	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Parcial	<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2x10 <sup>11</sup> UFC	Con Quilt
10	MT, CPA, P, Th, S	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Parcial	<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2x10 <sup>11</sup> UFC	Sin Quilt
11	MT, CPA, P, Th, Q	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Parcial	Cruiser maxx	Con Quilt
12	MT, CPA, P, Th, S	Maíz-Trigo	Camas anchas permanentes	Parcial	Cruiser maxx	Sin Quilt

Abreviaciones: M= maíz, T= trigo, H= sistema híbrido, CPA= camas permanentes anchas, D= dejar el 100% del residuo, P= dejar el 50% del residuo, Th= *Trichoderma harzianum* 1.2x10<sup>11</sup> UFC, C = Cruiser maxx, S=Sin Quilt y Q= Con Quilt.

## Resultados

### Ensayo principal

En el tiempo que lleva operando la plataforma no se han tenido diferencias entre tratamientos en el cultivo de maíz, pero en el cultivo de trigo si se han tenido diferencias, sobre todo en el rendimiento y el sistema de labranza (Figura 1), los incrementos que se han tenido en comparación con la agricultura convencional son de más de 15%.

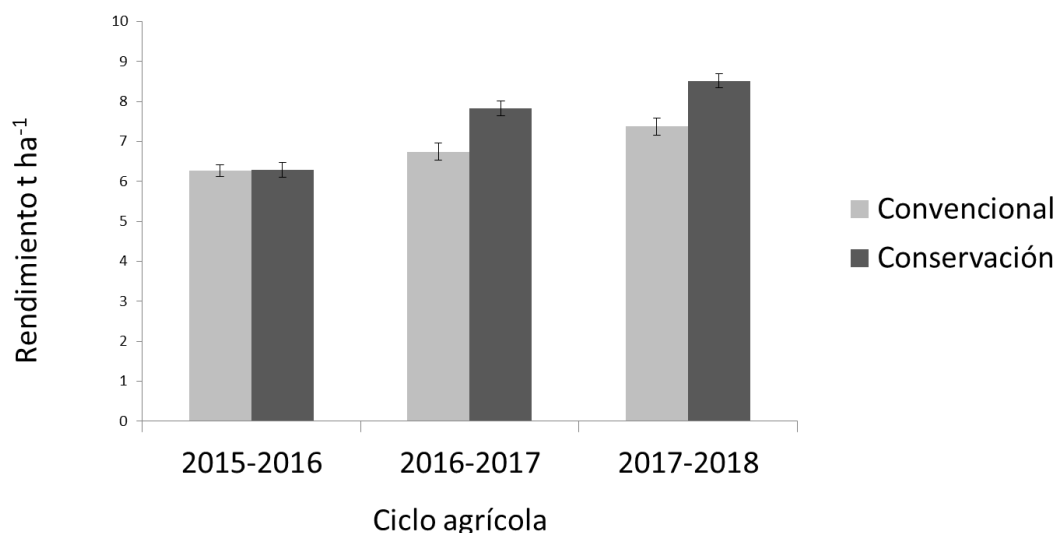


Figura 1. Efecto de sistema agrícola en tres años en el cultivo de trigo

Los resultados de tratamiento a la semilla, muestran que en el primer ciclo se tuvo una respuesta favorable de *Trichoderma* sobre el rendimiento, en el segundo año se obtienen rendimientos similares entre ambos agentes inoculantes (Figura 2). El uso del promotor de rendimiento no ha influido en el rendimiento obtenido (Figura 3).

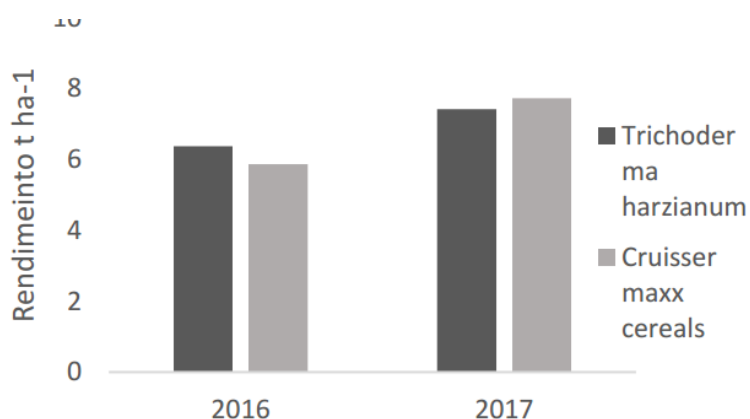


Figura 2. Efecto del tratamiento a la semilla en dos años

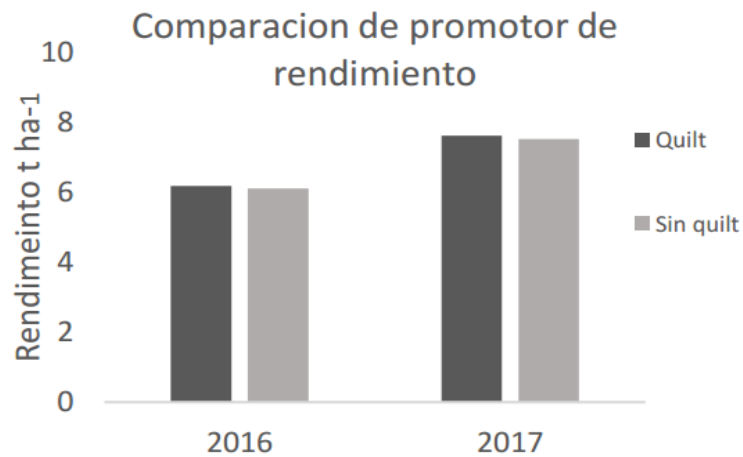


Figura 3. Efecto del promotor de rendimiento en dos años

**Área de validación**

En el ciclo OI se evaluó el efecto de la inoculación de la semilla sobre la emergencia del cultivo (Figura 4), como se aprecia, ambos agentes favorecen la emergencia del cultivo, los mejores resultados se obtuvieron con Cruiser maxx cereals.

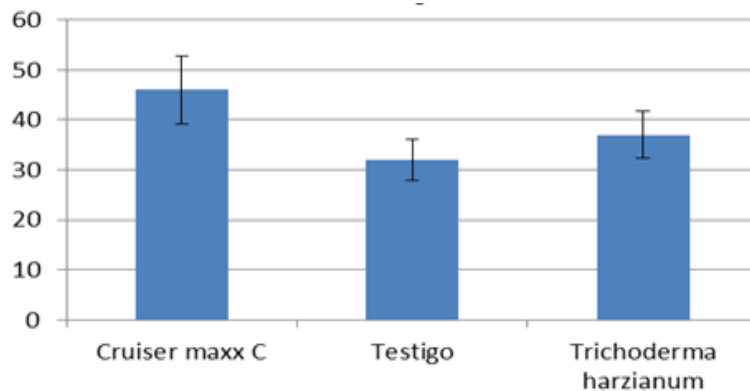


Figura 3. Emergencia del cultivo de trigo con diferentes tratamientos a la semilla.

En el ciclo PV se evaluó la eficiencia de diferentes agentes químicos, extractos y agentes biológicos para el manejo de gusano cogollero (Figura 4), todos los productos probados obtuvieron mayor eficiencia que el testigo (sin aplicaciones), los mejores resultados se obtuvieron con los agentes químicos, pero los agentes biológicos y extractos resultaron una buena opción para el manejo de gusano cogollero.

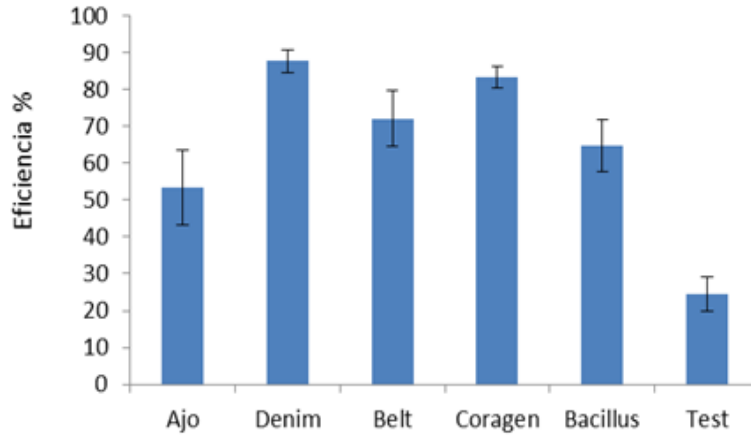


Figura 4. Efecto de extractos, agentes biológicos y agentes químicos de bajo impacto en las poblaciones de gusano cogollero.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

En 2018 se realizaron nueve eventos de capacitación, demostración y recorridos en la plataforma de investigación Pénjamo. En total se recibieron 403 personas, de los cuales 364 hombres y 39 mujeres.



Evento demostrativo en ciclo O/I 2017-18



Primer foro de encuentro de experiencias de agricultura sustentable.



Recorrido con empresas locales.



Plataforma de investigación Pénjamo.



Recorrido MAP en plataforma.





Desarrollo de cultivo de la plataforma en PV 2018.



Evento de primavera - verano 2018.



Comparación de mazorcas en agricultura de conservación contra quema.



Recorrido con Syngenta en plataforma de investigación.



Recorrido de campo con estudiantes universitarios.

# Villagrán, Guanajuato – PV 2018 – Año cinco

Aurelio Báez Pérez<sup>1</sup> y Bartolo González Torres<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP

<sup>2</sup>CyASA

## Introducción

Guanajuato es uno de los estados más importantes del país en actividades agrícolas y diversificación de cultivos, con casi 70 especies. En promedio, se siembran 550 mil hectáreas de temporal y 260 mil de riego. El cultivo principal es maíz, seguido por sorgo, mientras que frijol, trigo y cebada son importantes por su superficie cultivada, adicionalmente se tienen cultivos perennes como alfalfa, agave o fresa, con un promedio de 60 mil hectáreas. (Rodríguez, 2014). Sin embargo, Guanajuato tiene graves problemas en la producción agrícola por los altos costos de producción, el excesivo laboreo de la tierra y el excesivo uso de insumos agrícolas. Se han realizado varios esfuerzos para revertir esta problemática, uno de ellos es la implementación de prácticas de agricultura de conservación desde los años 80', 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 costos de producción y aumentar la rentabilidad agrícola.

Con base en estos antecedentes y con el objetivo de fortalecer los mecanismos de integración entre los conocimientos científicos y tradicionales, surgió en el año 2010 el programa MasAgro; el cual promueve el trabajo conjunto entre agricultores y organizaciones locales para lograr mejoras productivas y la reducción de efectos por el cambio climático. Esta iniciativa está dirigida a pequeños productores con acceso limitado a tecnología e información sobre los procesos productivos y sus mercados (Camacho *et al.*, 2016). Todo esto mediante un esquema de plataformas de investigación, que son espacios destinados a la investigación y generación de conocimientos y datos, así como al desarrollo y adaptación de los sistemas productivos, las prácticas culturales y las tecnologías más adecuadas para una zona agroecológica determinada, desde una perspectiva técnica, socioeconómica y ambiental (Fonteyne, 2017).

En la actualidad, dentro del programa MasAgro Guanajuato se tiene a la plataforma de investigación de Villagrán, que se ubica en el parque agrotecnológico Xonotli, donde se están evaluando diversas alternativas para la implementación de las prácticas de agricultura de conservación para la producción de cereales con disponibilidad de riego, por medio de la plataforma se muestran las bondades del sistema acorde a las necesidades de los productores de la región. En este sentido destaca la implementación de la producción de hortalizas en el ciclo otoño-invierno bajo este esquema de producción y con el cual se obtuvo un buen rendimiento.

### **Resumen de la historia de la plataforma**

La plataforma de investigación en Villagrán representa el sistema intensivo de producción de cereales y hortalizas, con disponibilidad de riego. Se sitúa dentro del Parque Agrotecnológico Xonotli, en la comunidad de Mexicanos, municipio de Villagrán, Guanajuato; a una altitud de 1739 msnm. Se ha logrado con éxito la producción de calabacita y pepino con la implementación de prácticas de agricultura de conservación, con rendimientos por encima de la producción media estatal. Actualmente se replica la producción de maíz y sorgo con este sistema de producción.

## Materiales y métodos

El plan de manejo agronómico que se está evaluando en la plataforma, en cuanto a la implementación de las prácticas de agricultura de conservación, se presentan en el cuadro 1. Desde el replanteamiento de la plataforma, en primavera-verano 2018, se han implementado paulatinamente los tratamientos que originalmente se tenían planteados. Para este ciclo de cultivo se tienen implementados realmente sólo cuatro tratamientos: rotación maíz-trigo sobre camas anchas con manejo convencional e incorporación de todos los residuos de cosecha (1), rotación maíz-trigo sobre camas anchas con prácticas de agricultura de conservación (2, 3, 4, 5, 7, 8 y 9), rotación sorgo-trigo sobre camas anchas con prácticas de agricultura de conservación (6) y rotación maíz-hortaliza sobre camas anchas con prácticas de agricultura de conservación (8). La distribución de las unidades experimentales en el campo se presenta en la figura 1.

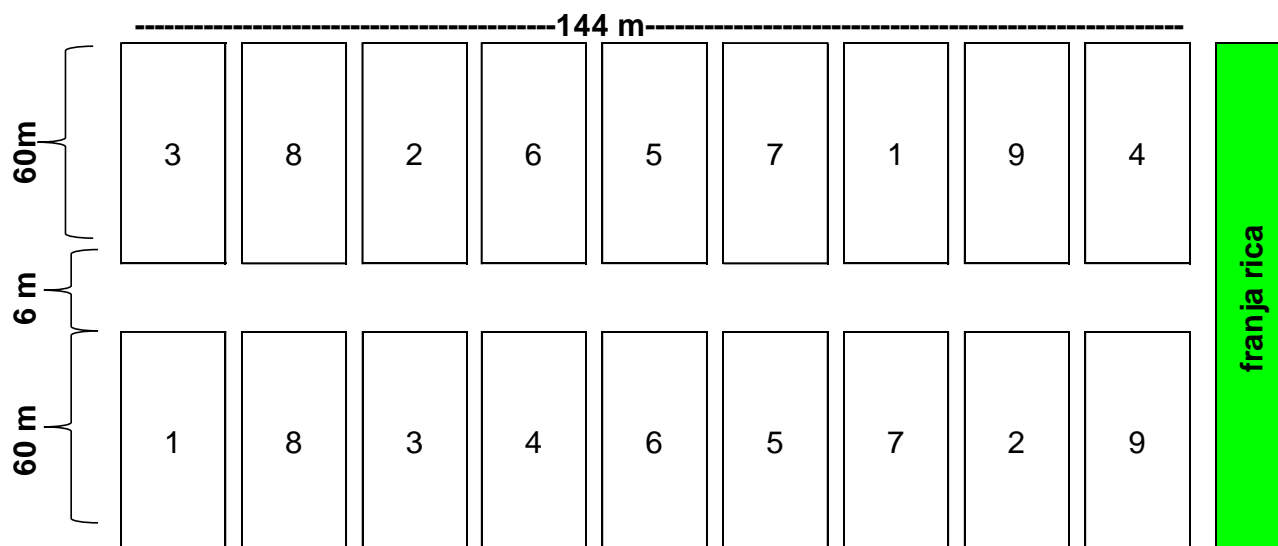


Figura 1. Croquis del ensayo principal en la plataforma de investigación de la plataforma de investigación de Villagrán.

### Manejo agronómico

Las labores de acondicionamiento de la plataforma incluyen dos pasos de subsuelo, dos pasos de rastra, manejo de residuos y remarcado de camas, estas se realizaron entre el 14 y el 16 de mayo de 2018. La siembra de maíz Antílope de Asgrow y sorgo Cobalto de Asgrow se realizó el 18 de mayo de 2018 y 15 días después se sembró el tratamiento con rotación maíz-hortaliza (8). Para el manejo de malezas se realizaron tres aplicaciones durante el ciclo, la primera fue el 2 de junio de 2018 y se aplicó 1.5 kg/ha de calibre 90 (Atrazina) + 0.3 L/ha de Laudis (Tembotrione), la segunda aplicación fue el 5 de julio de 2018 con 1 L/ha de Finale (Glufosinato de amonio) y la tercera aplicación fue el 2 de agosto de 2018 con 1 kg/ha de calibre 90 (Atrazina) + 1 L/ha de Gesaprim combi (Atrazina + Terbutrina). Para el manejo de plagas y enfermedades se realizaron seis aplicaciones durante el ciclo: 15 kg/ha de Allectus (Imidacloprid + Bifentrina) para hongos en el suelo, 0.15 L/ha de Salsa (Novaluron) y 0.10 L/ha de Denim (Benzoato de emamectina) para el gusano cogollero, 20 kg/ha de Cipermetrina 2%, 0.15 kg/ha de Pirimor (Pirimicarb) y 0.2 L/ha de Engeo (Tiametoxam + Lambdacialotrina) para pulgón amarillo. Durante el ciclo sólo se dieron dos riegos, el de nacencia el 22 de mayo de 2018 y uno de auxilio el 5 de agosto de 2018.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de investigación de Villagrán.

Trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	de	Manejo de rastrojo	Fertilización	Fuente de fertilización	de
1	MT-CCA-R-V-Q	Maíz - Trigo	Convencional con camas anchas		Remove	2a al voleo	Química	
2	MT-H-I-B-Q	Maíz - Trigo	Híbrido (sin movimiento PV + movimiento en OI)		Se incorpora 100%	2a en banda (si es posible)	Química	
3	MT-CPA-D-V-Q	Maíz - Trigo	Cama permanente ancha		Se deja 100%	2a al voleo	Química	
4	MT-CPA-D-V-QGs	Maíz - Trigo	Cama permanente ancha		Se deja 100%	2a al voleo	Química + GreenSeeker	+
5	MT-CPA-D-B-QGs	Maíz - Trigo	Cama permanente ancha		Se deja 100%	2a en banda	Química + GreenSeeker	+
6	ST-CPA-D-B-QGs	Sorgo - Trigo	Cama permanente ancha		Se deja 100%	2a en banda	Química + GreenSeeker	+
7	MT-CPA-D-B-Me	Maíz - Trigo	Cama permanente ancha		Se deja 100%	2a en banda	Mezcla química + composta	
8	MH-CPA-D-B-Q	Maíz - Hortaliza	Cama permanente ancha		Se deja 100%	2a en banda	Química	
9 (área flexible)	MT-CPA-P-B-QGs	Maíz - Trigo	Cama permanente ancha		Se deja 50%	2a en banda	Química + GreenSeeker	+

Abreviaciones: T = Trigo, M = Maíz, H = Hortaliza, S = Sorgo, CCA = labranza convencional con camas anchas, H = sistema híbrido (sin movimiento PV, con movimiento en OI), CPA = camas permanentes anchas, D = se deja el 100% del rastrojo de manera superficial, R= Remove el 100 % del rastrojo, P = se deja el 50% del rastrojo de manera superficial, I = se incorpora el 100 % del rastrojo, V = segunda fertilización al voleo, B = segunda fertilización en banda (enterrada), Q = fuente de fertilización química, QGs = fuente de fertilización química + GreenSeeker y Me = mezcla de fuente química + composta.

### **Temperaturas y precipitación durante ciclo de cultivo**

Las temperaturas máximas, mínimas y precipitación que imperaron a lo largo del ciclo de cultivo se observan en la Figura 2. Sólo se cuenta con registros de estos parámetros meteorológicos hasta el mes de julio. La suma de la precipitación hasta este mes del año sumó 324.6 mm, con la mayor parte de las lluvias durante el mes de julio (Figura 2).

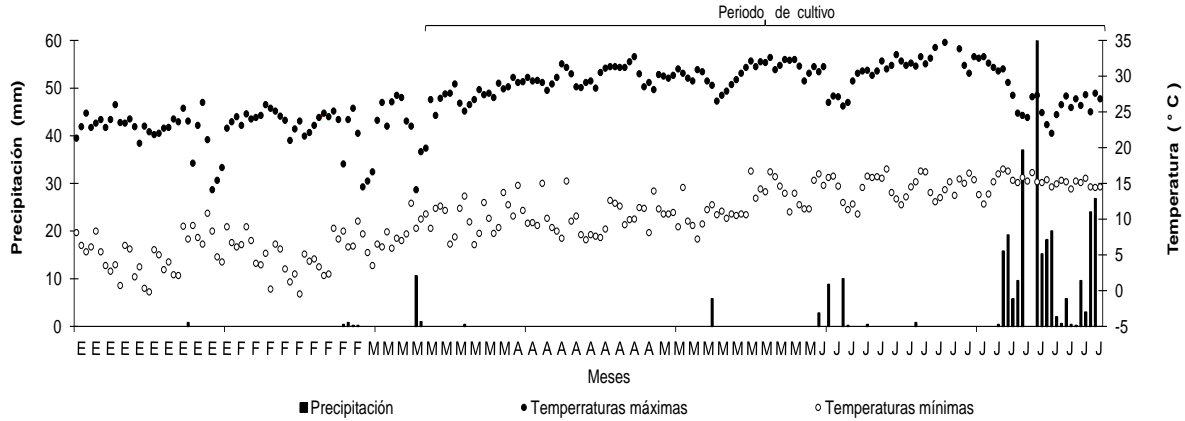


Figura 2. Distribución de temperaturas máximas, mínimas y precipitación a lo largo del ciclo de cultivo. Parque Agrotecnológico Xonotli. Villagrán, Guanajuato.

**Resultados**

***Población de plantas***

La población de plantas fluctuó entre 9 y 12 plantas/m<sup>2</sup>, es decir, entre 90,000 y 120,000 plantas/ha. En el cultivo de sorgo se estimó una población de tallos de alrededor de 120,000 por hectárea.

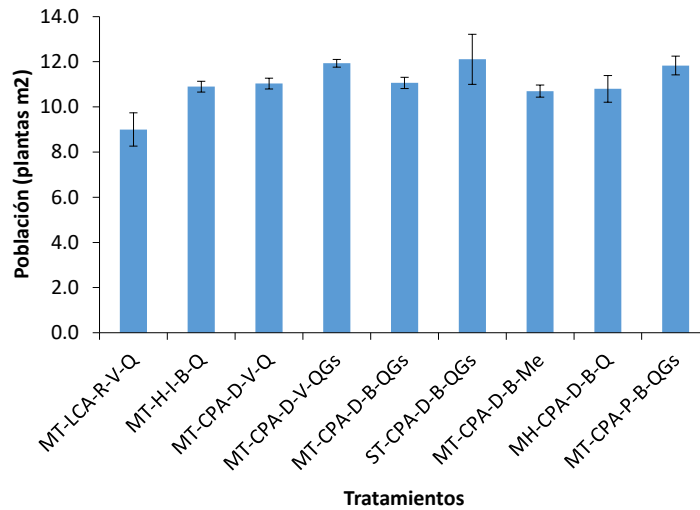


Figura 3. Población de plantas por tratamiento en el ciclo PV 2018. Plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.

***Altura de planta***

El crecimiento de maíz a lo largo del ciclo de cultivo, observó una tendencia semejante en todos los tratamientos con maíz. Con excepción de la rotación hortaliza-maíz (8), en el cual el cultivo se sembró 15 días después que los demás tratamientos. En el tratamiento 1, que corresponde al manejo convencional, el maíz tuvo un crecimiento semejante al que se estableció con prácticas de agricultura de conservación

y alcanzó una altura de 3.0 m (Figura 4). El cultivo de sorgo, por su parte, alcanzó una altura promedio de 1.4 m, al final de su crecimiento.

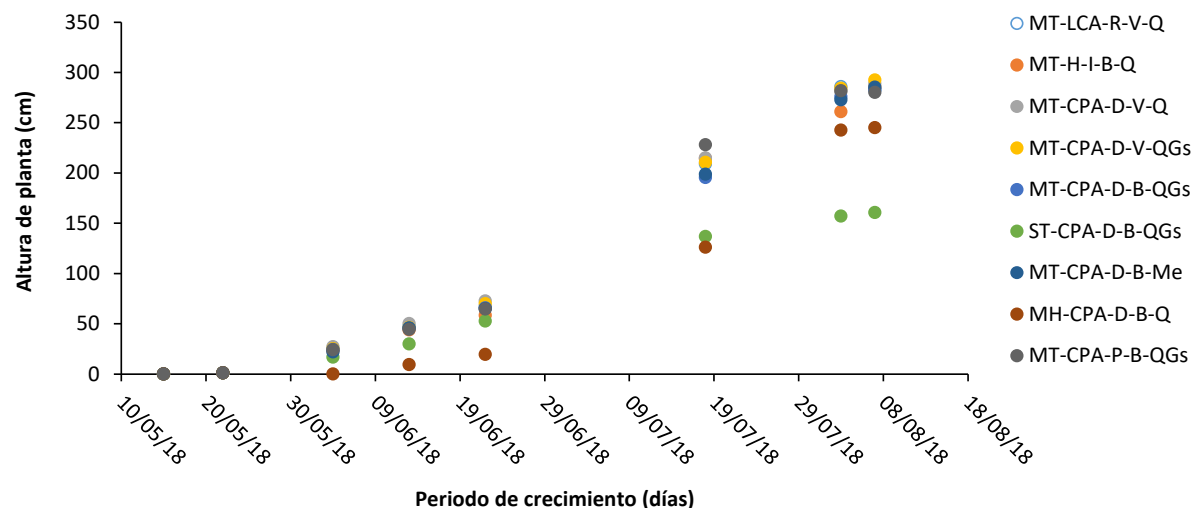


Figura 4. Curva de crecimiento de cultivo de maíz y sorgo en el ciclo PV 2018 en la plataforma de investigación de Villagrán, Guanajuato.

### Componentes de rendimiento

La población de plantas en maíz, evaluada durante la cosecha, fluctuó entre 84,000 y 110,000 plantas/ha (cuadro 2). Hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en este parámetro. Se observó que el rendimiento de grano se relacionó estrechamente con la población de plantas ( $R^2=0.87$ ) (Figura 5), lo cual evidenció que los tratamientos no estuvieron en las mismas condiciones de competencia entre plantas.

Cuadro 2. Componentes de rendimiento de plataforma de investigación de Villagrán, Guanajuato. Ciclo primavera-verano de 2018.

Trat	Descripción	Número		Altura		Peso grano t/ha	Biomasa aérea t/ha	IC
		plantas m <sup>2</sup>	mazorcas	mazorca	planta			
1	MT-LCA-R-V-Q	8.4	8.3	1.6	2.9	15.0	31.0	0.48
2	MT-H-I-B-Q	10.8	11.0	1.4	2.8	17.3	36.1	0.48
3	MT-CPA-D-V-Q	11.0	11.1	1.5	2.8	18.9	39.3	0.48
4	MT-CPA-D-V-QGs	11.1	10.8	1.5	2.9	18.6	41.3	0.46
5	MT-CPA-D-B-QGs	10.9	10.8	1.5	2.7	18.1	38.0	0.48
6	ST-CPA-D-B-QGs	-	-	-	1.6	11.1	23.4	0.48
7	MT-CPA-D-B-Me	9.9	9.6	1.4	2.7	15.7	33.7	0.47
8	MH-CPA-D-B-Q	9.3	9.1	1.6	2.9	14.9	33.3	0.45
9	MT-CPA-P-B-QGs	10.7	11.1	1.5	2.8	17.8	36.1	0.49



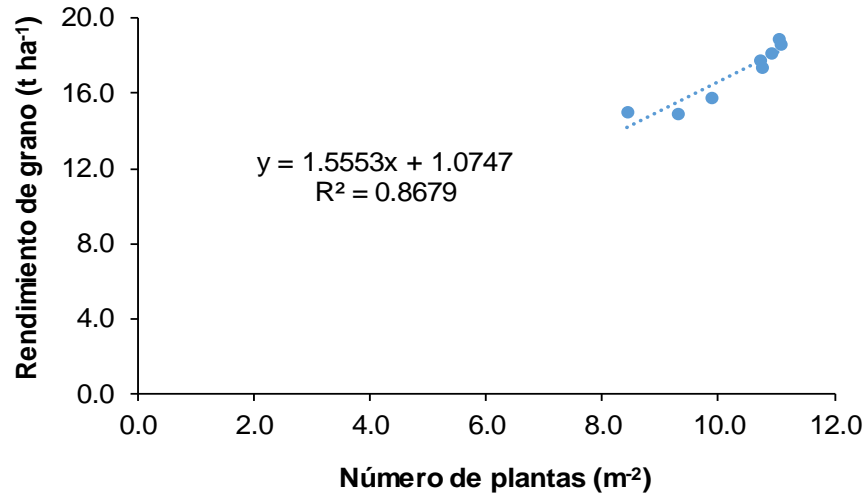


Figura 5. Relación entre población de plantas y rendimiento de grano en plataforma de investigación de Villagrán, Guanajuato, PV 2018.

El número de mazorcas siguió un patrón de comportamiento semejante al de población de plantas, explicado anteriormente. La altura de mazorca promedio fluctuó entre 1.4 y 1.6 m, mientras que la altura de planta promedio fluctuó entre 2.7 y 2.9 m. No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ) (cuadro 2). La altura que alcanzaron las plantas fue excesiva, aunado a la alta población que se estableció en la plataforma, ocasionó un severo acame al finalizar el ciclo de cultivo. Desde la etapa fenológica de fructificación se trató de sujetar diversas áreas de cultivo para limitar el acame; sin embargo, éste fue progresivo (Figura 6).



Figura 6. Problemas de acame en la plataforma de investigación de Villagrán, Guanajuato, PV 2018.

De acuerdo con el análisis estadístico no se tienen diferencias en el rendimiento de grano de maíz por efecto de los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). El tratamiento 3 fue el que obtuvo la mayor producción con 18.9 t/ha, este corresponde a la rotación trigo-maíz con todos los residuos de cosecha en la superficie del suelo y fertilización química, mientras que la producción más baja se obtuvo en los tratamientos 1 y 8, rotación trigo-maíz con manejo convencional y rotación hortaliza-maíz con todos los residuos de cosecha en la superficie del suelo, respectivamente, con 15 t/ha. En este último tratamiento, los cultivos de hortalizas se retiraron a principios de junio, por lo cual el maíz se sembró 15 días posteriores a los demás tratamientos, esto pudo limitar su potencial de rendimiento. La producción de sorgo, tratamiento 6, alcanzó las 11 t/ha.

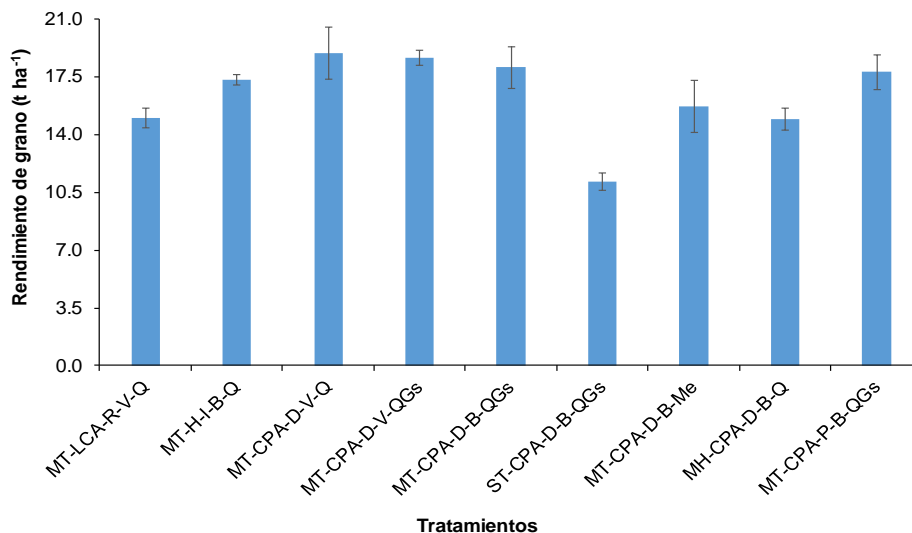


Figura 7. Rendimiento de grano de cada tratamiento del ciclo PV 2018 en la plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.

### **Relación beneficio/costo**

Los costos de producción se estimaron entre \$26,000 por hectárea en el sistema de producción con prácticas de agricultura de conservación y de hasta \$30,000 pesos por hectárea en el sistema de producción convencional. Por otra parte, el costo de producción de sorgo se estimó en \$25,000 por hectárea. Con base en los altos rendimientos de grano que se obtuvieron en el cultivo de maíz se observó un margen de ganancia por encima de 2 en los tratamientos con prácticas de agricultura de conservación, ello sin considerar las pérdidas que pudiera ocasionar el acame que se presentó. El tratamiento convencional presentó un margen de ganancia de 1.74; sin embargo, cabe señalar que allí no se presentó acame y contó con una población de plantas inferior a los tratamientos con prácticas de agricultura de conservación, como se explicó anteriormente. El cultivo de sorgo, aunque tuvo la menor producción de grano alcanzó una relación beneficio/costo de 2.

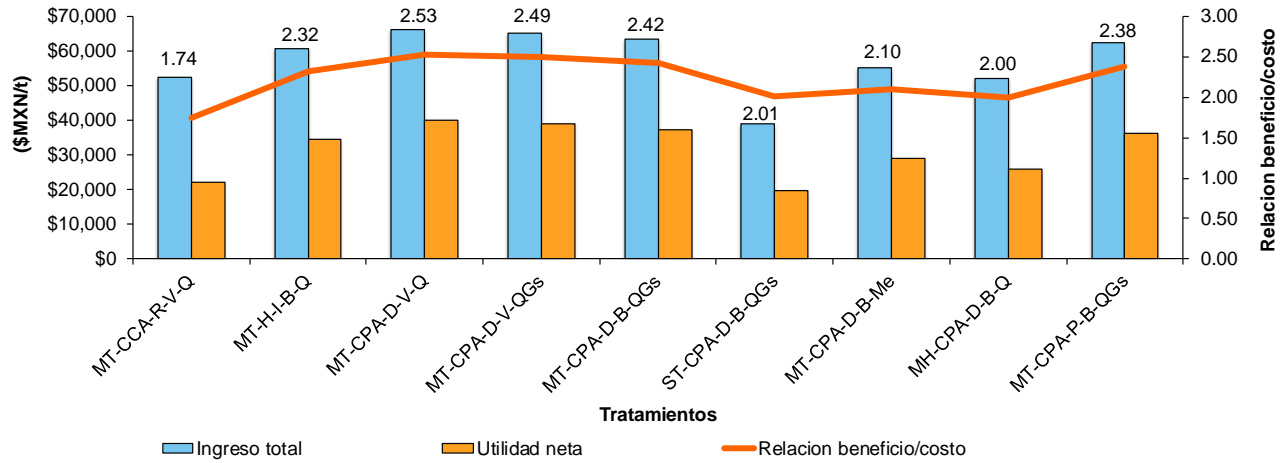


Figura 8. Relación beneficio/costo de cada tratamiento del ciclo PV 2018 en la plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

La producción de cereales, con la implementación de las prácticas de agricultura de conservación, fue relevante, se obtuvieron rendimientos alrededor de 17 t/ha, con una relación beneficio costo de hasta 2.53, que fue 45% mayor respecto a la ganancia que se obtuvo con las prácticas de agricultura convencionales.



Acondicionamiento de parcela en agricultura convencional (arriba) y agricultura de conservación (abajo) el 15 de mayo de 2018 en la plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.



Inoculación de la semilla con *Trichoderma* (arriba) y calibración de la sembradora (abajo) el 18 de mayo de 2018 en la plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.



Cultivo de maíz en etapa de emergencia el 30 de mayo de 2018 en la plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.



Cultivo de maíz y sorgo en etapa vegetativa el 9 de julio de 2018 en la plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.



Cultivo de maíz y sorgo en etapa reproductiva el 20 de agosto de 2018 en la plataforma de investigación Villagrán, Guanajuato.

The background of the entire page is a repeating pattern of small, light-colored icons. These icons represent various aspects of agriculture and food production, including ears of corn, beans, tractors, insects (like beetles and bees), suns, and tools. The icons are scattered across the page, creating a textured, thematic background.

# HUB CHIAPAS



# Comitán, Chiapas – Resultados PV 2018 – Año cinco

Isac Carlos Rivas Jacobo  
Instituto Tecnológico de Comitán

## Introducción

El sistema de producción que más se practica en condiciones de temporal, en la región Meseta Comiteca es de maíz y frijol, con poca diversificación de cultivos. La mayor parte de los productores siembran variedades criollas, quemar el rastrojo y/o lo utilizan como alimento para el ganado. Realizan fertilización deficiente o nula, control de malezas con uso alto de herbicidas de contacto, control de plagas y enfermedades basado en productos químicos. El objetivo de la plataforma es validar el sistema de producción con base en Agricultura de Conservación (AC) y evaluar prácticas de labranza, manejo de rastrojo y densidades de siembra en maíz, para contribuir al desarrollo sustentable de la agricultura en la región Meseta Comiteca. Al inicio del establecimiento de la plataforma se realizó un diagnóstico: se determinó la profundidad del suelo (30 cm), se tomó muestra de suelo para realizar el análisis físico-químico (con base a ello se determinó la fórmula de fertilización que es 59-48-00- s15), no se detectó piso de arado, se detectaron pequeñas ondulaciones que presentaban inundaciones por lo que se pasó la niveladora y se trazaron camas angostas permanentes en la parcela con tratamientos con base en AC.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación se inició en el año 2014, en los terrenos del Instituto Tecnológico de Comitán que está ubicado en la avenida Instituto Tecnológico Km. 3.5 Yocnajib El Rosario, Comitán. Los ciclos anteriores al establecimiento de la plataforma se sembró maíz y frijol, cuyos rastrojos se incorporaron al momento de la preparación del terreno en el año cero.

## Materiales y métodos

Los factores estudiados fueron: a) prácticas de labranza (camas permanentes angostas y camas angostas con labranza convencional), b) manejo del rastrojo (dejar el 100% y remoción del 100%) y c) densidades de siembra (31250, 46875 y 62500 semillas/ha) (cuadro 1). Las combinaciones de los niveles de los factores originaron 12 tratamientos, como se observa en el cuadro anterior. En el área de validación de componentes se evaluaron tres ensayos: seis cultivos alternativos, seis variedades de amaranto y variedades de maíz en camas.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

En el año 2018 las condiciones climáticas que se presentaron fueron igual al de los años 2016, 2015 y 2014, es decir, se presentó sequía, pero fue más prolongada. Las lluvias se adelantaron, iniciaron a final de abril y principios de mayo, continuo hasta a mitad de junio, por lo que se realizó la preparación de terreno con barbecho, rastra y surcado. En la tercera semana de junio, se sembraron los cultivos alternativos, las variedades de amaranto y variedades de maíz en camas, quedo pendiente la siembra en la plataforma. Todos los cultivos lograron germinar excepto el amaranto, pero a inicio de julio dejo de llover hasta finales de agosto, por lo que los cultivos sufrieron el efecto de la sequía manifestándose en nulos o bajos rendimientos. Dado que no germino el amaranto, se realizó la segunda siembra, para adelantar el crecimiento se sembró en charolas y se trasplanto a inicio de septiembre. En la plataforma se sembró a

mediados de septiembre. Ambos cultivos también sufrieron déficit hídrico en la etapa de floración por lo que hubo bajos rendimientos.

Cuadro 1. Tratamientos de la plataforma de Comitán, Chiapas en el ciclo PV2018.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Densidad de siembra (semillas/ha)*
1	M, CC, R, d1	Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Remover	62,500
2	M, CC, R, d2	Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Remover	46,875
3	M, CC, R, d3	Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Remover	31,250
4	M, CC, D, d1	Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Dejar	62,500
5	M, CC, D, d2	Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Dejar	46,875
6	M, CC, D, d3	Maíz	Camas angostas con labranza convencional	Dejar	31,250
7	MCr, CP, R, d1	Maíz +crotalaria relevo	Camas permanentes angostas	Remover	62,500
8	MCr, CP, R, d2	Maíz +crotalaria relevo	Camas permanentes angostas	Remover	46,875
9	MCr, CP, R, d3	Maíz +crotalaria relevo	Camas permanentes angostas	Remover	31,250
10	MCr, CP, D, d1	Maíz +crotalaria relevo	Camas permanentes angostas	Dejar	62,500
11	MCr, CP, D, d2	Maíz +crotalaria relevo	Camas permanentes angostas	Dejar	46,875
12	MCr, CP, D, d3	Maíz +crotalaria relevo	Camas permanentes angostas	Dejar	31,250

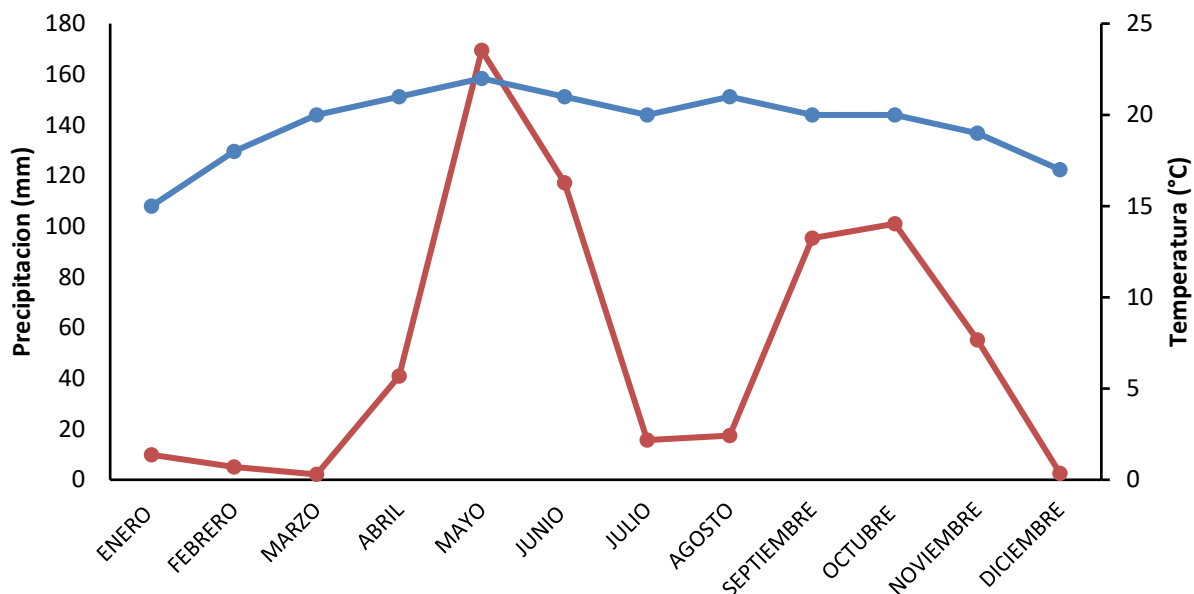


Figura 1. Precipitación (rojo) y temperatura promedio mensual (azul) de la estación climatológica Comitán, Chiapas, ciclo 2018.

### **Manejo de la plataforma**

Se utilizó la variedad V-560 precoz, cuyas características son las siguientes: por su ciclo corto, esta variedad se puede sembrar tanto en siembras de temporal como de riego, en siembras tempranas o tardías, en los municipios de las regiones Centro, Frailesca, Costa y Soconusco del estado de Chiapas y otras regiones similares de clima cálido seco y cálido subhúmedo del país. Las plantas de la V-560 son pequeñas, pues crecen de 1.61 a 2.0 m y la mazorca se inserta a una altura de 0.60 a 1.0 m, florecen entre los 51 a 55 días en temporal y entre los 65 a 70 días en siembras de riego. En temporal rinde de 4.6 a 5.2 toneladas por hectárea y en riego de 6.2 a 6.8 toneladas.

El 25 de abril de 2018 se llevó a cabo la remoción del rastrojo en los tratamientos 1, 2, 3, 7, 8, 9 esto con la intención de simular como lo hace el productor de quemarla o utilizarla como alimento para ganado. En el resto de los tratamientos el rastrojo se dejó como cubierta. Se realizó, el 30 de abril de 2018, un paso con el arado de disco en los tratamientos 1 al 6, después, el 7 de mayo de 2018, se pasó la rastra. Previo al surcado, se realizó el trazado de los surcos con la ayuda de la rafia y cal, el surcado se realizó el 10 de septiembre de 2018 en los tratamientos de camas angostas con labranza convencional y en los tratamientos con camas angostas permanentes, el surcado fue a una profundidad de 17 cm.

La siembra se realizó el 18 de septiembre de 2018 de forma manual, para la densidad de siembra de 31,250 semillas/ha se depositaron 1 semilla por mata (distancia de 0.40 m entre matas y 0.80 m entre surco), para la de 62,500 semillas/ha se depositaron 2 semillas (distancia 0.40 m entre matas y 0.80 m entre surco) y para 46,875 semillas/ha se depositaron 3 semillas (distancia 0.80 m entre matas y 0.80 m entre surco). Se fertilizó acorde a la fórmula 59-48-0-S15 obtenida de los resultados del análisis de suelo, como fuente se utilizó sulfato de amonio (60 kg), urea (60 kg) y fosfato diamónico (105 kg). Se realizó en dos partes: la primera fue a los 14 días después de la emergencia (dde), se aplicó todo el fósforo y azufre y el 50% de nitrógeno, se enterró de forma manual a unos 10 cm profundidad al lado de la raíz, para mejor

aprovechamiento, disminuir la volatilización o arrastre por el agua. La segunda fertilización se realizó a los 55 dde, se aplicó el 50% N restante, como fuente se utilizó urea (60 kg) que también se enterró de forma manual. La siembra de canavalia se realizó 15 de noviembre en los tratamientos T7 (Mc,CP,R,d1), T8 (Mc,CP,R,d2), T9 (Mc,CP,R,d3), T10 (Mc,CP,D,d1), T11 (Mc,CP,D,d2) y T12 (Mc,CP,D,d3), pero no hubo germinación.

El control de malezas se realizó con herbicidas, principalmente contra gramíneas. En los tratamientos del 1 al 6, la primera aplicación se realizó el 14 de mayo de 2018, se aplicó de la mezcla de sulfato de amonio (4 kg/ha), Finale (glufosinato de amonio) a dosis de 2 L/ha y adherente (LI 700) 0.2 L/ha, posteriormente al ver que no se erradicaron las gramíneas por completo y ya estaba lloviendo se decidió realizar la aplicación de Fulmina (2,4-D amina) a 2 L/ha, Faena (Glifosato) a 1.5 L/ha, Adherente (LI 700) 0.2 L/ha, y sulfato de amonio (4 kg/ha), esto fue el 29 de junio. Después de la siembra el 24 de septiembre de 2018, a todos los tratamientos se aplicó Elumis (Mesotriona + Nicosulfuron) a dosis de 1 L/ha + Adherente (LI 700) 0.2 L/ha). El 23 de octubre se aplicó Sanson (Nicosulfuron) a dosis de 1.5 L/ha, Fulmina (2,4-D amina) a 2 L/ha y ajuster a dosis de 0.2 L/ha. Por último, se aplicó Laudis (Tembotrione) a dosis de 0.3 L/ha) y ajuster a dosis de 0.2 L/ha.

Para tener un control agroecológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se emplearon trampas con feromonas sexuales para atrapar la palomilla adulto; para ello se utilizaron 4 trampas en la parcela experimental, las primeras se colocaron el 1 de octubre y la segunda el 1 de noviembre. Se monitoreo dos veces a la semana, los días lunes y jueves durante dos meses, en esos días se realizaba el cambio de agua. Se realizaron monitoreos directos en las parcelas, que consistió muestrear 3 surcos de cada tratamiento de 10 m de longitud, se detectaron umbrales económicos menor del 15% por lo que no se realizó aplicación de pesticidas.

La cosecha se realizó el 29 de marzo de 2019 al presentar alrededor del 14 % de humedad en las mazorcas, la cosecha fue de forma manual en la parcela útil (20 m<sup>2</sup>) por cada tratamiento, que se depositaron en bolsas de papel para su posterior estudio.

## **Resultados**

### ***Ensayo principal***

A los 10 días después de la siembra se observó más del 50% de emergencia. La floración masculina y femenina se presentó a los 63 días después de emergencia (30 de noviembre). No se observaron diferencias estadísticas en peso de 1000 granos, pero se detectaron diferencias significativas en altura de planta y rendimiento. La mayor altura la tuvo el tratamiento MCn,CP,D,d1 (109.23 cm) y la menor MM,CC,R,d3. Para rendimiento (figura 2), el mayor fue en MCn,CP,R,d3 (1.195 t/ha), aunque fue diferente estadísticamente nada más con los tratamientos MM,CC,R,d3 (0.231 t/ha) y MM,CC,R,d1 (0.190 t/ha). En todos los tratamientos, el rendimiento fue menor al rendimiento promedio estatal (1.6 t/ha) y dos tratamientos fueron ligeramente mayor al rendimiento municipal (1.08 t/ha), para el año 2018.

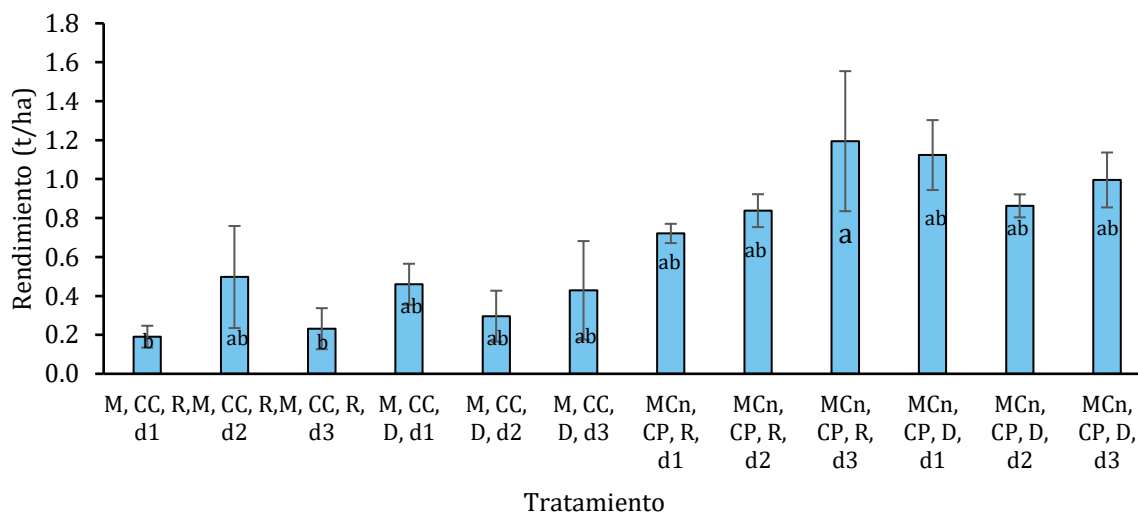


Figura 2. Comparación de medias (Tukey  $p \leq 0.05$ ) en rendimiento de maíz por efecto de tratamientos. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. CC=camas angostas con labranza convencional, CP=camas permanentes angostas, R= remoción del rastrojo, D= dejar rastrojo, d1= 62,500 semillas/ha, d2=46,875 semillas/ha y d3=31250 semillas/ha, ciclo 2018.

### Área de validación

#### Cultivos alternativos

La siembra se realizó el 22 de junio, la emergencia se observó a los 4 días después de la siembra para los cultivos de girasol, chícharo, maíz y veza y a los 11 días para cártamo, canola y garbanzo. La floración se observó a los 32 días después de emergencia (dde) en el garbanzo, a 46 dde en chícharo, 41 dde en canola, 58 dde en girasol, 72 dde en cártamo, 81 dde en maíz y 97 dde en veza. Se cuantificó alto porcentaje de acame (75 %) en maíz. Únicamente en chícharo se estimó rendimiento (0.446 t/ha).

#### Evaluación de variedades de amaranto

La siembra se realizó el 9 de agosto y se trasplanto el 11 de septiembre, la emergencia se observó a los 2 días después de la siembra. La floración temprana se observó a los 53 dde en la variedad revancha y la tardía (72 dde) en la variedad benito. Los días a cosecha fue de 87 dde en la variedad revancha, que fue la precoz y la tardía (132 dde) fue en la variedad agin. En rendimiento de grano, la variedad benito presento el mayor rendimiento (0.634 t/ha), aunque fue diferente estadísticamente a las variedades L50 (0.451 t/ha), agin (0.355 t/ha) y revancha (0.284 t/ha), que fue la que presento el menor rendimiento (Figura 3).

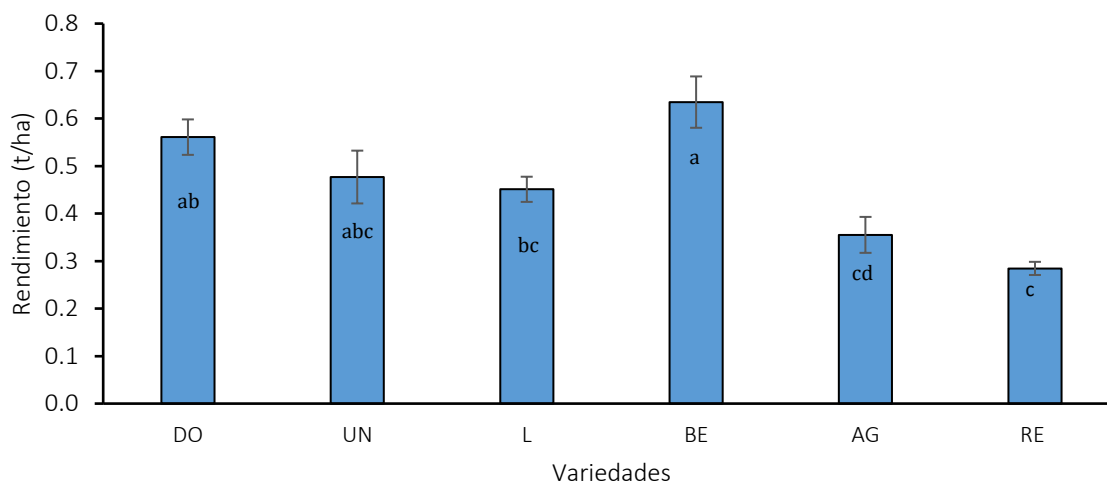


Figura 3. Comparación de medias (Tukey  $p \leq 0.05$ ) en rendimiento de grano de amaranto por efecto de variedades. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. DO=dorada, UN=nutrisol, L= L50, BE=Benito, AG= Agin y RE=revancha, ciclo 2018.

#### ***Evaluación de variedades de maíz en camas angostas***

La siembra se realizó el 26 de junio, la emergencia se observó a los 7 días después de la siembra. La floración temprana se observó a los 76 dde en los tratamientos MMS Y MMC y la tardía (79 dde) en los tratamientos CAS Y CAC. Los días a cosecha fue de 156 dde en el tratamiento CBC, que fue la precoz, y la tardía (161 dde) fue en el tratamiento CBS. En rendimiento de grano, el tratamiento CBS presentó el mayor rendimiento (3.77 t/ha), aunque no hubo diferencias estadísticamente con el resto de los tratamientos, el menor rendimiento (2.78 t/ha) se observó en el tratamiento CAS. (Figura 4)

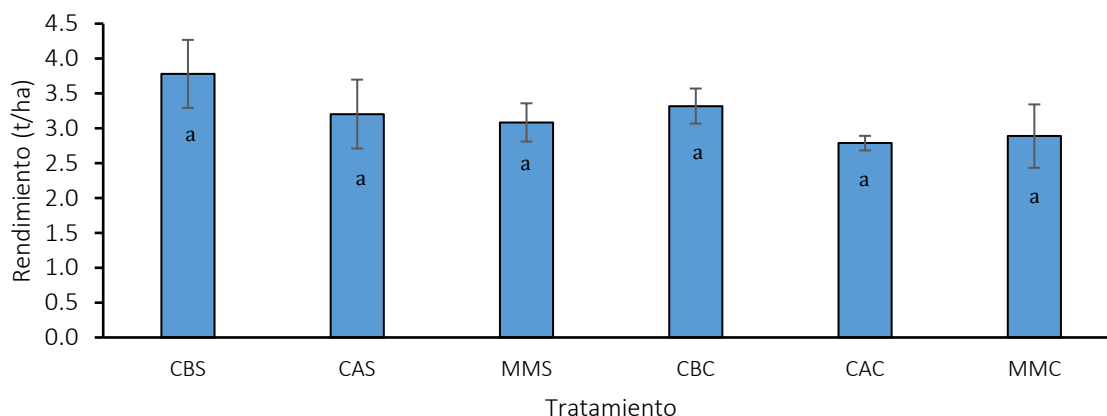


Figura 4. Comparación de medias (Tukey  $p \leq 0.05$ ) en rendimiento de grano de maíz por efecto de tratamientos. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. CBS= criollo blanco siembra en fondo de surco, CAS=criollo amarillo siembra en fondo de surco, MMS= V560 siembra en fondo de surco, CBC= criollo blanco siembra en camas, CAC= criollo amarillo siembra en cama y MMC= v560 siembra en cama, ciclo 2018.

## Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron cuatro eventos y/o talleres: Fertilidad Integral; la agricultura de conservación y visita guiada a la plataforma de investigación para la difusión de tecnologías MasAgro con estudiantes; la agricultura de conservación y visita guiada a la plataforma de investigación para la difusión de tecnologías MasAgro con productores y técnicos. En los recorridos de campo se enfatizó en la difusión de los componentes de la AC y tecnologías MasAgro que se implementan en la plataforma de investigación y de poscosecha, se explicaron los beneficios que se pueden lograr mediante su implementación en parcelas de productores. Se organizaron cuatro estaciones para las demostraciones: tecnologías para la conservación de granos, Manejo Agroecológico de Plagas, Agricultura de conservación y Cultivos alternativos. Se enfatizó sobre la importancia de la conservación de granos, el manejo de las trampas con feromonas específicas para la captura de machos adultos de *Spodoptera frugiperda*, las bases de la agricultura de conservación (siembra en camas angostas, mínimo movimiento del suelo y dejar el rastrojo), en jamaica y amaranto como cultivos potenciales para la región. Se observó interés del grupo de productores y técnicos de los componentes de la Agricultura de Conservación, como la siembra en cama, manejo del rastrojo, control del gusano cogollero mediante el manejo agroecológico y el cultivo de amaranto que se evaluó en el área de validación de componentes.

Cuadro 2. Asistentes a eventos en la plataforma de Comitán, Chiapas, ciclo 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	29	0
Técnicos	20	16
Otros		
Coordinador de extensionismo	2	0
Docentes	12	2
Estudiantes	38	32
Total de asistentes	101	50

## Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Dado las condiciones de precipitación que se presentaron hubo bajos rendimientos, por lo que hasta el presente ciclo todavía no se observan diferencias significativas por efecto del rastrojo y se observó tendencia a mayor rendimiento donde hubo mínimo movimiento del suelo. El uso de feromonas para el control de gusano cogollero se tienen resultados favorables, pero estas deben de estar con mayor disponibilidad.



Comitán, Chiapas. Retiro del rastrojo en los tratamientos sin rastrojo, 25 de abril de 2018.



Comitán, Chiapas. Barbecho en los tratamientos camas angostas con labranza convencional, 30 de abril de 2018.





Comitán, Chiapas. Reformación de camas en los tratamientos camas permanentes angostas, 10 de septiembre de 2018.



Comitán, Chiapas. Siembra en la plataforma, 18 de septiembre de 2018.



Comitán, Chiapas. Fertilización enterrada en la plataforma, 12 de octubre de 2018.



Comitán, Chiapas. Crecimiento de variedades de amaranto, 5 de octubre de 2018.



Comitán, Chiapas. Crecimiento vegetativo del girasol en cultivos alternativos, 30 de julio de 2018.



Comitán, Chiapas. Déficit hídrico en floración de girasol en cultivos alternativos, 3 de septiembre de 2018.



Comitán, Chiapas. Déficit hídrico en crecimiento vegetativo en veza y maíz en cultivos alternativos, 15 de agosto de 2018.

# Venustiano Carranza, Chiapas – PV 2018 – Año tres

Ing. Juan Diego López Durante  
Servicios Integrales de Asesoría Externa Profesional S. de R.L.

## Introducción

La plataforma de Venustiano Carranza se estableció para realizar investigaciones de producción, de diferentes materiales de maíz, para tener los resultados en base a: siembra, germinación, plagas, enfermedades, altura de planta, altura de mazorca, rendimiento, para darles a conocer a los productores; mediante cursos, talleres y eventos en la parcela, las mejores alternativas en materiales para tener un mejor rendimiento, con un manejo agronómico adecuado de los materiales que se pueden sembrar en este municipio.

Las problemáticas que tienen los productores es; el manejo agronómico, carecen de economía, altos precios en los insumos, dosis bajas de fertilización, quema de rastrojo, suelos erosionados, bajos rendimientos; con esta plataforma se pretende hacer enseñanza al productor, por medio de talleres, eventos, cursos, etc. Para el mejoramiento del cultivo de maíz, que productos aplicar que no sean nocivos para la salud, modo de aplicación, nutrición, por medio de un análisis de suelo y sobre todo ya no más quema de rastrojo.

La Agricultura de Conservación (AC), es una de las prácticas que puede hacer el productor para mejorar sus rendimientos y conservación de suelo. Mediante un sistema de cultivo que puede prevenir la pérdida de tierras cultivables y a la vez regenerar las tierras degradadas. La AC fomenta el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos, el laboreo mínimo de las tierras y la diversificación de especies vegetales. Potencia la biodiversidad y los procesos biológicos naturales por encima y por debajo de la superficie del suelo, lo que contribuye a un mayor aprovechamiento del agua y una mayor eficiencia en el suelo, lo que contribuye a un mayor aprovechamiento del agua y una mayor eficiencia en el suelo de nutrientes, así como a la mejora y sostenibilidad de la producción del cultivo.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación dio inicio en el año 2016, en el ejido Miguel Hidalgo, municipio de Venustiano Carranza, Chiapas, la parcela está ubicada sobre la carretera Tuxtla Gutiérrez – Venustiano Carranza, frente al parador artesanal. Con ubicación geográfica: 16°20'43.16" N, 92°36'13.36" W. A una altitud de 597 msnm. La plataforma fue creada con la finalidad de facilitar la capacitación, adquisición de conocimientos, difusión de información y transferencias de tecnologías, que ayuden a reducir las problemáticas que existen en la producción agrícola en la región centro del estado de Chiapas.

Hacer prácticas de Agricultura de Conservación en sus tres principios fundamentales como son: mínimo movimiento de suelo, manejo de rastrojo y rotación de cultivos. Con el primer principio que es alteración mecánica mínima del suelo, es decir; cultivo sin laboreo mediante el depósito directo de las semillas y los fertilizantes, esto reduce la erosión del suelo y preserva la materia orgánica del mismo. El segundo principio; cobertura orgánica permanente del suelo, es decir un 30% como mínimo con residuos de cultivos o cultivos de cobertura. El mantenimiento de una capa protectora de vegetación sobre la

superficie del suelo elimina las malas hierbas, protege el suelo de los efectos de fenómenos meteorológicos extremos, ayuda a preservar la humedad del suelo y evita su compactación. Y la tercera diversificación de especies; mediante asociaciones y secuencias del cultivo variadas que comprendan al menos tres cultivos diferentes. Una rotación de cultivos bien concebida favorece una buena estructura del suelo, promueve una variedad de flora y fauna edáfica que contribuye al ciclo de los elementos nutritivos, a una mejor nutrición de las plantas, ayuda a prevenir plagas y enfermedades.

Para su establecimiento en 2016, se realizó un diagnóstico. En donde se encontró bajos rendimientos del cultivo de maíz, mal manejo agronómico, mala nutrición, poca o nula asistencia técnica, mala planeación de fechas de siembra, falta de conocimiento de materiales híbridos comerciales, falta de conocimiento de plagas y enfermedades para maíz y frijol; suelos compactados, quema de rastrojo, mediante un análisis de suelos; se encontró deficiencias de Boro, Zinc, Magnesio, Azufre, Fosforo, Potasio, y baja concentración de Materia Orgánica, con el diagnóstico de la parcela se encontró suelos compactados a una profundidad de 35 cm, se realizó un paso de rastra; luego se pasó el arado de cinceles para romper la capa compactada a 40 cm y por último se formaron camas angostas. Con la muestra de suelo que se tomó para hacer el análisis de suelo, mostrando las deficiencias que presenta el suelo se tomó la fórmula de fertilización de 144 – 60 – 60 para producir 6 toneladas de grano. Para los testigos se retiró todo el rastrojo se dio un paso de rastra y se surco en los tratamientos que corresponde a los testigos y en los tratamientos de Agricultura de Conservación se formaron camas permanentes de siembra y manejo de rastrojos del ciclo anterior.

### Materiales y métodos

El diseño del ensayo principal es en bloques completos al azar con tres repeticiones, con siete tratamientos (cuadro 1). El tamaño de la parcela experimental consta de 27 m longitud por 8.0 m de ancho (216 m<sup>2</sup>), el área útil de la parcela que se usará para la determinación de rendimiento es de 17 metros de largo por 3.2 metros de ancho (54.4 m<sup>2</sup>).

Cuadro 1. Descripción de tratamientos de la plataforma de investigación Venustiano Carranza, Chiapas.

Tratamiento	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Fertilización
1	M,LC,R,F1	Maíz	Labranza convencional	Retirar	110-46-00
2	M,LC,R,F2	Maíz	Labranza convencional	Retirar	130.5-46-60
3	M,CP,D,F2	Maíz	Camas permanente angostas	Dejar	130.5-46-60
4	MC,CP,D,F2	Maíz/Calabaza	Camas permanente angostas	Dejar	130.5-46-60
5	MF,CP,D,F2	Maíz/Frijol	Camas permanente angostas	Dejar	130.5-46-60
6	M,CP,R,F2	Maíz	Camas permanente angostas	Retirar	130.5-46-60
7	M,CP,D,F2Fo	Maíz	Camas permanente angostas	Dejar	F2 + foliar

Labranza convencional: se realizó un paso de rastra a 15 cm de profundidad, seguido del surcado con una profundidad promedio de 17 cm y siembra de forma manual en el fondo de raya.

Camas permanentes angostas: se realizará la reformación de las camas a una altura promedio de 17 cm y siembra de forma manual, sobre el bordo.

Tratamiento con rastrojo: consiste en dejar el 100 % del rastrojo producido en el ciclo anterior. Tratamiento sin rastrojo: Consiste en remover todo el rastrojo producido el ciclo anterior, simulando la introducción del ganado que realiza el productor al terreno o cuando quemara, la actividad se realizará inmediatamente después de la cosecha.

Rotación de cultivos: se evalúa la siembra de maíz en monocultivo (maíz) contra la siembra de maíz asociada con frijol y calabaza. Variedad(es) usados de cada cultivo: Maíz: Híbrido PAS-545, frijol: Andalón (vigna sp), calabaza: Criolla. Densidad de siembra: maíz: 62,500 semillas/ha, frijol: 31,250 semillas/ha, calabaza: 31,250 semillas/ha; distancia entre hileras y entre plantas: maíz: 0.80m entre hileras y 0.40m entre matas, 2 semillas por mata, frijol: 0.8 m entre hileras y 0.8 m entre matas, 2 semillas por mata y calabaza: 0.8 m entre hileras y 0.8 m entre matas, 2 semillas por mata.

### ***Manejo de la plataforma***

En el manejo agronómico de la plataforma, se realizaron las siguientes actividades: limpieza de la parcela, en esta actividad se retiró el rastrojo en los tratamientos que se realizaron trabajos de labranza convencional que son: M,LC,R,F1 y M,LC,R,F2 en la cual a estos dos tratamientos se les retira el rastrojo, para posteriormente hacer la aplicación de herbicidas, las cuales fueron rondo súper 2.5 l/ha, 2,4-D amina 1 l/ha, vinagre blanco 2.5 l/ha y jabón foca 10 gr/ha. 6 días después se dio un paso de rastra y siete días después se hizo surcado y reformación de camas de siembra en todos tratamientos. La siembra se realizó con fecha 17/07/2018, con arreglo de 40 cm/mata (2 semillas) y 80 cm/surco con una densidad de 62,500 semillas/ha. El tratamiento fue Allectus 722 TS para los que no traen tratamiento; y los materiales sembrados fueron las siguientes: DK-390, DK-7500, P30F35A, P4082W, DK-444, DK-457, P3966, P4039A, P4028W, SP528A, IMPACTO, SYN750, P4226A, SORENTO y SYN914. La primera fertilización se realizó con fecha 19/08/2018 de forma enterrada con los siguientes fertilizantes: DAP 100 kg/ha, cloruro de potasio 100 kg/ha y sulfato de amonio 100 kg/ha.

La temporada de lluvia en el municipio de Venustiano Carranza dio inicio en el mes de mayo con baja precipitación, el mes de junio se reportaron 4 lluvias moderadas y julio 2 lluvias moderadas con la que se llevó a cabo la siembra con fecha de 17/07/2018, en donde se observó baja emergencia de la semilla.

## **Resultados**

### ***Ensayo principal***

El ensayo principal en la plataforma de investigación Venustiano Carranza, consta de 7 tratamientos con diseño completamente al azar y 3 repeticiones, donde se está investigando el efecto del rastrojo y la fertilización balanceada en base al análisis de suelos. En el cuadro 1, se muestran los tratamientos. Los datos colectados fueron: días a emergencia, días a floración, días a madurez fisiológica, días a cosecha, altura de planta, % de acame, biomasa y rendimientos.

### ***Rendimiento***

Existe diferencias significativas entre los tratamientos, para la variable rendimiento, con un nivel de significancia del 0.05% con la prueba de media de Tukey, con una media general de 3.7 t/ha y un coeficiente de variación de 8.85%, la tendencia del rendimiento absoluto en todos los sitios es ligeramente

superior en condiciones de agricultura de conservación sobre labranza convencional, se puede observar en la figura 1, que el tratamiento con mejor resultado fue MC,CP,D,F2 con 4.70 t/ha, mientras que el tratamiento M,CP,R,F2 con 3.1 t/ha, sin embargo, los estudios muestran que a través del tiempo la práctica de conservación permite mayores rendimientos de los cultivos (Stinner *et al.*, 1983; Blevins *et al.*, 1985; Figueroa y Morales, 1992).

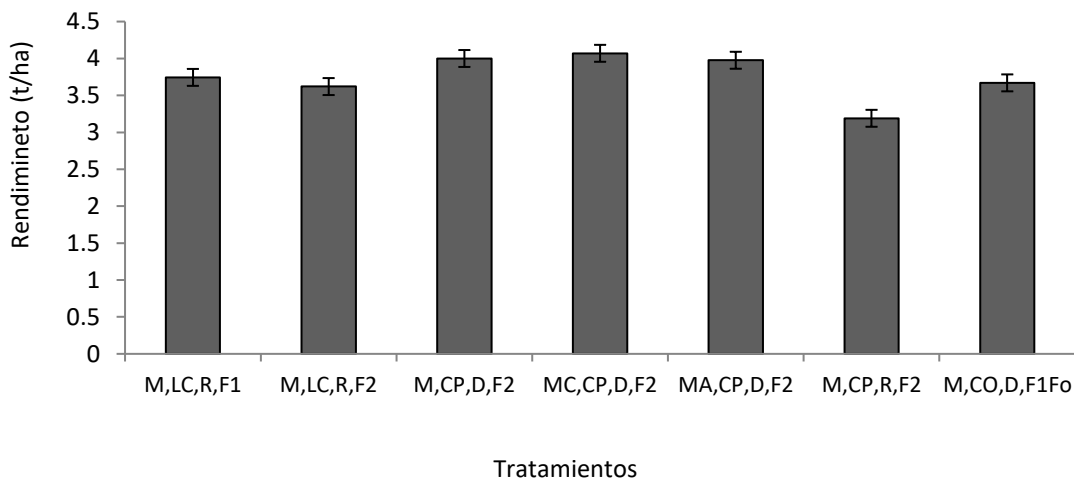


Figura 1. Rendimientos estandarizados al 14% de humedad obtenidos en la plataforma Venustiano Carranza, CHP. Ciclo PV2018. Abreviaciones: M: Maíz, LC: Labranza convencional, CP: Camas Permanentes, R: Remover rastrojo, D: Dejar rastrojo, F1: Fertilización convencional, F2: Fertilización basado en análisis de suelo y Fo: Fertilización Foliar.

En la figura 2, se muestran las diferencias que existen entre los tratamientos con un nivel de significancia del 0.05% obtenido en la prueba de Tukey con un promedio general de 4.3, como se puede observar, los tratamientos con mayores rendimientos en producción de biomasa fueron M,CP,D,F2 con 5.5 t/ha, seguido por MC,CP,D,F2 con 5.2 t/ha y los tratamientos con menor producción de biomasa fue M,LC,R,F1 con 3.1 t/ha y M,LC,R,F2 con 3.6 t/ha, en los tratamientos de agricultura de conservación y labranza convencional existe una diferencia de 45 kg de nitrógeno aplicado, con los resultados obtenidos de esta investigación se difiere a lo mencionado por Menezes *et al.*, (2013) que al existir mayor disponibilidad de N en el suelo, estimula el crecimiento radical y consecuentemente un mayor desarrollo de la parte aérea y por lo tanto mayor materia seca.

### **Días a floración**

Al realizar la prueba de medias para la variable floración, se encontraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 0.05% obtenido mediante la prueba de Tukey, la floración de más precoz ocurrió en el tratamiento M,LC,R,F1 a 53 días después de siembra (DDS) mientras que en los tratamientos de agricultura de conservación ocurrió a los 57 DDS, como se muestra en la figura 3. La diferencia de floración se debe a que la planta al sufrir un déficit de lluvia por naturaleza, la planta florece rápidamente a comparación de las que están en un medio adecuado su floración se efectúa de acuerdo al potencial genético. En resumen, la floración de la planta está relacionado con las condiciones del medio ambiente.



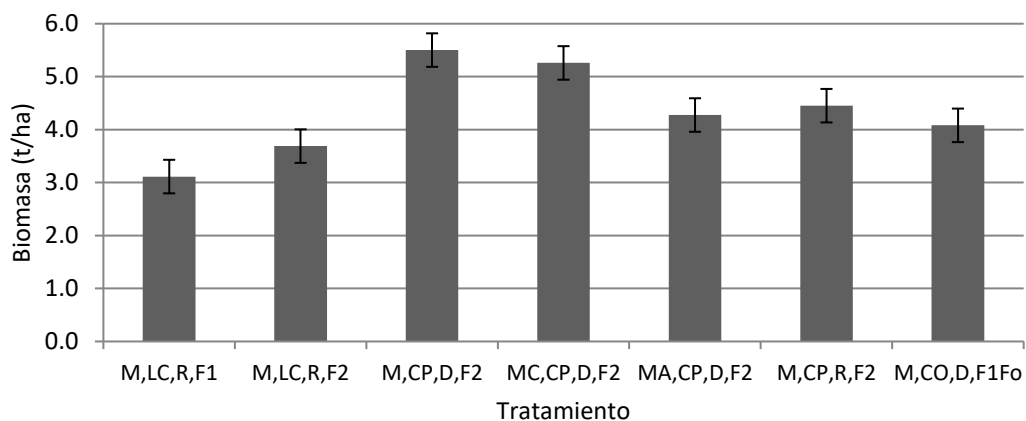


Figura 2. Biomasa (t/ha) obtenida en los tratamientos evaluados, Ciclo PV 2018. Abreviaciones: M: Maíz, LC: Labranza convencional, CP: Camas Permanentes, R: Remover rastrojo, D: Dejar rastrojo, F1: Fertilización convencional, F2: Fertilización basado en análisis de suelo y Fo: Fertilización Foliar.

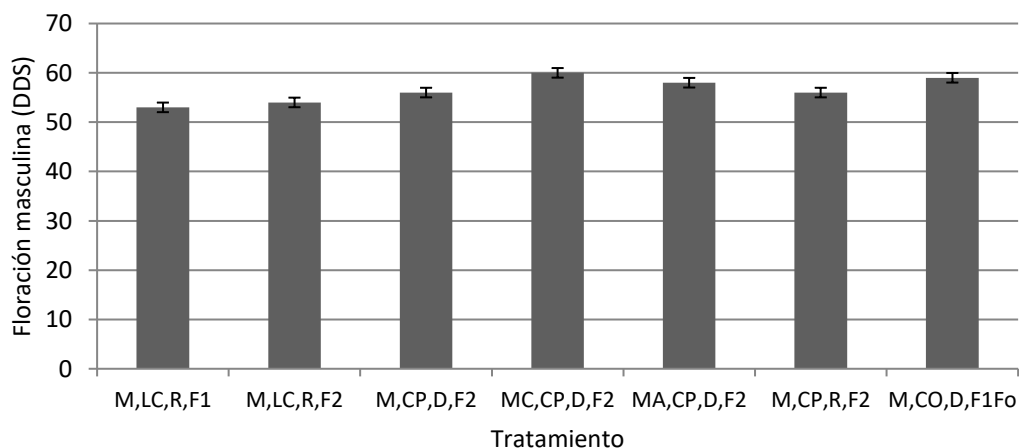


Figura 3. Días a floración masculina. Abreviaciones: M: Maíz, LC: Labranza convencional, CP: Camas Permanentes, R: Remover rastrojo, D: Dejar rastrojo, F1: Fertilización convencional, F2: Fertilización basado en análisis de suelo y Fo: Fertilización Foliar.

### **Ensayo de Micorrizas y dosis de fertilización química**

En la figura 4 se observan los resultados obtenidos, en donde existe diferencias significativas entre los tratamientos para dicha variable, con un nivel de significancia del 0.05 % realizado con la prueba de media de Tukey. Se puede apreciar que los mejores rendimientos encontrados fueron en tratamiento F110 con 2.5 t/ha seguido por F55B con 2.4 t/ha, F55 con 2.3 t/ha, B con 1.9 t/ha mientras que el testigo mantuvo un valor de 1.7 t/ha. Muchas interacciones tienen lugar entre los hongos micorrízicos y los demás

microorganismos en la rizosfera y las respuestas de las plantas a la micorrización involucran no solamente al hongo, sino a todos los micro y macro organismos presentes.

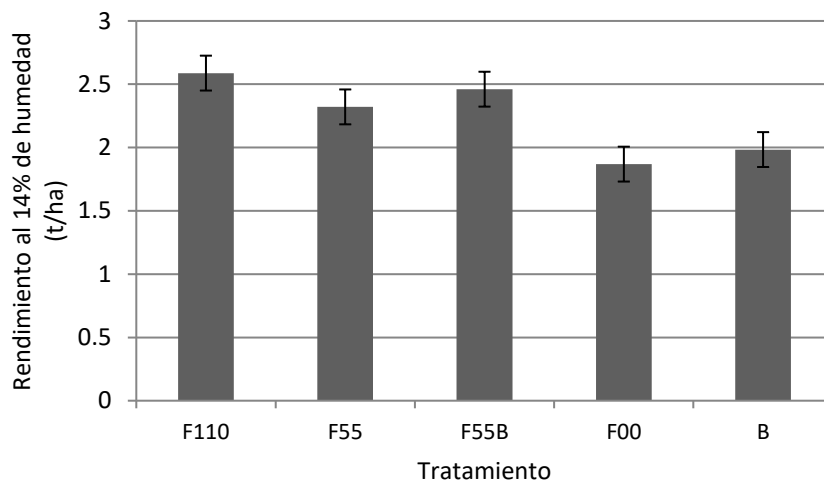


Figura 4. Rendimientos del ensayo de micorrizas, plataforma Venustiano Carranza, Chiapas, ciclo PV 2018.

### **Ensayo de malezas**

El rendimiento más bajo lo obtuvo el tratamiento testigo (Tes) con 5.8 t/ha, mientras que premergente sin maleza todo el ciclo (PreSin) tuvo el valor más alto con 6.7 t/ha seguido por 3 aplicaciones durante el ciclo (3Apli) con 6.3 t/ha, el testigo no se ve tan afectado en el rendimiento debido que en la parcela existen algunas especies de malezas que son fijadores de nitrógeno (leguminosas), no obstante el exceso de malezas causa que el grano se manche, lo que se traduce en pérdidas.

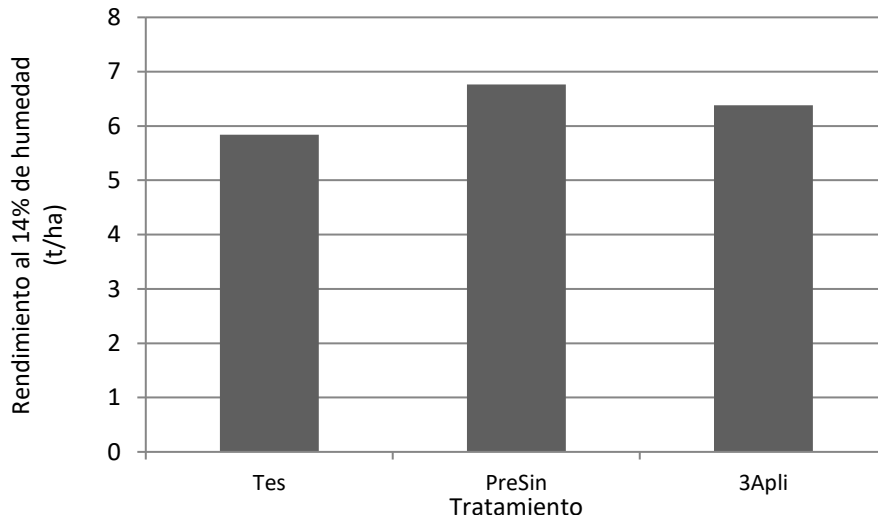


Figura 5. Rendimientos de los tratamientos del ensayo de malezas, plataforma Venustiano Carranza, Chiapas, Ciclo PV 2018.

### **Evaluación de maíces criollos con 2 dosis de fertilización**

Los rendimientos más altos con solo una fertilización fueron obtenidos con SG,F1 con 4.4 t/ha seguido por H,F1 con 3.3 t/ha y Z,F1 con 3.1 t/ha mientras que los tratamientos con dos aplicaciones de fertilizante el valor más alto lo obtuvo H,F2 con 4.1 t/ha y con respecto al resto de los tratamientos se mantuvo un

promedio de rendimiento de 2.7 t/ha. Con maíces criollos en la zona centro de Chiapas al realizar dos aplicaciones de fertilizante solo se logra la elongación de plantas mas no el aumento de rendimientos, el éxito en los maíces criollos figura en una sola aplicación de fertilizante justo a los 15 días antes de la floración.

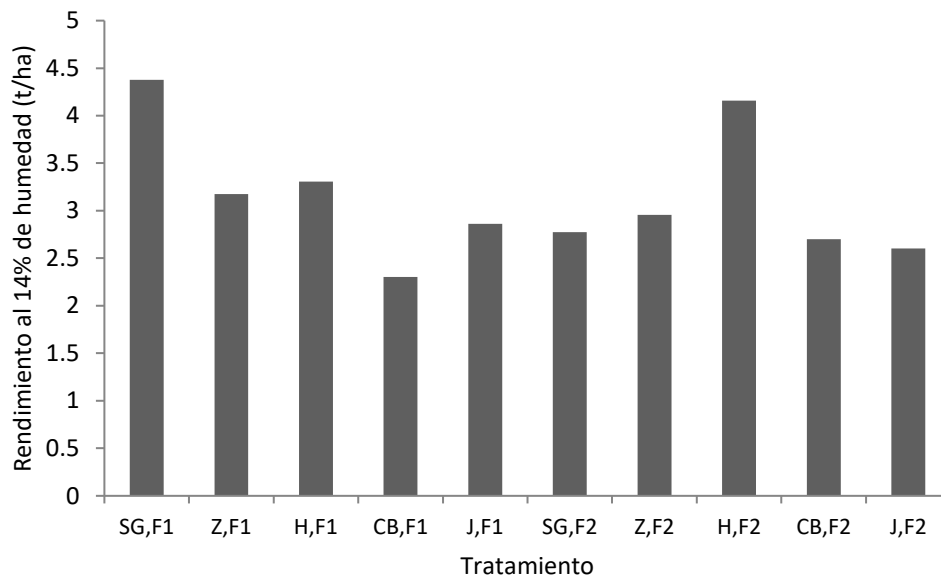


Figura 6. Rendimientos obtenidos en la evaluación de maíces criollos, plataforma Venustiano Carranza, Chiapas, ciclo PV 2018. Abreviaciones: SG: San Gregorio, Z: Zapatista, H: H-507, CN: Criollo Blanco, J: Jarzy, F1: 110-46-00 y F2: 130.5-46-60.

#### ***Evaluación de híbridos comerciales de maíces***

En la figura 7, se muestran los resultados de los rendimientos obtenidos por los híbridos evaluados. Los rendimientos más altos encontrados, fueron con los genotipos SYN750, DK-457 y P4028W que mantuvieron un rendimiento de 6.5 t/ha mientras que los rendimientos más bajos lo obtuvieron DK-390, P4039A, SP528A y SYN914 con un promedio de 3.5 t/ha, los resultados obtenidos muestran el potencial genético que tienen los genotipos para producir en un rango de altura sobre el nivel del mar de hasta 900 msnm, sin descartar que ya existen híbridos tolerantes a 1000 msnm con buenos rendimientos.

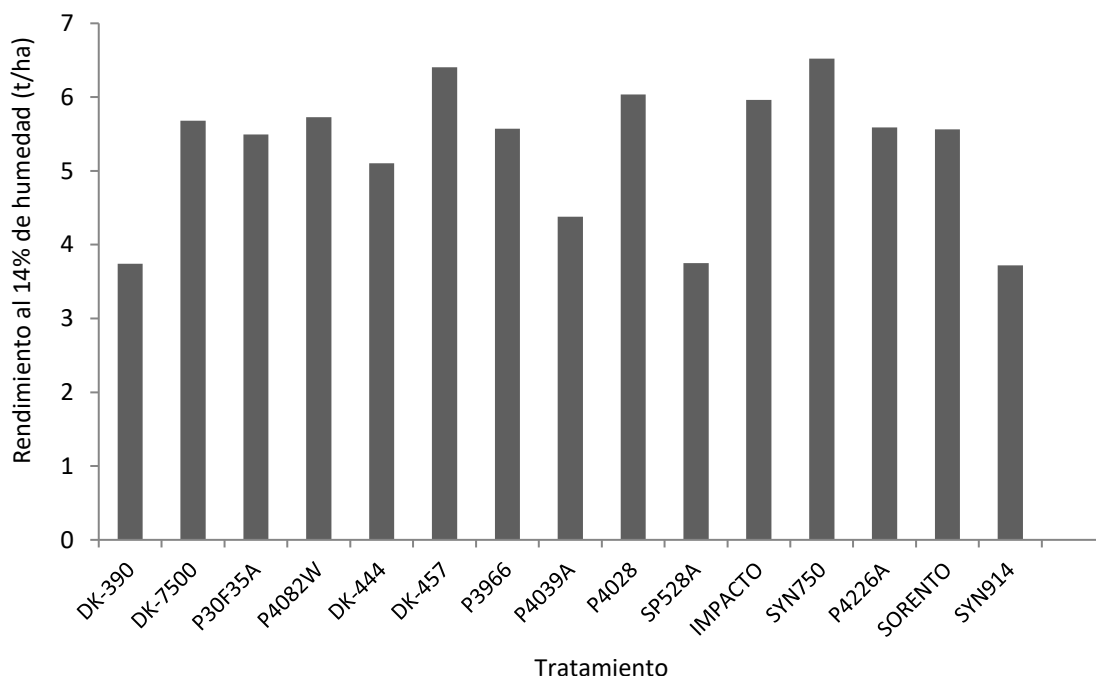


Figura 7. Rendimiento de maíces híbridos comerciales, plataforma Venustiano Carranza, Chiapas, Ciclo PV 2018.

### Vitrina de frijoles

Los rendimientos obtenidos se muestran en la figura 8. Como se puede ver en la figura 8 el tratamiento con mejor rendimiento lo obtuvo verdín (V) con 1.1 t/ha, seguido por negro garceño (NG) con 0.75 t/ha y sangre maya (SM) con 0.65 t/ha mientras que el valor más bajo en rendimiento lo obtuvo vaina morada (VM) y negro tardío (NT) con un promedio de 0.37 t/ha. Los rendimientos en la producción de frijol, se ve afectado por la enfermedad llamada mosaico dorado que es transmitido por la mosquita blanca, los genotipos que alcanzaron los rendimientos más altos son tolerantes a dicha enfermedad, mientras que los demás genotipos son susceptibles.

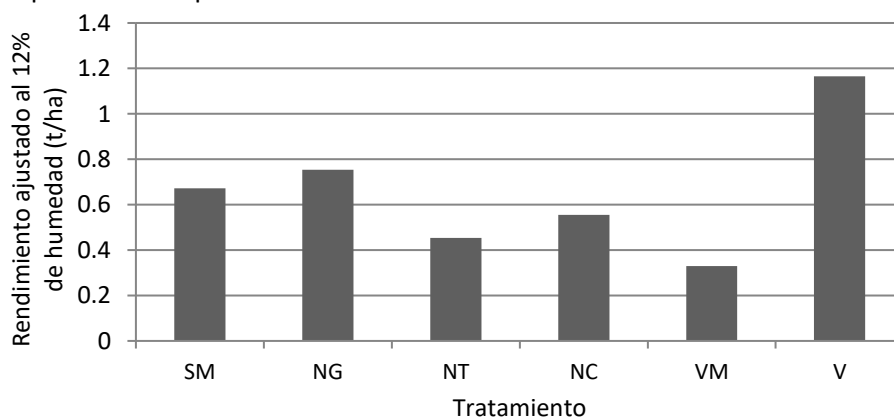


Figura 8. Rendimiento de variedades de frijol, plataforma Venustiano Carranza, Chiapas, Ciclo PV 2018. SM: Sangre Maya, NG: Negro Garceño, NT: Negro tardío, NC: N Citlali/RAV 187-3-14-7, VM: Vaina morada y V: Verdín.

## Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron 2 cursos de capacitación, uno para productores y uno para estudiantes universitarios del Colegio Español de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. También se realizaron 3 eventos demostrativos, dos fueron para productores y uno para técnicos extensionistas de diferentes estrategias de la SAGARPA y del gobierno de Estado.

Cuadro 2. Asistentes a eventos en la plataforma de Venustiano Carranza, Chiapas en 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	113	5
Técnicos	73	12
Estudiantes	13	3
Otros	12	4
Total de asistentes	211	24

## Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Aún cuando la emergencia del cultivo no fue la ideal, debido a la escasez de lluvias en el mes de julio, se lograron resultados sobresalientes donde se dejó el 100% de rastrojo. Los asistentes a los eventos de capacitación y eventos demostrativos pudieron darse cuenta que es importante dejar rastrojo, ya que el mejor rendimiento (4.2 t/ha) se logró en el tratamiento 4 que es donde se deja 100% de rastrojo con camas angostas permanentes.

Los resultados obtenidos en el ensayo de híbridos comerciales se obtuvieron con materiales nuevos para la zona, el que mejor rendimiento obtuvo es el SYN-750, con rendimientos de 6.5 t/ha. En la vitrina de frijoles se obtuvieron rendimientos hasta de 1.1 t/ha, con la variedad verdín, quien es tolerante al mosaico dorado del frijol, enfermedad que es transmitida por insectos chupadores como la mosca blanca.



Venustiano Carranza, Chiapas, 14 de julio de 2018, formación de surcos en los tratamientos 1 y 2 (convencionales).



Venustiano Carranza, Chiapas, 17 de julio de 2018, siembra de maíz en el área de investigación.



Venustiano Carranza, Chiapas, 19 de agosto de 2018, primera fertilización.



Venustiano Carranza, Chiapas, 07 de septiembre de 2018, segunda fertilización.



Venustiano Carranza, Chiapas, 03 de octubre de 2018, evento demostrativo en la vitrina de frijoles.



Venustiano Carranza, Chiapas, 23 de octubre de 2018, explicación del Manejo Agroecológico de Plagas (MAP).





Venustiano Carranza, Chiapas, 16 de noviembre de 2018, asistentes al día de campo para productores.



Venustiano Carranza, Chiapas, 21 de diciembre de 2018, desgrane de los tratamientos del área de investigación.

# Villa Corzo, Chiapas – Resultados PV 2017 – Año dos

Rubén de la Piedra Constantino  
PSP

## Introducción

La plataforma de investigación Villa Corzo, se ubica en la región Frailesca del estado de Chiapas, región agrícola-ganadera, siendo los cultivos más importantes; maíz, frijol y sorgo, los cuales se siembran bajo el régimen de temporal. Tiene como objetivo; contribuir al desarrollo de una agricultura sustentable en la región Frailesca, Chiapas, que ayude a mitigar los efectos del cambio climático, contribuir a la seguridad alimentaria y al bienestar social mediante la generación de tecnologías basadas en los principios de Agricultura de Conservación (AC). Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de la región Frailesca, es la baja rentabilidad de la producción agrícola, misma que está originando; poco interés de los jóvenes en continuar con la agricultura, abandono del campo y cambio de uso de suelo. Todo esto, tiene como causas principales; la falta de organización de los productores con enfoque productivo, poco acceso a financiamiento, procesos de comercialización desfavorables, altos costos de producción, baja diversificación de los sistemas agrícolas. Otra de las causas, relacionada directamente con el principal problema de la región, son los bajos rendimientos, la cual, a su vez, tiene como causas; el alto riesgo por sequía, degradación de suelos (bajo contenido de materia orgánica, acidez de suelos, compactación, baja fertilidad, etc.), alta incidencia de enfermedades y malezas.

Ante esta situación prevaleciente, se hace necesario enfocar las acciones de investigación y transferencia, hacia la búsqueda de alternativas que ayuden a contrarrestar las principales causas del problema, priorizándose como las más determinantes; la degradación de suelos, alto riesgo por sequía y la baja diversificación de sistemas agrícolas, como los principales que pueden ayudar a mejorar la rentabilidad de la agricultura en la región.

En la presente propuesta, tanto las acciones de investigación, como las de transferencia y extensión, se enfocan a la búsqueda de alternativas tecnológicas que ayuden a los productores Frailesicanos, obtener de manera sustentable, mayores rendimientos en sus sistemas de producción, buscando con ello producir más alimento y la obtención de mayores ingresos que ayuden a combatir el hambre y la pobreza. Así mismo las acciones de desarrollo de capacidades y difusión de tecnologías se enfocarán a dichos temas, fortaleciendo con esto, la sensibilización, la adopción y promoción de las tecnologías entre productores, técnicos e instituciones en la región. Bajo esta perspectiva, la propuesta busca contribuir en el desarrollo de una agricultura sustentable, que ayude a mejorar los medios de vida de las personas.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

A partir del ciclo agrícola PV 2016, la plataforma de investigación, se estableció en el rancho San Sebastián, municipio de Villa Corzo, Chiapas, la cual tiene como objetivo; contribuir al desarrollo de una agricultura sustentable en la región Frailesca, Chiapas, que contribuyan a mitigar el cambio climático, a la seguridad alimentaria y al bienestar social mediante la generación de tecnologías basadas en los principios de AC.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

El ciclo agrícola PV 2017, en términos generales se considera como un año muy bueno para el cultivo de maíz, ya que las lluvias fueron muy buenas, desde el inicio del temporal hasta el mes de septiembre, período donde ocurrieron precipitaciones adecuadas y bien distribuidas durante todo el ciclo vegetativo y reproductivo del cultivo, condición que permitió al maíz; tener buen crecimiento y desarrollo, así como un buen llenado de mazorca. Para los cultivos de sorgo, canavalia y dolichos, evaluados bajo el enfoque de sistemas de producción, los resultados obtenidos en términos generales, no fueron los esperados, ya que presentaron un regular desarrollo y crecimiento de la planta, mientras que, para el cultivo del frijol, el resultado fue malo. Desde la siembra (inicios de septiembre); los cuatro cultivos presentaron problemas para la germinación, pues en esa etapa vegetativa se tuvieron lluvias abundantes, ocasionando un exceso de humedad en el suelo, lo que ocasiono una mala germinación, todo lo contrario, ocurrió para las etapas de crecimiento y desarrollo, ya que, a partir del mes de octubre, ya no se tuvieron lluvias.

### ***Evaluación de sistemas de manejo con base en agricultura de conservación.***

#### ***Introducción***

Ante la perspectiva de buscar y generar nuevos sistemas alternativos de producción que ayuden a los agricultores a mejorar los rendimientos de sus cultivos de manera sustentable y económicamente rentable, se planeó y diseño para evaluar a mediano y largo plazo, el establecimiento del ensayo “Sistemas de manejo con base en Agricultura de Conservación”, a través del cual, se busca generar tecnologías que ayuden a contrarrestar los problemas de erosión y baja fertilidad del suelo, sequía, escasez de forraje en la época seca y altos costos de producción en el cultivo de maíz. El ensayo evalúa tres componentes tecnológicos; prácticas de labranza (convencional y cero labranza), manejo del rastrojo (remover, parcial y dejar) y rotación de cultivos (frijol, sorgo, canavalia y dolichos en relevo al cultivo de maíz), que, al combinarse entre sí; conforman 10 tratamientos, lo que corresponde a la evaluación de 10 sistemas de producción (cuadro 1). Prácticamente el ciclo 2017 se considera como año uno, ya que a partir de este ciclo se estableció el manejo completo de cada uno de los tratamientos evaluados.

#### ***Materiales y Métodos***

Los 10 tratamientos fueron establecidos en campo bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, utilizando como tamaño de parcela experimental ocho surcos de 30 metros de longitud y una distancia entre surcos de 80 centímetros (192 m<sup>2</sup>). Durante el ciclo agrícola 2016, se realizó el diagnóstico de parcela; el cual reporto que el terreno se viene trabajando desde hace más de 40 años bajo el sistema de maíz-ganadería y presentaba problemas de erosión, compactación y baja fertilidad del suelo, anegamiento de agua en ciertas áreas del terreno y una fuerte incidencia de malezas, siendo las principales; zacate borrego (*Cynodon dactylon* L) y flor amarilla (*Melampodium divaricatum* L). En ese mismo año (2016) considerado como “año cero”, se acondiciono el terreno para solucionar los problemas de suelo y malezas presentes en el terreno. El problema de compactación se solucionó mediante la realización de una labranza vertical a 30 centímetros de profundidad utilizando un arado de cinceles vibratorio, el problema de anegamiento de agua, se trató de solucionar mediante la nivelación con el paso de dos rastreos y de forma manual con palas y coa y el de malezas perennes, se logró disminuir la incidencia de manera importante con la aplicación de herbicidas específicos.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos evaluados en la plataforma Villa Corzo, Chiapas, ciclo PV 2017.

No. de tratamiento	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	M,LC,R	Maíz	Lab. convencional	Remover
2	M,LC,P	Maíz	Lab. convencional	Parcial
3	M,CL,P	Maíz	Cero labranza	Parcial
4	M,CL,R	Maíz	Cero labranza	Remover
5	M,CL,D	Maíz	Cero labranza	Dejar
6	MF,CL,P	Maíz-Frijol	Cero labranza	Parcial
7	MS,CL,P	Maíz-Sorgo	Cero labranza	Parcial
8	MD,CL,P	Maíz-Dolichos	Cero labranza	Parcial
9	MC,CL,P	Maíz-Canavalia	Cero labranza	Parcial
10	FM,CL,P	Frijol-Maíz*	Cero labranza	Parcial

\*la rotación es unicultivo.

El ciclo agrícola primavera-verano 2017 se considera como “año uno”, ya que a partir de este ciclo se estableció el manejo completo de cada uno de los tratamientos evaluados. Las practicas realizadas para iniciar con el establecimiento del ensayo fueron las siguientes: Para la preparación del terreno, en los tratamientos M,LC,R y M,LC,P; que llevan movimiento de suelo, se realizó el siguiente manejo; Tratamiento M,LC,R: se retiró todo el rastrojo de la parcela y se dio dos pasos de rastra, para el Tratamiento M,LC,P: se retiró el 50% (parcial; un surco si y uno no) del rastrojo y con el paso de dos rastras se incorporó el 50% restante. Los demás tratamientos con cobertura manejando parcial y dejar el rastrojo; únicamente se retiró de las parcelas el 50% (parcial) del rastrojo y se manejó el suelo como cero labranza (CL), al igual que el tratamiento M,CL,R, el cual también se retiró todo el rastrojo. La siembra del cultivo de maíz y del frijol en unicultivo, se realizó el 29 de junio de manera manual utilizando como semilla de maíz el híbrido PAS 110 de la empresa semillera Proase y como semilla de frijol, la variedad sangre maya generada por el INIFAP. La siembra de los cultivos de sorgo, canavalia, dolichos y frijol establecidos en rotación bajo el sistema de relevo al maíz se realizó el 4 de septiembre. Es importante señalar, que la siembra de estos cultivos se realizó sin haberse doblado el maíz, ya que este aun no alcanzaba su madurez fisiológica, situación que ocasiono que los cultivos crecieran durante sus primeras etapas vegetativas con demasiada sombra, afectándolos de manera importante en su desarrollo, principalmente a los cultivos de frijol y sorgo.

El control de malezas se llevó a cabo con el uso de herbicidas; antes de la siembra, se realizaron dos aplicaciones utilizando Glifosato en forma dirigida en los manchones donde se tenía presencia de zacate borrego (*Cynodon dactylon*) y 2,4-D Amina para controlar hojas anchas. Después de la siembra, se aplicó en preemergencia al cultivo y a la maleza; Atrazina + Metolaclor y en post-emergencia, se aplicó, Paraquat. La nutrición del cultivo, se realizó mediante la aplicación de fertilización 160-46-60; haciéndose en dos aplicaciones de forma manual; la primera se realizó de manera enterrada con 60 kg de nitrógeno, 46 kg de fósforo y 60 kg de potasio; en la segunda se aplicó 100 kg de nitrógeno de manera superficial. Como fuentes de fertilizante se utilizó urea, fosfato diamónico (18-46-0) y cloruro de potasio (0-0-60). Para el control de plagas se realizaron dos aplicaciones, utilizando el insecticida Palgus (Spinetoram), para controlar principalmente el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

## Resultados

Los resultados que se presentan corresponden al rendimiento que tuvo el cultivo del maíz en cada uno de los tratamientos, así como el comportamiento en desarrollo y crecimiento que presentaron los cultivos de frijol, sorgo, canavalia y dolichos sembrados en relevo al cultivo de maíz. En la figura 1, se muestran los rendimientos de grano al 14% de humedad para los tratamientos de maíz y al 12% para el tratamiento de frijol unicultivo. Al realizar el análisis de varianza (ANOVA), tomando en cuenta para el análisis solamente los tratamientos que llevan maíz, no se encontró un efecto significativo sobre el rendimiento entre los tratamientos agronómicos evaluados. Durante el desarrollo del cultivo se observó cierta variabilidad a nivel de repeticiones en el crecimiento de las plantas, a pesar de que se realizó el mismo manejo agronómico en las tres repeticiones. Esto se vio reflejado en el análisis con un efecto significativo de repetición sobre el rendimiento. Dicha variabilidad se debe a la heterogeneidad de suelo que existe entre las repeticiones.

Aunque el ANOVA para rendimiento no presento diferencia significativa entre tratamientos, en la figura 1, se puede observar una diferencia numérica a favor de los tratamientos donde se realizó laboreo del suelo (labranza convencional); maíz monocultivo y 50% de rastrojo incorporado (M,LC,P) y maíz monocultivo sin rastrojo (M,LC,R) los cuales obtuvieron los mayores rendimientos con 8,461 y 7,815 kg/ha. Todos los tratamientos que no llevaron laboreo del suelo (cero labranza), obtuvieron rendimientos que variaron entre 6,666 a 7,402 kg/ha, correspondiendo a los tratamientos MF,CL,P y MS,CL,P obtener los menores rendimientos con 6,743 y 6,666 kg/ha respectivamente. Estos tratamientos que no llevaron laboreo del suelo y además el manejo de rastrojo fue parcial y dejar, tuvieron una mayor capacidad de infiltración y conservación de agua en el suelo, lo que ocasiono que el suelo acumulara mayor humedad en comparación a los tratamientos que llevaron laboreo de suelo, afectando de alguna manera el rendimiento (figura 1). El laboreo superficial del suelo y la remoción o incorporación del rastrojo, evito en cierta manera la acumulación de humedad en el suelo, ya que parte del agua de lluvia se pierde por escorrentía y evaporación, manejo que permitió una cierta ventaja al cultivo durante esos periodos lluviosos. De manera general podemos considerar que los resultados obtenidos durante este ciclo agrícola han sido buenos, tomando en cuenta que los tratamientos que no llevaron laboreo del suelo (cero labranza) y se dejó como cobertura rastrojo; están pasando por un proceso de adaptación a un nuevo sistema de producción, que a través del tiempo conforme el rastrojo se vaya integrando al suelo, se esperan mejores beneficios tanto físicos, químicos y biológicos del suelo.

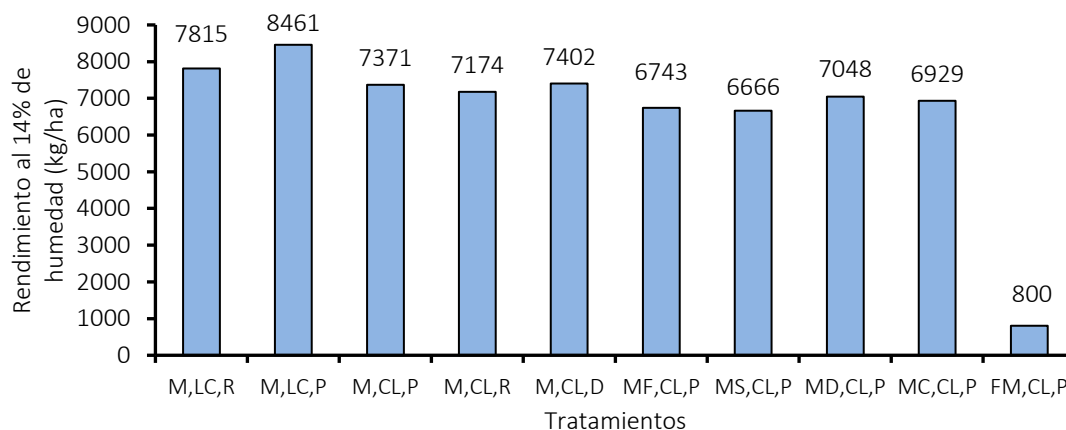


Figura 1. Rendimientos (kg/ha) al 14% de humedad del maíz y 12% del frijol en el ensayo "sistemas de manejo con base en Agricultura de Conservación", PV 2017.

El tratamiento; frijol unicultivo con cero labranza y manejo parcial del rastrojo (M,CL,R), no se consideró en el ANOVA por ser un cultivo diferente. Obtuvo un rendimiento de 800 kg/ha el cual se considera como bueno, tomando en cuenta el ciclo de siembra (temporal) y las condiciones climáticas que prevalecieron durante todo su ciclo vegetativo. Dicho tratamiento fue el más afectado por la humedad acumulada en el suelo, ya que es un cultivo muy sensible al exceso de humedad. Desde el inicio del cultivo, se vio afectado fuertemente en la germinación, viéndose la necesidad de hacer la resiembra en las áreas donde no se tuvo buena nacencia.

En lo que respecta a los resultados obtenidos por los cultivos de frijol, sorgo, canavalia y dolichos, sembrados en relevo al maíz, no tuvieron el crecimiento y desarrollo esperado, ya que desde la germinación tuvieron problemas por el exceso de humedad que se tuvo al inicio del mes de septiembre a causa de lluvias abundantes que cayeron, propiciando que se tuviera que sembrar hasta en dos ocasiones. Por otro lado, a partir del mes de octubre dejó de llover, lo que ocasionó, que no tuvieran la humedad necesaria para alcanzar un buen desarrollo y una buena producción. Otro factor importante que influyó en el comportamiento de los cultivos, fue la poca radiación solar de la que dispusieron; desde las etapas de germinación e inicio de desarrollo y crecimiento. Esa falta de radiación adecuada, se debió a que los cuatro cultivos, fueron sembrados en una etapa, en la cual el maíz no había alcanzado su madurez fisiológica; por lo tanto, no se pudo doblar en esas fechas, repercutiendo negativamente en el desarrollo y crecimiento, así como en la producción. A pesar de las condiciones desfavorables, los tratamientos donde se sembró maíz/canavalia y maíz/dolichos tuvieron el beneficio de evitar de manera importante la incidencia de malezas, teniendo un buen control. Este resultado se atribuye al sombreado proporcionado por la cobertura de estas leguminosas que, acompañadas con el sombreado del cultivo de maíz, hicieron que disminuyera de manera importante la penetración de la radiación solar hacia la superficie del suelo, logrando con ello la poca emergencia de malezas.

Estos resultados obtenidos por los cultivos de relevo señalan que se debe tomar muy en cuenta, la fecha de siembra del cultivo de maíz, la cual se debe considerar realizarla en una fecha más temprana; a finales de mayo o principios del mes de junio, para que a finales de agosto alcance su madurez fisiológica, se doble la planta y puedan sembrarse los cultivos de relevo y con humedad acumulada en el suelo, durante el mes de septiembre y lo que alcance a llover en octubre, puedan tener buen desarrollo y producción.

Los resultados obtenidos por parte de los sistemas de producción evaluados, a pesar de las circunstancias agroclimáticas que prevalecieron durante sus etapas vegetativas y reproductivas, así como el manejo proporcionado, muestran que los sistemas de producción maíz-canavalia, maíz-dolichos y maíz-sorgo, se adaptan bien a las condiciones agroclimáticas de la región y representan una muy buena alternativa para los productores; ya sea como generadores de ingresos a su economía familiar, como mejoradores de la fertilidad del suelo o bien como fuentes de forraje para su ganado.

### **Conclusiones**

Como avances importantes alcanzados este año; se logró establecer completamente el ensayo: “sistemas de manejo con base en Agricultura de Conservación”. Los cultivos de canavalia, dolichos y sorgo, sembrados en relevo al maíz bajo el enfoque de sistemas de producción, representan buenas alternativas; para generar ingresos, mejorar la fertilidad del suelo y como fuentes de forrajes. Sembrar el cultivo de maíz en una fecha adecuada, representa un factor fundamental para el buen establecimiento de los cultivos de frijol, sorgo, canavalia y dolichos, en relevo bajo el enfoque de sistemas de producción.

## **Validación de genotipos de maíz de alto potencial productivo (vitrina tecnológica).**

### **Introducción**

El estado de Chiapas, principalmente la región Frailesca se caracteriza por ser una región productora de maíz, principalmente de temporal, con promedios de producción regulares, en donde es posible lograr rendimientos medios superiores a 7 t/ha. Una forma de lograr estos altos rendimientos es a través de la siembra de híbridos con altos potenciales de rendimiento, los cuales se caracterizan por su estabilidad en el rendimiento en ambientes favorables, su mayor uniformidad y sanidad de planta y mazorca. Sin embargo, el cambio climático ha dado lugar a la creciente presencia de enfermedades, sobre todo al sembrarlos fuera de su área de adaptación. Estos cambios ambientales, exigen la generación de genotipos de maíz que presenten características de alto potencial productivo con resistencia o tolerancia a condiciones adversas, tales como sequía, enfermedades y que el productor pueda acceder a ellos a bajos costos. Ante esta necesidad, se diseñó y estableció el ensayo “validación de genotipos de maíz de alto potencial productivo” con materiales genéticos del programa MasAgro-Maíz teniendo como objetivo encontrar genotipos con características genéticas de alto rendimiento y tolerantes a la enfermedad complejo mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* y *Monographella maydis*).

### **Materiales y métodos**

El ensayo se estableció en el área de validación de componentes de la plataforma de investigación Villa Corzo, CHP, seis de los materiales genéticos validados fueron enviados por parte del IMIC-MasAgro Tropicales: 1. CLTHW 11002, 2. CLTHW 13001, 3. CLTHY 13002, 4. CLTHW 14001, 5. CLTHW 14003, 6. CLTHW 14005, utilizando como testigo el genotipo DK-390, material comercial que posee características de alto potencial de rendimiento y tolerancia a la enfermedad complejo mancha de asfalto, el cual fungió como testigo. El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones. Las variables agronómicas que se midieron fueron: % de germinación, altura de planta, de mazorca, días a floración, madurez fisiológica, rendimiento y respuesta de los genotipos a la presencia de la enfermedad complejo mancha de asfalto (CMA).

El ensayo se estableció bajo el sistema de agricultura de conservación (cero labranza y dejando el 100% de rastrojo como cobertura). La siembra se realizó manualmente el día 28 de junio, a una distancia de 80 cm entre surcos y 40 cm entre matas, depositando 2 semillas por mata o punto, obteniendo una densidad de siembra de 62,500 semillas/ha. Las semillas fueron tratadas con Allectus utilizando 0.120 litro/18 kg de semilla. La preparación del terreno se inició con un chapeo mecánico para despedazar y distribuir el rastrojo, las malezas se controlaron con aplicaciones de herbicidas. La fertilización se realizó manualmente; la primera aplicación se realizó de forma enterrada (macaneada) a los 13 días de haber germinado el maíz, aplicando por hectárea: 100 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 100 kg de cloruro de potasio. La segunda aplicación se llevó a cabo superficialmente a los 48 días después de la siembra, aplicando 200 kg/ha de urea. Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizaron dos aplicaciones de Palgus (Spinetoram).

### **Resultados**

Uno de los datos que juega un papel determinante en el rendimiento es la cantidad de plantas que se cosecha por hectárea, razón por la cual, es importante registrar el porcentaje de emergencia, ya que del buen porcentaje que se tenga, se verá reflejado el número de plantas a la cosecha y por lo tanto del rendimiento. Los resultados del porcentaje de emergencia obtenidos por los genotipos evaluados, para

algunos fueron buenos y otros no tan buenos. Los genotipos CLTHW14003 y CLTHW14005, obtuvieron porcentajes de emergencia del 40% y 67% respectivamente, considerados como porcentajes bajos. Para los demás genotipos, los porcentajes fueron mayores a 85%, considerados como buenos, correspondiendo a los genotipos DK-390 y CLTHW13001, obtener porcentajes del 96% y 91%. El bajo porcentaje obtenidos por los genotipos CLTHW14003 y CLTHW14005, se le atribuye a la viabilidad de la semilla.

Para la variable altura de planta; existió una cierta heterogeneidad entre los siete genotipos validados, la cual vario entre 190 a 234 cm. Los genotipos que mayor altura alcanzaron fueron; el CLTHW14005 y CLTHW11002, con 234 y 231 cm respectivamente, mientras que los genotipos de menor altura fueron; CLTHY13002 con 198 cm y CLTHW13001 con 190 cm. Con relación a la altura de mazorca; al igual que la variable de altura de planta, existió cierta variabilidad entre genotipos, siendo de 93 a 123 cm. Dichas características permiten catalogarlos a todos los genotipos como materiales de porte medio.

Con respecto a la variable días a floración, esta vario ligeramente entre 59 a 62 días. Los genotipos CLTHW11002, CLTHW13001 y DK-390 alcanzaron la floración a los 59 días, mientras que para los genotipos CLTHY13002, CLTHW14001, CLTHW14003 y CLTHW14005, la alcanzaron a los 62 días. La madurez fisiológica de todos los genotipos lo alcanzaron a los 125 días.

En lo que respecta al comportamiento de los genotipos, ante la presencia de la enfermedad complejo mancha de asfalto; se pudo observar y valorar de manera cualitativa, que la presencia de la enfermedad, solo estuvo presente en los genotipos DK-390, CLTHW13001, CLTHY13002 y CLTHW14005. Sin embargo, ésta se presentó en la planta en una etapa tardía, cuando los genotipos estaban en la etapa reproductiva de R4 y con un índice de severidad muy bajo (menor del 5%). Por la etapa tardía en que se hizo presente la enfermedad, no permitió evaluar, si los genotipos presentan tolerancia o resistencia al complejo mancha de asfalto. Los genotipos CLTHW14001, CLTHW14003 no presentaron síntomas de la enfermedad.

En la figura 2, se presenta los rendimientos obtenidos por los siete genotipos validados en la vitrina tecnológica. El mayor rendimiento lo obtuvo el genotipo CLTHW14003, con 7,823 kg/ha, seguido por CLTHW14005 con 7,697 kg/ha, superando al testigo (DK-390) quien obtuvo un rendimiento de 7,465 kg/ha, mientras que los menores rendimientos fueron obtenidos por los genotipos CLTHW13001 y CLTHY13002, con 6,712 y 6,418 kg/ha respectivamente. Al realizar el análisis de varianza (ANOVA), no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Los resultados confirman que se tienen genotipos con buen potencial de rendimiento, los cuales numéricamente compiten e inclusive superan en rendimiento al testigo, destacando los genotipos, CLTHW14001, CLTHW14003 y CLTHW14005. Es importante hacer notar que los genotipos CLTHW14001 y CLTHW14003, no presentaron síntomas de la enfermedad complejo mancha de asfalto.



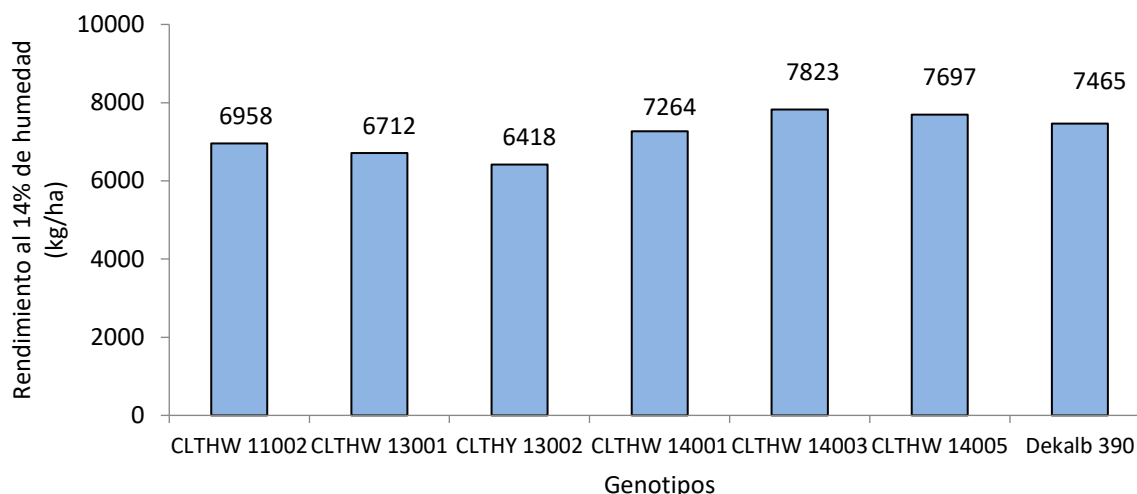


Figura 2. Rendimiento (kg/ha) de siete genotipos de maíz de alto potencial productivo, ciclo PV 2017.

Los resultados obtenidos durante este ciclo agrícola han sido buenos, los genotipos presentaron un buen crecimiento y desarrollo de planta viéndose reflejado ese comportamiento en un buen tamaño de mazorca, lo cual está relacionado con la capacidad genética que tiene cada uno de ellos y con la buena precipitación que se tuvo este año. Además, es importante tomar en cuenta que los genotipos fueron establecidos bajo el sistema de AC, es decir; no se laboreo el suelo (cero labranza) y se dejó el 100% de rastrojo como cobertura; por lo que el suelo está pasando por un proceso de adaptación a un nuevo sistema de producción y de cierta forma ese cambio de manejo influye un poco en el desarrollo y producción del maíz, más aún en ciclos lluviosos como ocurrió este año.

### Conclusiones

Destacan por su potencial productivo, los genotipos: CLTHW 14001, CLTHW 14003 y CLTHW 14005.

### ***Prácticas de labranza y agronómicas para mitigar el efecto de sequía en el cultivo de maíz.***

#### ***Introducción***

Uno de los problemas a los que se enfrentan los productores en estos últimos años, es el problema de sequía, antes ocurría normalmente, que cada 10 años, se presentaba un año con sequía, actualmente de cada 10 años se están presentando de dos a tres años con problemas de sequía. Este problema está probablemente relacionado con el cambio climático que está ocurriendo en nuestro planeta y empieza a repercutir de manera importante, en el área agropecuaria, afectando significativamente el desarrollo y crecimiento de los cultivos, así como en el rendimiento y productividad de los diferentes sistemas de producción. La forma en que repercute con los sistemas agrícolas, está relacionada con las fechas de siembra, durante los últimos años, la mayoría de los productores tenían bien definida sus fechas de siembra, la cual ocurría en la primera quincena de junio, cuando se establecía el ciclo de lluvias. Actualmente sembrar en esas fechas es un riesgo, ya que si el año es de sequía (canícula intra-estival), es de esperarse que su mayor efecto ocurra del 20 de julio al 20 de agosto, periodo en el que la mayoría de los cultivos se encuentran en la etapa de floración, llegando a afectar de manera importante el rendimiento. Esta situación está haciendo que los productores cambien sus fechas de siembra para la primera quincena del mes de julio, lo cual les trae otro problema, ya que sembrar en fechas tardías existe una alta

probabilidad de que los rendimientos del cultivo de maíz se vean fuertemente afectados por la enfermedad Complejo Mancha de Asfalto, cuando ésta se presenta antes de la floración.

Con la finalidad de buscar alternativas tecnológicas para enfrentar el problema de sequía, se diseñó y estableció el siguiente experimento “Prácticas de labranza y agronómicas para mitigar el efecto de sequía en el cultivo de maíz”, el cual tiene como objetivo; evaluar prácticas que ayuden a mitigar el efecto de sequía en el cultivo de maíz.

### Materiales y métodos

El ensayo se estableció en el área de validación componentes de la plataforma de investigación Villa Corzo, CHP. Los componentes tecnológicos evaluados fueron: prácticas de labranza y prácticas agronómicas, los cuales se muestran en el cuadro 2, junto con los tratamientos evaluados en cada uno de los componentes. El ensayo se estableció bajo un diseño de parcelas divididas con dos repeticiones, donde prácticas de labranza conformaron las parcelas grandes y prácticas agronómicas las parcelas chicas.

Cuadro 2. Componentes tecnológicos evaluados.

PARCELA GRANDE: Prácticas de Labranzas	PARCELA CHICA: Prácticas Agronómicas
LC: Labranza convencional	P: Pileteo (Diques)
LV: Labranza vertical	AS: Ácido salicílico
	AO: Abono orgánico
	RC: Rastrojo + Canavalia
	MT: Manejo tradicional (Testigo)

Para este ciclo primavera-verano 2017 el manejo que se le dio al ensayo fue el de acondicionar los tratamientos (año cero), con la finalidad de que el próximo año agrícola se establezcan completamente todos los tratamientos. Para labranza vertical; consistió en dos pasos de arado de cinceles vibratorio, en forma cruzada a una profundidad de 35 cm teniendo como propósito, tener mayor infiltración y acumulación de agua en el suelo. Para labranza convencional; el manejo consistió en dos pasos de rastra en forma cruzada a una profundidad de 10 a 15 cm con rastra de discos. Previo a la realización de ambas labranzas, se dio un chapeo con el paso de una chapeadora mecánica para despedazar e incorporar el rastrojo y para labranza vertical, también se le dio dos pasos de rastra. En parcelas chicas, como prácticas agronómicas se evaluarán: 1) Práctica de pileteo (Diques), con la finalidad de detener y acumular mayor humedad, 2) Tratamiento a la semilla con ácido salicílico, teniendo como propósito estimular a la planta en períodos de estrés hídrico, 3) Aplicación de abono orgánico, para conservar mayor humedad (este año se aplicó en su lugar el aminoácido prolina), 4) 100% del rastrojo como cobertura + siembra de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) intercalada al cultivo de maíz, para conservar mayor humedad y 5) Manejo tradicional (Testigo), se retiró de la parcela todo el rastrojo. La combinación de estos dos factores: Labranza y Prácticas agronómicas, dio como resultado la conformación de 10 tratamientos (cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de tratamientos evaluados, ciclo PV 2017.

No. tratamiento	Abreviación	Labranza	Prácticas Agronómicas
1	LV,P	Labranza vertical	Pileteo (Diques)
2	LV,AS	Labranza vertical	Ácido salicílico
3	LV,AO	Labranza vertical	Abono orgánico
4	LV,RC	Labranza vertical	Rastrojo + Canavalia
5	LV,MT	Labranza vertical	Manejo tradicional
6	LC,P	Labranza convencional	Pileteo (Diques)
7	LC,AS	Labranza convencional	Ácido salicílico
8	LC,AO	Labranza convencional	Abono orgánico
9	LC,RC	Labranza convencional	Rastrojo + Canavalia
10	LC,MT	Labranza convencional	Manejo tradicional

La práctica agronómica de aplicación del aminoácido prolina, se llevó a cabo en dos aplicaciones; la primera a los 15 días y la segunda a los 40 días de haberse sembrado. El tamaño de parcela chica consistió de ocho surcos de 30 metros de longitud y una distancia entre surcos de 80 centímetros, correspondiendo a un área de 192 m<sup>2</sup>. Las variables agronómicas que se midieron fueron: altura de planta y de mazorca, días a floración, madurez fisiología y rendimiento.

La preparación del terreno se inició con un chapeo y la realización de una aplicación de herbicida en forma localizada hacia las áreas cubiertas de zacate borrego (*Cynodon dactylon*). Posteriormente; se llevaron a cabo dos pasos de rastra y el arado de cinceles. La siembra se realizó manualmente el día primero de julio, con el híbrido PAS 544. El control de malezas después de la siembra, se llevó a cabo con dos aplicaciones de herbicidas. La primera fertilización se realizó de forma enterrada (macaneada), aplicando por hectárea: 100 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 100 kg de cloruro de potasio. En la segunda; se aplicó 200 kg/ha de urea de manera superficial. Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizaron dos aplicaciones de Palgus (Spinetoram).

### Resultados

Existió una cierta heterogeneidad de altura entre las prácticas evaluadas, la cual varío entre 238 a 270 cm. Donde se realizó labranza vertical las plantas alcanzaron una altura promedio de 258 cm, donde se hizo labranza convencional alcanzaron alturas promedio de 246 cm siendo la diferencia de 12 cm a favor de labranza vertical. Esta pequeña diferencia se observó durante el desarrollo del cultivo, las plantas crecieron más frondosas y ligeramente más verdes en donde se hizo labranza vertical, efecto que se atribuye a la capacidad que tuvo el suelo de acumular mayor humedad por el hecho de haber hecho barbecho profundo. Al comparar las alturas de plantas entre los diferentes tratamientos, donde se realizaron prácticas agronómicas; no se observa una diferencia marcada entre ellos.

En lo que se refiere a la variable altura de mazorca; existió una cierta variabilidad entre las diferentes prácticas de 125 a 150 cm. Al analizar el efecto de labranza, los datos de altura de mazorca indican, que donde se realizó labranza vertical las plantas alcanzaron una altura promedio de 141 cm, en comparación a las plantas donde se hizo labranza convencional, las cuales alcanzaron alturas promedio de 132 cm siendo la diferencia de 9 cm a favor de labranza vertical. Los resultados, se interpretan similar a los

resultados obtenidos por la variable altura de plantas, ya que son dos variables que están totalmente relacionadas entre ellas.

Con relación a los datos de floración y madurez fisiológica, no se manifestó ninguna diferencia entre los diferentes tratamientos evaluados, ya que en todos los tratamientos el inicio de floración ocurrió a los 58 días y la madurez fisiológica se alcanzó a los 125 días. Estos resultados son normales, ya que todos los tratamientos se establecieron con el mismo material genético.

Los resultados de la variable de rendimiento se presentan en la Figura 3. Se puede observar que existió una ligera diferencia de 579 kg/ha a favor de donde se realizó labranza vertical quien obtuvo un rendimiento promedio de 7,570 kg/ha en comparación a los rendimientos obtenidos donde se hizo labranza convencional, quien alcanzo en promedio 6991 kg/ha. Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) entre parcelas grandes, no se encontró efecto significativo entre los dos tipos de labranzas.

Con respecto a las parcelas chicas; al observar los resultados en la Figura 3, se puede ver que existió cierta heterogeneidad de rendimiento entre las prácticas evaluadas, la cual vario entre 6476 a 7923 kg/ha, sin embargo; el análisis estadístico, no encontró diferencia significativa entre ellas. Donde sí reporta diferencia altamente significativa el ANOVA es entre repeticiones, la cual se debe a la variabilidad de suelo.

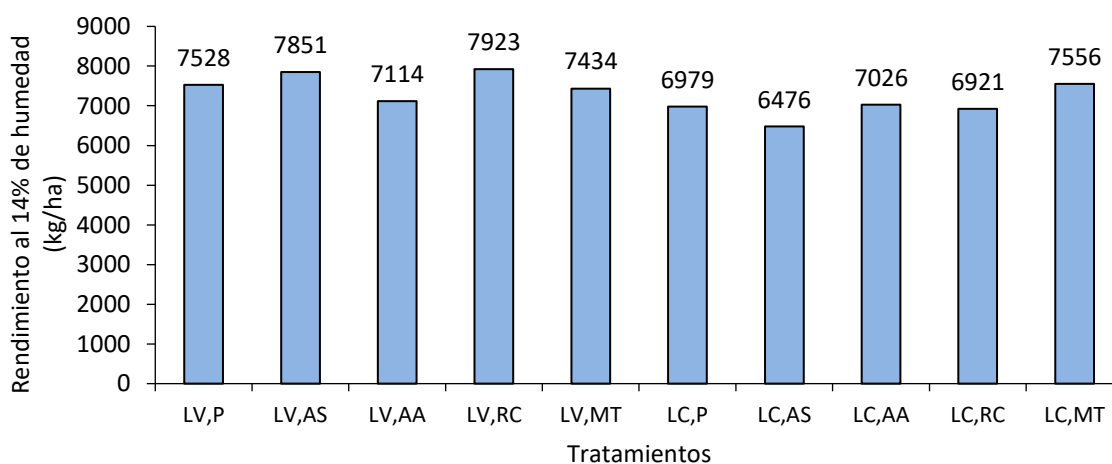


Figura 3. Rendimiento (kg/ha) del ensayo de prácticas de labranza y agronómicas para mitigar el efecto de sequía, PV 2017.

Esta falta de respuesta entre tipos de labranzas y entre prácticas agronómicas, se atribuye a que no se tuvo problemas de sequía, el ciclo de lluvias fue muy bueno, presentándose una muy buena precipitación, la cual se tuvo en buena cantidad y estuvo bien distribuida durante todo el ciclo vegetativo y productivo del cultivo, razón por la cual las plantas no sufrieron estrés hídrico y por consecuencia los diferentes tratamientos evaluados no mostraron los beneficios esperados.

### Conclusiones

No se encontró diferencia estadística entre tipos de labranza, ni entre prácticas agronómicas. Tomando en cuenta que este año, se consideró como “año cero”, se logró avances importantes al dejar las bases listas para que el próximo ciclo agrícola se establezca completamente todos los tratamientos a evaluar.

## ***Evaluación de variedades de frijol tolerantes a la enfermedad Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BYGMV).***

### ***Introducción***

El frijol, representa el segundo cultivo en importancia económica para los productores de la Frailesca, ya que es utilizado para su consumo y como otro producto que le genera ingresos. Se cultiva en dos épocas; en el ciclo de Primavera-Verano conocido como de “temporal” y en el ciclo de Otoño-Invierno, conocido como de “cosecha o norte”. En ambos ciclos se caracteriza generalmente por ser un cultivo inestable, debido a factores climáticos y biológicos que afectan su desarrollo y rendimiento de la planta. Durante los últimos años, los rendimientos han disminuido debido a una serie de problemas que se le presenta, dentro de los cuales destaca la enfermedad del Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BGMV). La presencia de esta enfermedad, está muy relacionado con las altas poblaciones de mosquita blanca que invaden al cultivo, ya que este insecto es el vector del virus que afecta a la planta de frijol. Otro factor importante es la fecha de siembra; se ha observado que, en fechas tardías; principalmente las realizadas durante el mes de julio, la enfermedad se presenta cuando el cultivo se encuentra en las etapas vegetativas de desarrollo y crecimiento, llegando a causar daños severos al cultivo, afectando de manera importante su rendimiento.

Con la finalidad de buscar alternativas tecnológicas para enfrentar este problema, se diseñó y estableció el ensayo “Evaluación de variedades de frijol tolerantes a la enfermedad Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol”, el cual tuvo como objetivo; evaluar materiales genéticos de frijol de alto potencial de rendimiento y además presenten características genéticas de tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol.

### ***Materiales y métodos***

El ensayo “Evaluación de variedades de frijol tolerantes a la enfermedad Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BYGMV)”, se estableció en el área de validación componentes de la plataforma de investigación Villa Corzo, CHP. Se evaluaron 14 genotipos de frijol, materiales generados por el programa de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y fueron proporcionados por el Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH). De los 14 genotipos, dos son variedades comerciales (Negro Comapa y Negro Grijalva) que se utilizaron como testigos, genotipos de buen potencial de rendimiento y tolerantes al virus del mosaico dorado amarillo del frijol. La lista de las variedades evaluadas se presenta en el cuadro 4.

Se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de parcela experimental consistió de tres surcos de cinco metros de longitud y una distancia entre surcos de 50 centímetros, equivalente a 7.5 m<sup>2</sup>.

La siembra se realizó en forma manual, depositando de tres a cuatro semillas por golpe cada 30 cm y una distancia entre surcos de 50 cm para tener una densidad de población aproximada de 233,100 plantas por hectárea.

Las principales variables agronómicas que se evaluaron en este ensayo fueron: respuesta de los genotipos a la presencia de las enfermedades del virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BYGMV) y mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), así como días a floración y madurez, además de rendimiento. La evaluación de las dos primeras variables se realizó de manera cualitativa, siguiendo la metodología

descrita en el manual Sistema Estándar editado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), para la evaluación de germoplasma de frijol.

Cuadro 4. Lista de Tratamientos

No. Tratamiento	Abreviación	Tratamiento (variedades)
1	46-3-3-7	Papaloapan/SEN 46-3-7
2	46-6-6	Papaloapan/SEN 46-6-6
3	46-7-7	Papaloapan/SEN 46-7-7
4	46-7-11	Papaloapan/SEN 46-7-11
5	187-3-1-6	N Citlali/RAV 187-3-1-6
6	187-3-1-8	N Citlali/RAV 187-3-1-8
7	187-3-14-6	N Citlali/RAV 187-3-14-6
8	187-3-14-7	N Citlali/RAV 187-3-14-7
9	187-3-16-7	N Citlali/RAV 187-3-16-7
10	3-1-8	Jamapa Plus/RAV-3-1-8
11	3-1-2	Jamapa Plus/RAV-3-1-2
12	3-4-4	Jamapa Plus/RAV-3-4-4
13	NC	Negro Comapa
14	NG	Negro Grijalva

La preparación del terreno se inició con un chapeo manual, realizándose además, dos aplicaciones de herbicidas para controlar malezas. La siembra se realizó manualmente el 30 de junio y para mantener al cultivo libre de malezas a los 14 días después de haberse sembrado, se llevó a cabo una aplicación de herbicida utilizando Fusiflex (Fumesafen+Fluazifop-p butil). Para nutrir al cultivo, se hizo una aplicación de fertilizante a los 18 días de haberse sembrado con 50 kg/ha de urea, 100 kg/ha de DAP y 50 kg/ha de cloruro de potasio. Posteriormente se realizaron dos aplicaciones de fertilizante foliar: Para el control de plagas se llevaron a cabo 3 aplicaciones de insecticida.

### Resultados

Con respecto al comportamiento hacia la enfermedad del Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV), en este ciclo agrícola no pudo evaluarse, ya que no se tuvo la presencia de la enfermedad, debido a que las condiciones agroclimáticas que se presentaron durante el ciclo vegetativo y reproductivo del cultivo no fueron las apropiadas para que se desarrollara.

Lo que sí se pudo evaluar, fue la presencia de la enfermedad mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), la cual se presentó con una incidencia severa en todos los materiales (figura 4), afectando a toda la planta (hojas y vainas). Los materiales más afectados fueron: Negro Citlali/RAV 187-3-1-8, Negro Citlali/RAV 187-3-1-6, Jamapa Plus/RAV-3-1-8 y Jamapa Plus/RAV-3-1-2, quienes fueron calificados en una escala de 8 a 9 y los menos afectados fueron: Papaloapan/SEN 46-6-6, Negro Comapa y Negro Grijalva, en una escala de calificación de 6. Los resultados obtenidos, indican que todos los materiales evaluados son altamente susceptibles a esta enfermedad.

A pesar de la alta incidencia y severidad con que se presentó la enfermedad mancha angular, ésta no afectó el rendimiento (figura 5), lo cual se le atribuye a que hizo su presencia en la planta en una etapa un poco tardía, después de floración. Algo importante que hay que tomar en cuenta con relación a estos materiales es que han sido generados para buscar tolerancia a la enfermedad del virus del mosaico dorado,

enfermedad muy difícil de combatir y si alguna de ellas logra esa tolerancia, sería una muy buena alternativa para los productores que cultivan frijol, aún cuando sean susceptibles a mancha angular, ya que ésta, es una enfermedad que se puede controlar con el uso de fungicidas.

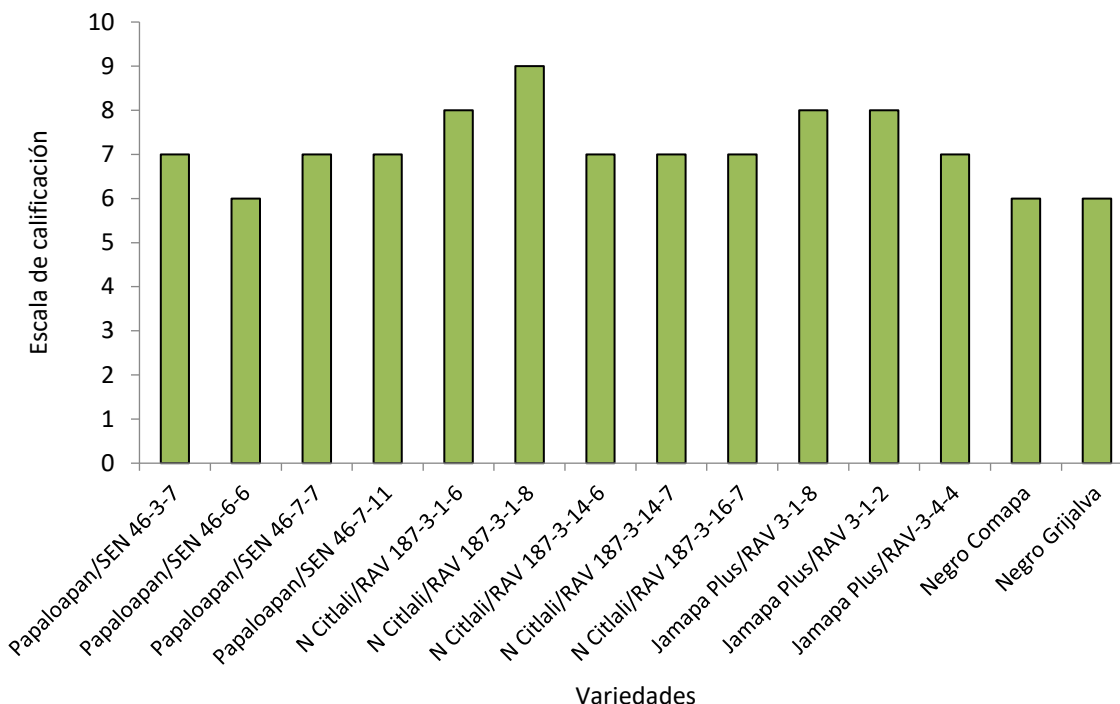


Figura 4. Calificación de presencia de mancha angular en 14 Variedades de frijol, PV 2017.

Los resultados en cuanto a la variable de rendimiento se presentan en la figura 5. Se puede observar que los mejores materiales fueron: Jamapa Plus/RAV 3-1-8 y Papaloapan/SEN 46-6-6 quienes obtuvieron 2,292 y 2,268 kg/ha superando a los testigos Negro Grijalva y Negro Comapa quienes rindieron 2,045 y 1,887 kg/ha respectivamente. Las variedades Papaloapan/SEN 46-7-11, Jamapa Plus/RAV 3-4-4 y N. Citlali/RAV 187-3-16-7, también obtuvieron rendimientos por arriba de los 2,000 kg/ha. Hay otro grupo que obtuvo rendimientos por arriba de los 1,800 kg/ha (Papaloapan/SEN 46-3-7, Papaloapan/SEN 46-7-7, Negro Citlali/RAV 187-3-1-6, Negro Citlali/RAV 187-3-1-8, Negro Citlali/RAV 187-3-14-7). Los menores rendimientos fueron obtenidos por Negro Citlali/RAV 187-3-14-6 y Jamapa Plus/RAV-3-1-2, quienes obtuvieron 1,411 y 1,681 kg/ha respectivamente.

Los resultados obtenidos, indican que los 14 materiales evaluados presentaron un buen desarrollo y crecimiento de la planta lo mismo que una buena carga de vainas, lo que permitió obtener muy buenos rendimientos (figura 5).

El buen comportamiento que mostraron los genotipos, está relacionado con la buena precipitación que se tuvo este año la cual estuvo bien distribuida durante todo el ciclo vegetativo y productivo del cultivo.

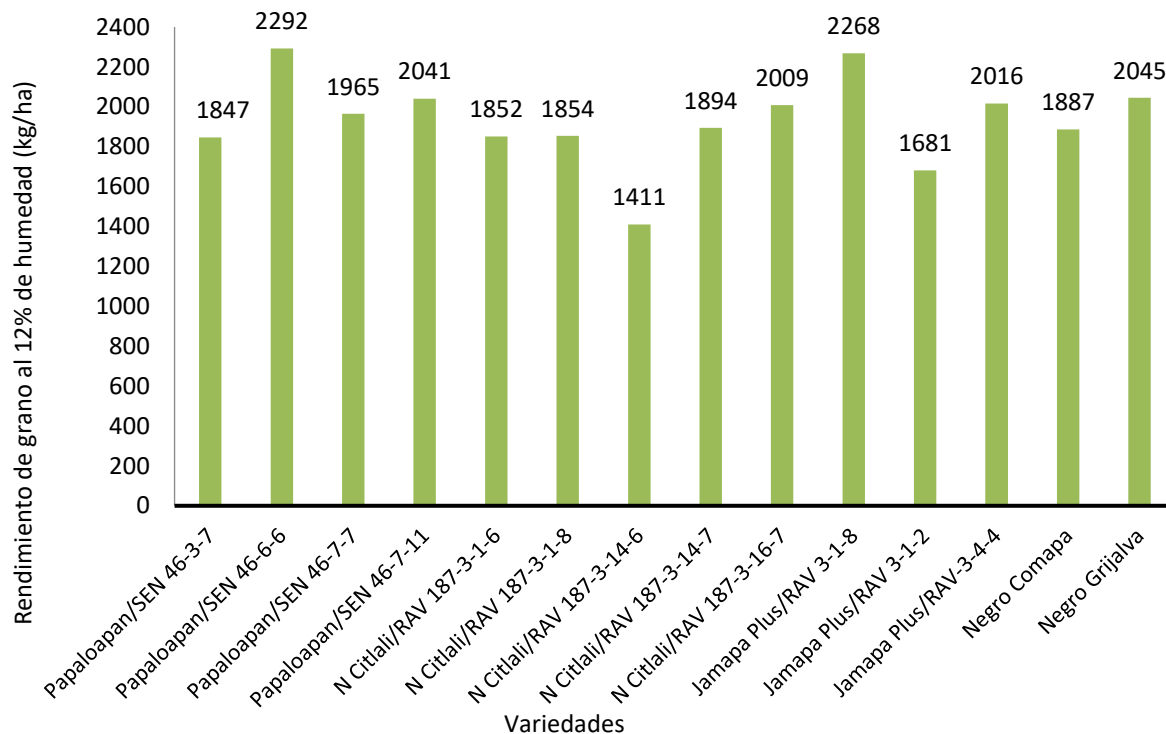


Figura 5. Rendimiento (kg/ha) del ensayo de 14 Variedades de frijol, ciclo PV 2017.

### Conclusiones

En cuanto a la variable presencia de la enfermedad del Virus del Mosaico Dorado, no se pudo evaluar, porque no se presentó la enfermedad.

En cuanto a la variable presencia de la enfermedad Mancha Angular, todos los genotipos presentaron alta susceptibilidad.

Con respecto a la variable de rendimiento, todos los genotipos mostraron tener alto potencial de rendimiento destacando los materiales: Jamapa Plus/RAV 3-1-8 y Papaloapan/SEN 46-6-6, quienes obtuvieron 2,292 y 2,268 kg/ha superando a los testigos Negro Grijalva y Negro Comapa.

### ***Validación de variedades de frijol de alto potencial productivo (vitrina tecnológica).***

#### ***Introducción***

Con la finalidad de buscar alternativas tecnológicas para enfrentar este problema, se diseñó y estableció el ensayo “Validación de variedades de frijol de alto potencial productivo” (vitrina tecnológica), el cual tuvo como objetivo; evaluar cuatro variedades precomerciales de frijol de alto potencial productivo, así como su tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol.

#### **Materiales y métodos**

El ensayo “Validación de variedades de frijol de alto potencial productivo (vitrina tecnológica)”, se estableció en el área de validación componentes de la plataforma de investigación Villa Corzo, CHP. Se validaron cuatro genotipos de frijol, los cuales se encuentran en una etapa pre comercial (próximos a liberarse) y son materiales generados por el programa de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones



Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), teniendo como testigos, la variedad comercial Negro Garceño y una variedad de la región conocida por los productores como “Criollo Regional”, genotipos de buen potencial de rendimiento. En el cuadro 5, se presenta la lista de las variedades validadas.

Se estableció bajo un diseño de parcelas apareadas, haciendo un total de seis parcelas. El tamaño de parcela consistió de seis surcos de 15 metros de longitud y una distancia entre surcos de 50 centímetros, equivalente a 45 m<sup>2</sup>.

Cuadro 5. Lista de tratamientos y variedades validadas.

No. Tratamiento	Tratamiento (variedades)
1	Jamapa Plus/RAV-3-1-2
2	Jamapa Plus/RAV-3-1-8
3	Papaloapan/SEN 46-3-7
4	Jamapa Plus/RAV-3-4-4
5	Garceño
6	Criollo Regional (Testigo)

La siembra se realizó en forma manual, depositando de tres a cuatro semillas por golpe cada 30 cm y una distancia entre surcos de 50 cm para tener una densidad de población de 233,000 plantas por hectárea. Las variables agronómicas que se midieron fueron: días a floración, días a madurez, respuesta de las variedades a la presencia de las enfermedades; Virus del Mosaico Dorado del Frijol y Mancha Angular, así como rendimiento.

Para evaluar las variables; respuesta de los genotipos a la presencia de las enfermedades del Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV) y Mancha Angular (*Phaeoisariopsis griseola*), se consideró realizarlas, siguiendo la metodología descrita en el manual Sistema Estándar editado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), para la Evaluación de Germoplasma de Frijol.

La preparación del terreno se inició con un chapeo manual realizándose, además, dos aplicaciones de herbicidas para controlar malezas. La siembra se realizó manualmente el 28 de junio y para mantener al cultivo libre de malezas a los 16 días después de haberse sembrado, se llevó a cabo una aplicación de herbicida utilizando Fusiflex (Fumesafen+Fluazifop-p butil). Para nutrir al cultivo, se hizo una aplicación de fertilizante a los 20 días de haberse sembrado con 50 kg/ha de urea, 100 kg/ha de DAP y 50 kg/ha de cloruro de potasio. Posteriormente se realizaron dos aplicaciones de fertilizante foliar. Para el control de plagas se llevaron a cabo 3 aplicaciones de insecticida.

## Resultados

La respuesta de los genotipos a la presencia de la enfermedad del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) no fue posible evaluarla ya que la enfermedad no se presentó en el cultivo atribuyéndose a que las condiciones ambientales no fueron las adecuadas para que el virus causara daño. La que sí, se presentó con una incidencia severa fue la enfermedad mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) atacando a los seis materiales validados (figura 6). El ataque se dio en toda la planta; hojas y vainas, iniciando su presencia cuando el cultivo había pasado la floración y entraba a la etapa de madurez fisiológica. Los materiales más afectados fueron: Jamapa Plus/RAV-3-1-2, Jamapa Plus/RAV-3-1-8, Papaloapan/SEN 46-3-7, Jamapa Plus/RAV-3-4-4, Negro Garceño, los cuales recibieron una calificación en escala de 8 a 9 y la variedad

menor afectada fue el criollo regional, a quien se le dio una calificación de 7. Estos resultados señalan que los seis materiales validados son altamente susceptibles a esta enfermedad.

La alta incidencia y severidad con que se presentó la enfermedad en todos los materiales no llegó a disminuir el rendimiento (figura 7), ya que esta se presentó en una etapa tardía cuando el cultivo había terminado su floración y entraba a la etapa de madurez fisiológica. Es importante considerar que a pesar de que estos materiales salieron susceptibles a la enfermedad mancha angular, es necesario continuar validándolos, ya que su principal característica genética por lo que han sido generados, es por su tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado del frijol y por su alto potencial de rendimiento.

El encontrar uno o más variedades que presente la característica genética de tolerancia, sería de mucha ayuda para los productores que cultivan frijol, aun cuando sean susceptibles a mancha angular, ya que ésta, es una enfermedad que se puede controlar con el uso de fungicidas.

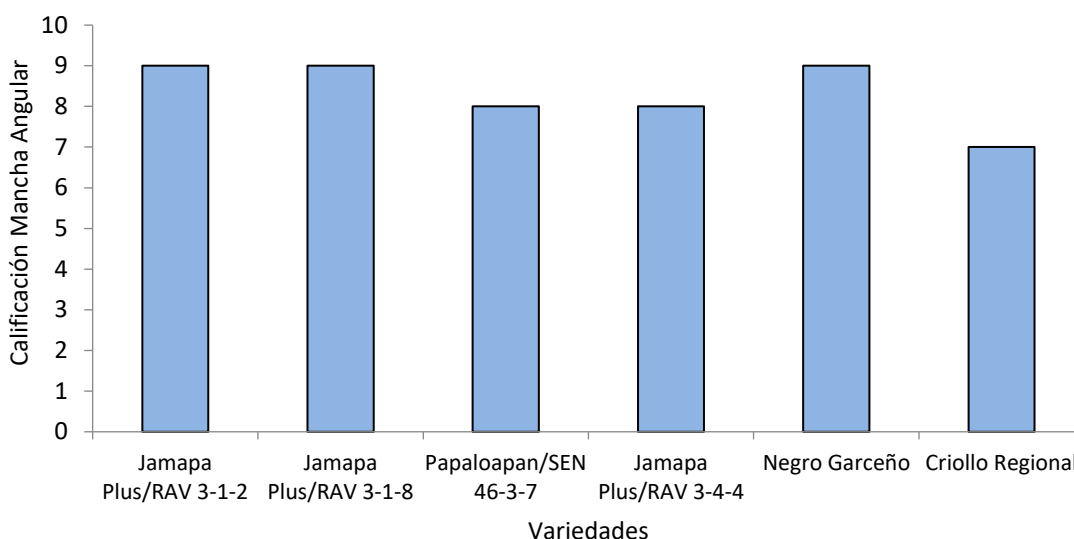


Figura 6. Calificación de presencia de mancha angular en 6 variedades de frijol (vitrina tecnológica), ciclo PV 2017.

En la figura 7, se presentan los resultados obtenidos por los seis genotipos. Se puede observar que los mejores materiales fueron: Negro Garceño, Jamapa Plus/RAV-3-4-4 y Jamapa Plus/RAV 3-1-8, alcanzando rendimientos de 1,851, 1,790 y 1,606 kg/ha respectivamente, mientras que el menor rendimiento lo obtuvo el genotipo Jamapa Plus/RAV-3-1-2 con 1,183 kg/ha. Durante la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo todos los genotipos mostraron muy buen comportamiento y también buena carga de vainas, lo cual se vio reflejado en los buenos rendimientos obtenidos. Ese buen comportamiento que mostraron los genotipos, está relacionado con la buena precipitación que se tuvo este año, la cual estuvo bien distribuida durante todo el ciclo vegetativo y productivo del cultivo.

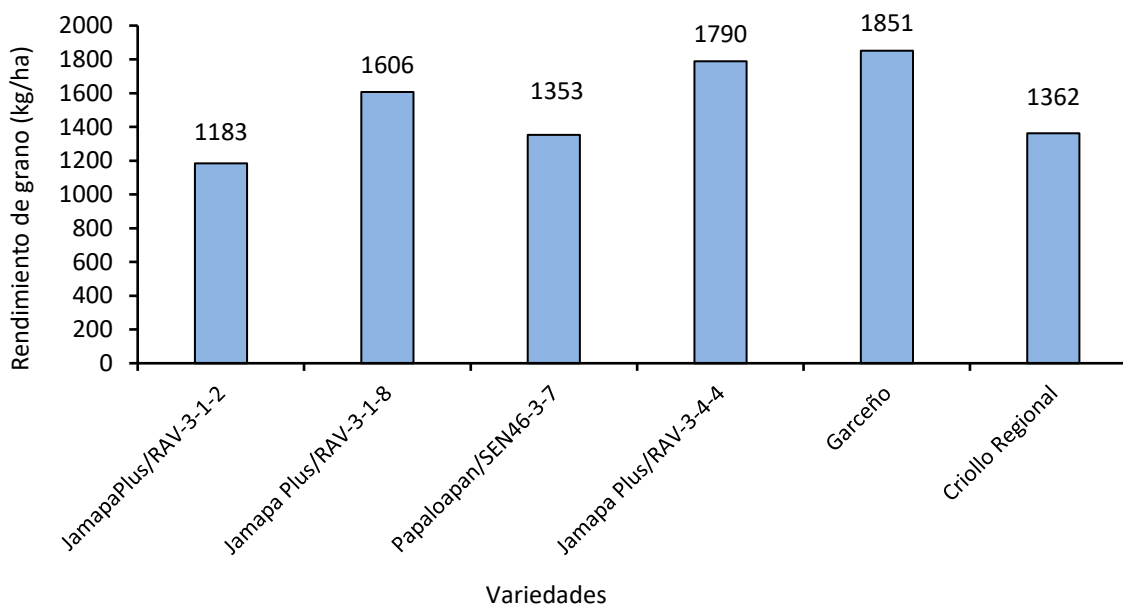


Figura 7. Rendimiento (kg/ha) del ensayo vitrina tecnológica de frijol, ciclo PV 2017.

### Conclusiones

En cuanto a la variable presencia de la enfermedad del virus del mosaico dorado no se pudo evaluar, porque no se presentó la enfermedad. Los seis genotipos validados resultaron ser altamente susceptibles a la enfermedad mancha angular. Los mejores rendimientos fueron obtenidos por los genotipos: Negro Garceño, Jamapa Plus/RAV-3-4-4 y Jamapa Plus/RAV 3-1-8 quienes obtuvieron 1,851, 1,790 y 1,606 kg/ha, respectivamente.

### Resumen de capacitaciones a la plataforma

Se realizaron cuatro eventos demostrativos mediante recorridos técnicos; el primero con estudiantes de la Facultad de Agronomía de Copainala, Chiapas. El segundo evento se llevó a cabo con productores del Estado de Tabasco, el tercero y cuarto se realizó con productores del programa ProAgro y MasAgro de la región Frailesca, Chiapas, provenientes de los ejidos Monterrey, Emiliano Zapata, 24 de Febrero, Revolución Mexicana, Valle Morelos, Villa Corzo, Jesús M. Garza, Calzada Larga, Úrsulo Galván, Benito Juárez (Concordia). Lo que se busca con la realización de estos eventos, es dar a conocer, capacitar y poner a disposición de los productores, técnicos, estudiantes y tomadores de decisiones, los resultados de la investigación y validación que se están realizando en la plataforma de investigación Villa Corzo y captar sus demandas tecnológicas.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	92	16
Técnicos	25	9
Estudiantes	13	11
Total de asistentes	130	36

## **Conclusiones de resultados e implicaciones para productores**

Ante la perspectiva de buscar y generar nuevos sistemas de producción que ayuden a los agricultores a mejorar los rendimientos de sus cultivos de manera sustentable y económicamente rentable, el haber establecido completamente el ensayo “sistemas de manejo con base en agricultura de conservación”, es muy importante, ya que está diseñado para generar alternativas a mediano y largo plazo para contrarrestar los problemas de erosión y baja fertilidad del suelo, sequía, escasez de forraje en la época seca y altos costos de producción en el cultivo de maíz. Destacan los resultados obtenidos por los sistemas de producción maíz-canavalia, maíz-dolichos ya que representan alternativas para que el productor mejore sus ingresos, mejore la fertilidad del suelo y obtenga forraje para su ganado. El ensayo se desarrolló técnicamente bien y los eventos demostrativos realizados, permitieron mostrar a los productores, técnicos y estudiantes que visitaron la plataforma, que se están evaluando tecnologías que representan alternativas sustentables que ayudan a resolver problemas importantes que están limitando la producción en la región Frailesca.

# Villa Corzo, Chiapas – PV 2018 – Año tres

Rubén de la Piedra Constantino  
PSP

## Introducción

La plataforma de investigación Villa Corzo, se ubica en la región Frailesca del estado de Chiapas, región agrícola-ganadera, donde los cultivos más importantes son maíz, frijol y sorgo, los cuales se siembran bajo el régimen de temporal. Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de la región, es la baja rentabilidad de la producción agrícola, misma que está originando poco interés de los jóvenes en continuar con la agricultura, abandono del campo y cambio de uso de suelo. Todo esto, tiene como causas principales la falta de organización de los productores con enfoque productivo, poco acceso a financiamiento, procesos de comercialización desfavorables, altos costos de producción, baja diversificación de los sistemas agrícolas. Otro problema de la región son los bajos rendimientos, la cual, a su vez, tiene como causas el alto riesgo por sequía, degradación de suelos (bajo contenido de materia orgánica, acidez de suelos, compactación, baja fertilidad, etc.), alta incidencia de enfermedades y malezas. Ante esta situación prevaleciente se hace necesario enfocar las acciones de investigación y transferencia, hacia la búsqueda de alternativas que ayuden a contrarrestar las principales causas del problema, priorizándose como las más determinantes la degradación de suelos, alto riesgo por sequía y la baja diversificación de sistemas agrícolas, como los principales que pueden ayudar a mejorar la rentabilidad de la agricultura en la región.

En la presente propuesta, tanto las acciones de investigación, como las de transferencia y extensión, se enfocan a la búsqueda de alternativas tecnológicas que ayuden a los productores Frailesicanos obtener, de manera sustentable, mayores rendimientos en sus sistemas de producción, buscando con ello producir más alimento y la obtención de mayores ingresos que ayuden a combatir el hambre y la pobreza. Bajo esta perspectiva, la propuesta busca contribuir en el desarrollo de una agricultura sustentable, que ayude a hacer frente al cambio climático, contribuir a la seguridad alimentaria y al bienestar social.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación Villa Corzo, CHP, se encuentra ubicada en el rancho San Sebastián, municipio de Villa Corzo, Chiapas y dio inicio con los trabajos de investigación y validación a partir del ciclo agrícola primavera-verano 2016. Tiene como finalidad contribuir al desarrollo de una agricultura sustentable en la región Frailesca, Chiapas, que ayude a mitigar el cambio climático, a la seguridad alimentaria y al bienestar social mediante la generación de tecnologías basadas en los principios de agricultura de conservación. Ante la perspectiva de buscar y generar nuevos sistemas alternativos de producción que ayuden a los agricultores a mejorar los rendimientos de sus cultivos de manera sustentable y económicamente rentable, se planeó y diseño para evaluar a mediano y largo plazo, el establecimiento del ensayo “Sistemas de manejo con base en Agricultura de Conservación”, a través del cual, se busca generar tecnologías que ayuden a contrarrestar los problemas de erosión y baja fertilidad del suelo, sequía, escasez de forraje en la época seca y altos costos de producción en el cultivo de maíz. El ensayo evalúa tres componentes tecnológicos; prácticas de labranza, manejo del rastrojo y rotación de cultivos. Durante el ciclo agrícola 2016, se realizó el diagnóstico de parcela; el cual reporto que el terreno se viene trabajando desde hace más de 40 años bajo el sistema de maíz-ganadería, y presentaba

problemas de erosión, compactación y baja fertilidad del suelo, anegamiento de agua en ciertas áreas del terreno y una fuerte incidencia de malezas, siendo las principales; zacate borrego (*Cynodon dactylon L*) y flor amarilla (*Melampodium divaricatum L*). Ese mismo año (2016) considerado como “año cero”, se acondiciono el terreno para solucionar los problemas de suelo y malezas presentes en el terreno.

### Materiales y métodos

El ensayo se planeó y diseño para evaluar a mediano y largo plazo, los tres principales componentes tecnológicos que conforman el sistema de agricultura de conservación: labranza (mínimo movimiento del suelo), cobertura de rastrojo y rotación de cultivos. En el componente labranza, se está evaluando: labranza convencional (dos rastreos) contra cero labranza (sin laboreo de suelo). Lo que se pretende con esta práctica de cero labranza, es conservar el suelo y bajar los costos de producción. El componente cobertura de rastrojo se evalúa: sin rastrojo, correspondiente al manejo convencional (el productor lo quema o generalmente lo utiliza como forraje) contra parcial y dejar. Lo que se busca al dejar un buen porcentaje de rastrojo es conservar el suelo, conservar humedad y a mediano o largo plazo mejorar la fertilidad del suelo y disminuir la población de malezas.

Con respecto al componente rotación de cultivos, se evalúa la siembra de maíz en monocultivo (maíz/maíz) contra la siembra de maíz intercalado o en relevo con cultivos alternativos para grano, forraje y mejoradores de la fertilidad del suelo. Para estos casos tenemos frijol con rotación de maíz (frijol/maíz), se busca combatir ciertas plagas y enfermedades presentes en el maíz y dejar descansar el suelo, maíz con dolichos intercalado (maíz/dolichos), como alternativa de forraje y mejorar la fertilidad del suelo, maíz con sorgo en relevo (maíz/sorgo), como fuente alternativa de forraje, maíz con frijol de relevo (maíz/frijol relevo); como otra fuente de ingresos económicos y mejorar la fertilidad del suelo y maíz con canavalia intercalada (maíz/canavalia); para mejorar la fertilidad del suelo y reducir a mediano plazo la dosis de nitrógeno. Tanto la canavalia, el frijol y el dolichos, por ser leguminosas se busca aprovechar la capacidad que tienen para fijar nitrógeno atmosférico al suelo. La combinación de estos tres factores: rotación de cultivo, práctica de labranza y manejo del rastrojo, dio como resultado la conformación de 10 tratamientos (cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de tratamientos con base en Agricultura de Conservación, evaluados en la plataforma Villa Corzo, CHP. Ciclo PV 2018.

No. de tratamiento	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	de Manejo de rastrojo
1	M,LC,R	Maíz	Labranza convencional	Remove
2	M,LC,P	Maíz	Labranza convencional	Parcial
3	M,CL,P	Maíz	Cero labranza	parcial
4	M,CL,R	Maíz	Cero labranza	Remove
5	M,CL,D	Maíz	Cero labranza	Dejar
6	MF,CL,P	Maíz-Frijol***	Cero labranza	Parcial
7	MS,CL,P	Maíz-Sorgo***	Cero labranza	Parcial
8	MD,CL,P	Maíz-Dolichos **	Cero labranza	Parcial
9	MC,CL,P	Maíz-Canavalia**	Cero labranza	Parcial
10	MF,CL,P	Maíz-Frijol*	Cero labranza	Parcial

Rotación: \*la rotación es unicultivo. \*\*siembra intercalada al maíz. \*\*\*siembra en relevo al maíz.  
Abreviaciones: Cultivos: M= maíz, F= frijol, S= sorgo, D= Dolichos y C= canavalia.

Los 10 tratamientos fueron establecidos en campo bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, utilizando como tamaño de parcela experimental ocho surcos de 30 metros de longitud y una distancia entre surcos de 0.80 metros (192 m<sup>2</sup>). Las variables agronómicas que se midieron fueron: germinación, altura de planta y de mazorca, días a floración y rendimiento.

### **Manejo agronómico del cultivo**

Durante el ciclo agrícola PV 2018, las prácticas realizadas, para iniciar con el establecimiento del ensayo fueron las siguientes: Para la preparación del terreno, en los tratamientos M,LC,R y M,LC,P que llevan movimiento de suelo, se realizó el siguiente manejo; tratamiento M,LC,R: se retiró todo el rastrojo de la parcela y se dio dos pasos de rastra, para el Tratamiento M,LC,P: se retiró una parte del rastrojo (una hilera si y otra no) y con el paso de dos rastras se incorporó el rastrojo. Los demás tratamientos donde se deja parcial y total el rastrojo; se manejó el suelo con cero labranza, al igual que el tratamiento M,CL,R, en el cual solo se retiró todo el rastrojo.

La siembra del maíz se realizó el día 9 de julio utilizando semilla del híbrido CLTHW 14001, proporcionado por el programa MasAgro Maíz. La siembra de los cultivos de sorgo, canavalia, dolichos y frijol establecidos en rotación bajo el sistema de relevo al maíz se realizó el día 8 de septiembre. En el caso de frijol se utilizó la variedad sangre maya, para sorgo la variedad blanco istmeño. La distancia entre hileras y entre plantas quedo de la siguiente manera; para el caso de Maíz y Canavalia: 0.80 m entre hileras y 0.40 m entre matas, para Frijol: 0.40 m entre hileras y 0.30 m entre matas, para Sorgo: 0.80 m entre hileras y 0.30 m entre matas y para Dolichos: 0.40 m entre hileras y 0.40 m entre matas. El número de semillas depositado por mata fue de 2 semillas para maíz, canavalia y dolichos; para frijol fue de 3 y 4; mientras que, para sorgo fue de 4 semillas. La siembra de estos cultivos se realizó sin haberse doblado el maíz, ya que aún no alcanzaba su madurez fisiológica, situación que ocasiono que los cultivos crecieran durante sus primeras etapas vegetativas con demasiada sombra, afectando de manera importante su desarrollo, principalmente a los cultivos de frijol y sorgo.

Para el control de malezas se llevó a cabo con el uso de herbicidas; antes de la siembra se realizaron dos aplicaciones utilizando glifosato en forma dirigida en los manchones donde se tenía presencia de zacate borrego (*Cynodon dactylon*) y 2,4-D éster de forma general para controlar hojas anchas. Después de la siembra se hicieron dos aplicaciones de herbicidas: la primera; dos días después de la siembra se aplicó, 2, 4-D amina y Gesaprim Calibre 90 (Atrazina). Para esta aplicación el producto Gesaprim calibre 90, no se aplicó para los tratamientos sembrados en relevo con leguminosas, teniendo como propósito evitar daños por efecto del herbicida. El segundo control de malezas se realizó a los 47 días después de la siembra, con el herbicida Gramocil (paraquat + Diurón).

La nutrición del cultivo, se realizó mediante la aplicación de la dosis de fertilización 160-46-60; haciéndose en dos aplicaciones; la primera se aplicó a los 24 días después de la siembra utilizando 91 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 100 kg de cloruro de potasio y la segunda se realizó a los 47 días después de la siembra y se aplicó 217 kg de urea. Para controlar gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizaron dos aplicaciones, a los 23 y 38 días después de la siembra utilizando el insecticida Palgus (Spinetoram).

### **Resultados**

Los resultados que se presentan, corresponden al rendimiento que tuvo el cultivo del maíz en cada uno de los tratamientos, así como el comportamiento en desarrollo y crecimiento que presentaron los cultivos de frijol, sorgo, canavalia y dolichos, sembrados en relevo al cultivo de maíz. En la figura 1, se muestran los rendimientos de grano al 14% de humedad para los tratamientos de maíz, establecidos en el ensayo

con base en agricultura de conservación. Al realizar el análisis de varianza (ANOVA), para la variable rendimiento, no se encontró un efecto significativo entre los tratamientos agronómicos evaluados.

Aunque el ANOVA para rendimiento no presento diferencia significativa entre tratamientos, en la figura 1, se puede observar una diferencia numérica a favor de los tratamientos donde no se movió suelo (cero labranza) y se estableció en relevo la siembra de Dolichos y Canavalia (MD,CL,P y MC, CL,P), los cuales obtuvieron rendimientos de 6.8 y 6.6 t/ha, siendo ligeramente superiores a los tratamientos donde se realizó laboreo del suelo (labranza convencional); maíz monocultivo y manejo de rastrojo remover (M,LC,R) y maíz monocultivo en cero labranza con manejo de rastrojo dejar (M,CL,D), los cuales obtuvieron rendimientos de 6.6 y 6.0 t/ha. Los menores rendimientos fueron obtenidos por los tratamientos que llevan; Maíz-Frijol (MF,CL,P), Maíz-Maíz (M,CL,P), Maíz-Sorgo (MS,CL,P) y Maíz-Frijol unicultivo (MF,CL,P), manejados bajo el sistema de cero labranza y manejo de rastrojo parcial, quienes obtuvieron rendimientos de 5.3, 5.7, 5.8 y 5.9 t/ha respectivamente.

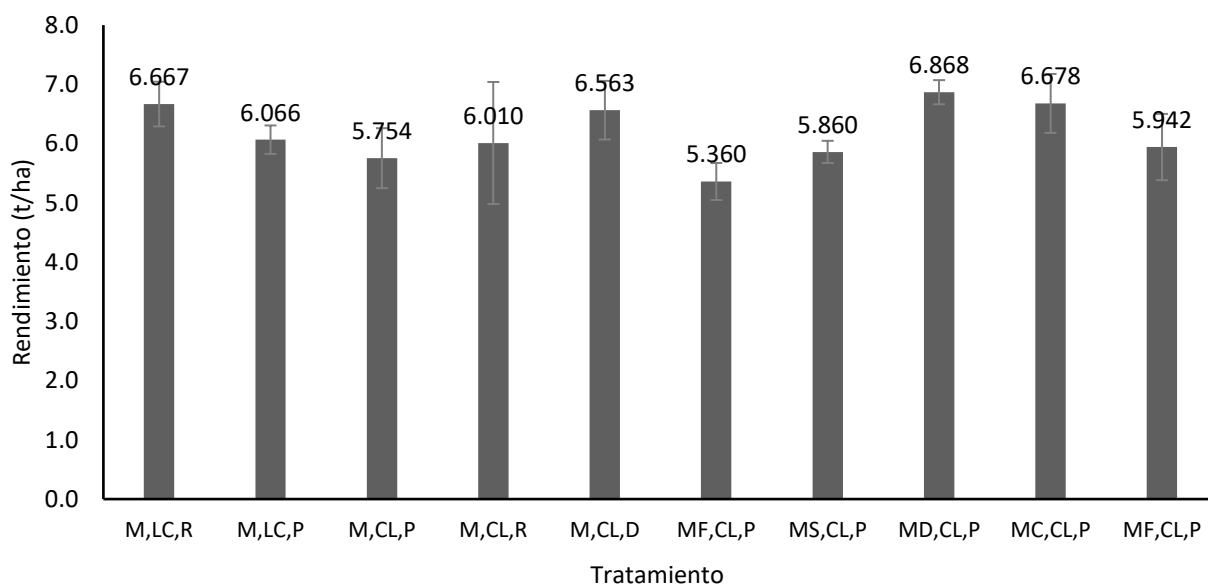


Figura 1. Rendimientos (t/ha) al 14% de humedad del maíz en la plataforma Villa Corzo, Chiapas PV 2018.

Los buenos rendimientos obtenidos por los tratamientos sembrados con dolichos y canavalia, se atribuye a la mejora de la fertilidad del suelo, debido a la fijación de nitrógeno, como por la descomposición e integración al suelo de la biomasa de ambas especies, aportado durante los dos años de establecidos como sistemas de producción, lo mismo; se asume para el tratamiento donde se deja el 100% de rastrojo, su aportación a la mejora del suelo por la descomposición e integración al suelo de una mayor cantidad de biomasa de rastrojo. Esa buena respuesta se observó desde las etapas de germinación y crecimiento del cultivo de maíz, donde estos tres tratamientos marcaron una ligera diferencia, manifestándose en un mejor vigor de planta y coloración un poco más verde en comparación a los demás tratamientos. Un beneficio adicional importante, fue el buen control de malezas que tuvieron los tratamientos donde se sembró maíz/canavalia y maíz/dolichos. La respuesta manifestada por estos tres tratamientos, también se observó y se manifestó en el primer año de establecidos (ciclo PV 2017), aunque dicha respuesta fue menor a la obtenida en el 2018.



### ***Cultivos de relevo***

Para los cultivos de frijol, sorgo, canavalia y dolichos, sembrados en relevo al cultivo de maíz, los resultados no fueron los esperados. La canavalia fue el único cultivo que logro alcanzar un desarrollo y crecimiento considerado como bueno, para el dolichos fue regular, mientras que para el sorgo y frijol; el resultado fue malo. Desde la germinación; los cuatro cultivos presentaron problemas, a causa de exceso de humedad en el suelo, propiciando que se tuviera que resembrar hasta en dos ocasiones. Todo lo contrario, ocurrió para las etapas de crecimiento y desarrollo, ya que en el mes octubre llovió muy poco (56 mm), y noviembre ya no llovió, lo que ocasiono, que no tuvieran la humedad necesaria para alcanzar buen desarrollo y una buena producción.

También influyó de manera importante en el desarrollo y producción de los cultivos de relevo, la inadecuada radiación solar que recibieron desde las etapas de germinación e inicio de desarrollo. Esa falta de radiación, se debió a que los cuatro cultivos, se sembraron en una etapa, en la cual el maíz no había alcanzado su madurez fisiológica, evitando poder doblar en esas fechas, situación que ocasiono poca entrada de luz para estos cultivos, siendo los más afectados el frijol y el sorgo. Los resultados obtenidos por los cultivos de relevo, indican la importancia que juega la fecha de siembra del cultivo de maíz, la cual se debe considerar; realizarla en fechas más tempranas; a finales de mayo o primera semana del mes de junio, para que a finales de agosto alcance su madurez fisiológica, se doble la planta y se pueda sembrar los cultivos de relevo, condición que les permitiría alcanzar mejor desarrollo vegetativo y buena producción.

### ***Conclusiones***

A tres años de haberse iniciado la plataforma, se empieza a manifestar de forma importante, la respuesta de los tratamientos que no llevan laboreo del suelo y manejo de rastrojo parcial como cobertura, destacando los tratamientos sembrados con dolichos y canavalia sembrados en relevo al maíz y el de dejar el 100% de rastrojo. Esa buena respuesta; se está viendo manifestada en la conservación del suelo y humedad, en la mejora de la fertilidad y control de malezas, reflejándose en el buen desarrollo y crecimiento del cultivo de maíz, como también en la producción.

### ***Evaluación de dosis de nitrógeno, en tres sistemas de producción con leguminosas, bajo el manejo de Agricultura de Conservación.***

#### ***Introducción***

El agricultor Chiapaneco hoy en día, enfrenta una situación difícil en el campo, por un lado, los insumos cada vez más caros y por el otro; un estancamiento en los precios de sus productos agrícolas, lo que ha llevado a una baja o nula rentabilidad de sus cultivos. Si a esa situación le agregamos, una serie de problemas que está limitando el rendimiento de sus cultivos, dentro de los que destacan; la degradación de suelos, bajo contenido de materia orgánica, deficiencias nutricionales, altos costos de producción, asociadas con los riesgos climáticos, hacen que las unidades productivas del pequeño agricultor, se vuelvan cada vez más riesgosas e improductivas. Ante tal situación, difícilmente podrá alcanzar buena productividad con solo sembrar maíz, tal como lo ha venido haciendo durante los últimos años, necesita buscar sistemas de producción alternativos sustentables, en los cuales pueda diversificar su producción con la siembra de dos o más cultivos en la misma unidad de producción. El adoptar sistemas diversificados bajo los principios de Agricultura de Conservación (AC), le permitiría en primer lugar disminuir sus costos de producción, además de obtener la entrada de otros ingresos por la venta del producto de un segundo cultivo o bien producir forraje como una fuente alterna para su ganado o en el último de los casos, mejorar la fertilidad de sus suelos para volverlos más productivos.

Ante la perspectiva de buscar y generar nuevos sistemas alternativos de producción que ayuden a los agricultores a mejorar la productividad de sus cultivos de manera sustentable y disminuir los riesgos climáticos, se planeó y estableció el ensayo: Evaluación de dosis de nitrógeno, en tres sistemas de producción con leguminosas, con base en la AC, teniendo como objetivo: evaluar la respuesta del cultivo de maíz a tres dosis de nitrógeno, establecido como sistema de producción con tres leguminosas. Lo que se busca a través de estos sistemas, es obtener mayor producción de manera sustentable en una misma unidad de producción, diversificando los sistemas productivos y lograr de esta manera, mejorar la rentabilidad económica sin alterar de forma negativa el medio ambiente.

### **Materiales y Métodos**

El estudio se estableció en la plataforma de investigación Villa Corzo, durante el ciclo agrícola PV 2018, tomando de base, el ensayo principal “sistemas de manejo con base en la AC”, en el cual, se seleccionaron los sistemas de producción: maíz-canavalia, maíz-dolichos y maíz-frijol para llevar a cabo el estudio planteado. El tamaño de parcela experimental del ensayo de sistemas es de ocho surcos de 30 metros de longitud y una distancia entre surcos de 80 centímetros (192 m<sup>2</sup>). Para las parcelas seleccionadas; el tamaño de la parcela se dividió en tres partes de 10 metros cada una: la primera parte consistió de ocho surcos de 10 metros de longitud (64 m<sup>2</sup>) en la cual se le aplicó el tratamiento de fertilización de 160-46-60; en la segunda parte, con las mismas dimensiones, se aplicó el tratamiento 80-46-60 y en la tercera parte se aplicó el tratamiento 18-46-60, esto con la finalidad de evaluar la respuesta del maíz por aportación de nitrógeno al suelo, por la siembra de leguminosas. Los factores evaluados fueron: tres sistemas de producción: Maíz-Frijol, Maíz-Dolichos y Maíz-Canavalia y tres dosis de nitrógeno: 18, 80 y 160 kg/ha, dando como resultado nueve tratamientos. En el cuadro 2, se muestra la descripción de los tratamientos que conformaron la investigación. Cabe señalar, que el ensayo tiene dos años de haberse iniciado con el establecimiento de los tres sistemas de producción. Se utilizó un diseño experimental con arreglo factorial de parcelas divididas con tres repeticiones; donde sistemas de producción correspondió a parcelas grandes y dosis de nitrógeno a las parcelas chicas. El tamaño de parcela consistió de ocho surcos (distancia entre surcos 80 centímetros) por 10 metros de longitud, correspondiendo un área por parcela experimental de 64 m<sup>2</sup>.

El ensayo se manejó bajo el sistema de cero labranza, dejando de cobertura sobre la superficie del suelo el 50% aproximadamente de los residuos del ciclo anterior. La siembra del maíz se realizó el día 9 de julio, utilizando como semilla el híbrido CLTHW 14001, proporcionado por el programa MasAgro Maíz y para el caso de frijol; se utilizó la variedad sangre maya. La siembra de los cultivos de frijol, dolichos y canavalia, se realizó el día 8 de septiembre, realizándose la siembra bajo el sistema de relevo al maíz. La fertilización del cultivo de maíz, se realizó empleando las dosis de nitrógeno tal como se especifica en el cuadro 2, llevándose a cabo en dos aplicaciones de forma manual y de manera superficial, aplicándose para el caso de los tratamientos que llevan 160 y 80 kg de nitrógeno, la mitad de la dosis, mezclado con 46 kg de fósforo y 60 kg de potasio, en la primera aplicación. Únicamente a los tratamientos que llevan 18 kg de nitrógeno, se aplicó toda la mezcla en la primera aplicación. Como fuentes de fertilizante; se utilizó urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio.

Cuadro 2. Descripción de tratamientos de la evaluación de dosis de nitrógeno, plataforma Villa Corzo, CHP. Ciclo PV 2018.

No. de tratamiento	Abreviación	Sistema de Producción	Dosis de Nitrógeno
1	MF,N1	Maíz-Frijol	160
2	MF,N2	Maíz-Frijol	80
3	MF,N3	Maíz-Frijol	18
4	MD,N1	Maíz-Dolichos	160
5	MD,N2	Maíz-Dolichos	80
6	MD,N3	Maíz-Dolichos	18
7	MC,N1	Maíz-Canavalia	160
8	MC,N2	Maíz-Canavalia	80
9	MC,N3	Maíz-Canavalia	18

### Resultados y Discusión

Durante el ciclo vegetativo de los cultivos las precipitaciones fueron abundantes, presentándose periodos críticos de exceso de humedad en ciertas etapas vegetativas, situación que afectó tanto el desarrollo y crecimiento de los cultivos, como el rendimiento obtenido, siendo el más afectado el cultivo de frijol. Al realizar el ANOVA, se encontró un efecto altamente significativo del tratamiento agronómico sobre el rendimiento del maíz, tanto a nivel de sistemas de producción ( $p \leq 0.0038$ ), como de dosis de nitrógeno ( $p \leq 0.0001$ ).

En la Figura 2, se observa la respuesta del rendimiento por parte del cultivo de maíz, tanto por parte de la siembra de las leguminosas, como por parte de la dosis de nitrógeno. Los mejores rendimientos del maíz fueron obtenidos con los sistemas donde el maíz se sembró con canavalia y dolichos, obteniendo en promedio un rendimiento de 5.3 t/ha y 5.2 t/ha, respectivamente, superando ambos sistemas significativamente al sistema establecido con frijol, que obtuvo un rendimiento promedio de 4.0 t/ha. La mejor respuesta presentada por los sistemas donde el maíz se sembró con canavalia y dolichos, se infiere en que ambos cultivos han tenido una mayor fijación de nitrógeno atmosférico y han aportado una mayor cantidad de biomasa al suelo, lo cual ha permitido mejorar la fertilidad del suelo.

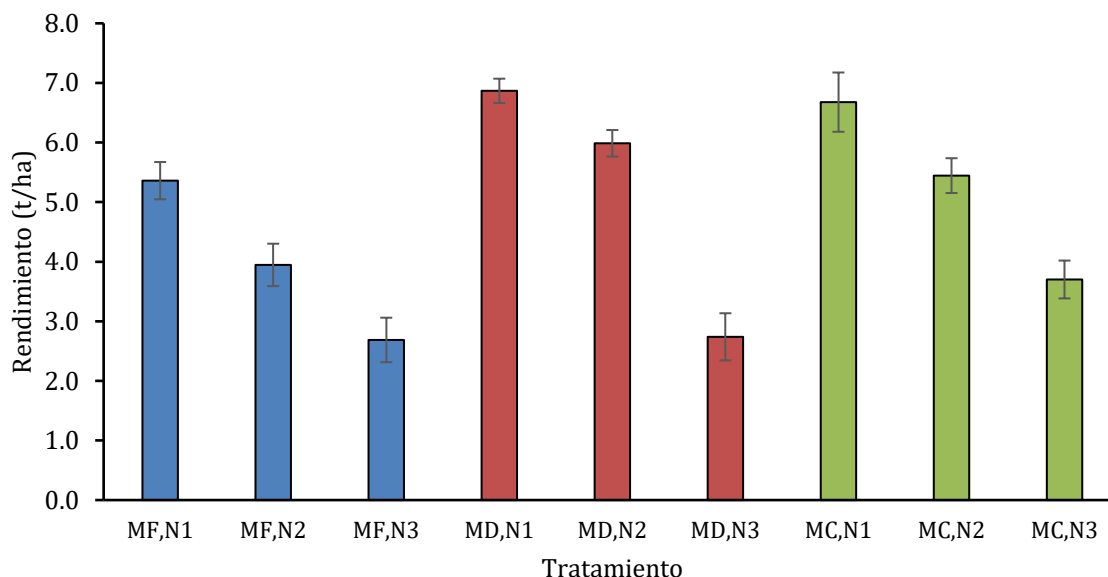


Figura 2. Rendimiento de maíz al 14% de humedad (t/ha) de tres sistemas de producción y tres dosis de nitrógeno, instalados en la plataforma Villa Corzo, Chiapas, ciclo PV 2018.

Con respecto a la respuesta obtenida por dosis de nitrógeno; los mejores rendimientos promedio del cultivo de maíz, fueron obtenidos con la dosis donde se aplicó 160 kg/ha de nitrógeno con 6.3 t/ha, superando estadísticamente, a la dosis donde se aplicó 80 kg/ha, la cual obtuvo un rendimiento de 5.1 t/ha, correspondiendo a la dosis de 18 kg/ha, obtener en promedio el menor rendimiento con 3.0 t/ha. Sin embargo; al analizar la respuesta de las dosis de nitrógeno aplicadas por cada sistema de producción, se puede observar que la dosis de 80 kg/ha aplicada en los sistemas Maíz-Canavalia y Maíz-Dolichos, tuvo una muy buena respuesta; obteniendo rendimientos de 6.0 t/ha y 5.4 t/ha, respectivamente, en comparación al sistema donde se sembró Maíz-Frijol quien obtuvo un rendimiento de 3.9 t/ha. Ocurriendo similar respuesta con la dosis de 18 kg/ha. Esta mejor respuesta está muy relacionada a la mayor capacidad de fijación de nitrógeno y mayor cantidad de biomasa aportada al suelo tanto por el cultivo de canavalia como por el dolichos. La buena respuesta en el rendimiento del maíz, de aplicar una dosis de 80 kg/ha de nitrógeno, permite la posibilidad de disminuir a la mitad, la dosis que aplica el productor teniendo un buen rendimiento y bajando de manera importante los costos de producción (figura 3).

### **Rentabilidad**

En la Figura 3, se presenta los resultados de ingresos generados, utilidad obtenida y la relación Beneficio/Costo (B/C) por cada uno de los tratamientos evaluados. Los ingresos están determinados por los rendimientos obtenidos y variaron entre \$23,351.00 MXN/ha para MD,N1 con el rendimiento más alto y \$9,136.00 MXN/ha para MF,N3 con el rendimiento más bajo. Al igual que el tratamiento MD,N1 también el tratamiento MC,N1 obtuvo ingresos altos con \$22,704.00/ha, correspondiendo a estos dos tratamientos obtener también las mejores utilidades con \$8,731.00 y \$8,084.00/ha respectivamente, ambos manejados con la dosis de fertilización de 160 kg/ha de nitrógeno. En los tratamientos MF,N3 y MD,N3, los márgenes de ingresos resultaron ser los más bajos (\$9,136.00 y \$9,313.00), ambos tratamientos obtuvieron utilidades negativas, ocurriendo lo mismo con el tratamiento MF,N2 quien también resulto con utilidad negativa por su rendimiento bajo obtenido. Con respecto a la relación beneficio/costo, para los tratamientos; MF,N2; MF,N3 y MD,N3 fueron negativas (menor a 1), para los

demás tratamientos la relación fue positiva (mayor a 1), lo cual nos indica; que para los tres tratamientos mencionados, la producción obtenida no permitió pagar los gastos invertidos, mucho menos obtener ganancias, lo cual está relacionado entre los rendimientos bajos obtenidos y los costos de producción invertidos en el manejo de cada uno de los sistemas. Las mejores relaciones de B/C correspondieron a los tratamientos; MD,N1; MD,N2; MC,N1 y MC,N2 con 1.60, 1.58, 1.55 y 1.44 respectivamente.

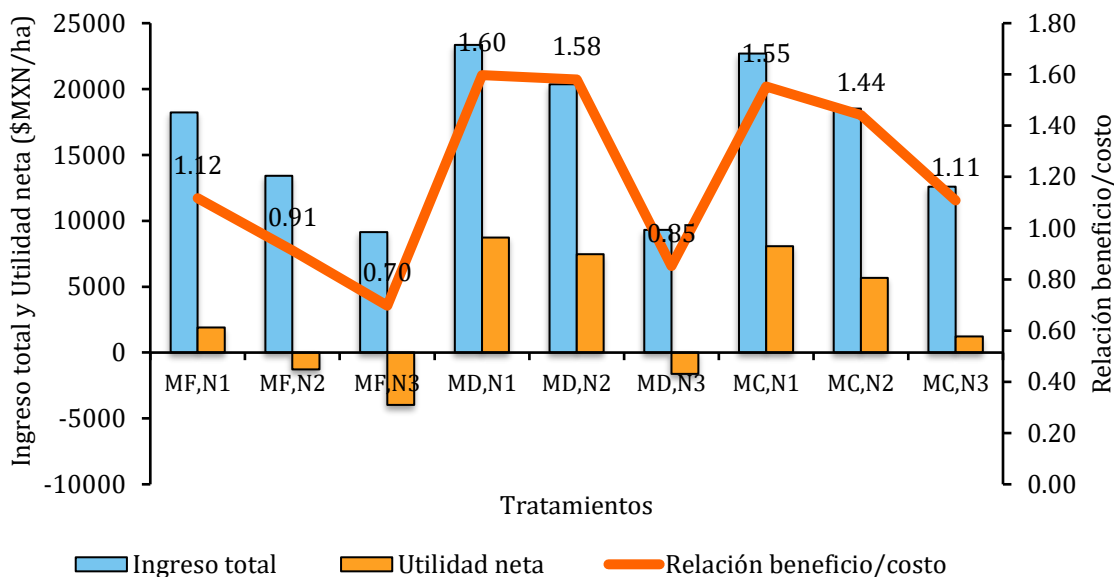


Figura 3. Resultados económicos de tres sistemas de producción y tres dosis de nitrógeno, instalados en la plataforma Villa Corzo, Chiapas, ciclo PV 2018.

Destacan los resultados obtenidos por los tratamientos cultivados con dolichos y canavalia, fertilizados con la dosis de 80 kg/ha de nitrógeno (MD,N2 y MC,N2), por la buena relación B/C presentada, ya que para el tratamiento MD,N2; por cada \$1.00 invertido, recupera ese \$1.00, además obtiene \$0.58 de utilidad, mientras que para el tratamiento MC,N2; recupera ese \$1.00, además obtiene \$0.44 de utilidad. Estos resultados están relacionados entre los buenos rendimientos obtenidos y la disminución de costos por aplicar 80 kg/ha de nitrógeno. A dos años de establecerse la siembra de dolichos y canavalia en relevo al cultivo de maíz, los resultados muestran que se puede bajar la dosis de nitrógeno aplicada al cultivo de maíz de 160 kg/ha de nitrógeno a 80 kg/ha, demostrando los beneficios que aportan los sistemas manejados con base en Agricultura de Conservación, tanto en la mejora de la fertilidad y conservación del suelo, como en el ahorro de costos de producción.

### Conclusiones

A dos años de haberse establecido la siembra de las leguminosas, bajo el sistema de relevo al cultivo del maíz; los mejores rendimientos, fueron obtenidos por los sistemas donde se sembró canavalia y dolichos.

Con respecto a la evaluación de dosis de nitrógeno entre sistemas de producción; los mejores rendimientos de maíz fueron obtenidos con la dosis de 160 kg/ha (6.302 t/ha). La dosis de nitrógeno de 80 kg/ha, tuvo muy buena respuesta en los sistemas Maíz-Canavalia y Maíz-Dolichos con rendimientos de 5.987 y 5.444 t/ha de maíz.

Las mejores utilidades, así como las mejores relaciones Beneficio/Costo, fueron obtenidas por los tratamientos establecidos con dolichos y canavalia bajo el sistema de relevo al cultivo de maíz, fertilizados con las dosis de 160 y 80 kg/ha de nitrógeno (MD,N1; MD,N2; MC,N1 y MC,N2). En contraste, los márgenes de utilidades y relaciones B/C, para los tratamientos establecidos con frijol, fertilizados con 80 y 18 kg/ha de nitrógeno, al igual que el tratamiento establecido con dolichos, fertilizado con 18 kg/ha (MF,N3; MD,N3 y MF,N2), fueron negativas.

### ***Validación de genotipos de maíz de alto potencial productivo (Vitrina Tecnológica)***

#### ***Introducción***

El estado de Chiapas, principalmente la región Frailesca se caracteriza por ser una región productora de maíz principalmente de temporal, con promedios de producción regulares, en donde es posible lograr rendimientos medios de 7 t/ha. Una forma de lograr estos altos rendimientos es a través de la siembra de híbridos con altos potenciales de rendimiento, los cuales se caracterizan por su estabilidad de rendimiento en ambientes favorables, su mayor uniformidad y sanidad de planta y mazorca. Sin embargo, durante los últimos años, el cambio climático ha dado lugar a la presencia de ciertas enfermedades que han venido a afectar la producción del maíz, sobre todo al sembrarlos fuera de su época adecuada. Estos cambios ambientales, exigen la generación de genotipos de maíz que presenten características de alto potencial productivo con resistencia o tolerancia a condiciones adversas, tales como sequía y enfermedades, y que el productor pueda acceder a ellos, a bajos costos.

Ante esta necesidad, se diseñó y estableció el ensayo “validación de genotipos de maíz de alto potencial productivo” con materiales genéticos del programa MasAgro Maíz, teniendo como objetivo buscar genotipos que posean características genéticas de alto potencial de rendimiento y tolerancia a ciertas enfermedades.

#### ***Materiales y métodos***

Se validaron siete Genotipos de maíz 1. CLTHW 11002, 2. CLTHY 13002, 3. CLTHW 14001, 4. CLTHW 14005, 5. CLTHW 15002, 6. CLTHW 15007, 7. CLTHY 15031, materiales enviados por parte del programa MasAgro, en específico del componente Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento del Maíz (IMIC, por sus siglas en inglés) los cuales fueron validados con el híbrido comercial Dekalb 390 utilizado como testigo. El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones. Las variables agronómicas que se midieron fueron: % de germinación, altura de planta y de mazorca, días a floración, madurez fisiológica, rendimiento y respuesta de los genotipos a la presencia de la enfermedad complejo mancha de asfalto (CMA).

#### ***Manejo agronómico del cultivo***

El ensayo se estableció bajo el sistema de AC (cero labranza y dejando el 100% de rastrojo como cobertura). En este ciclo primavera verano 2018, la preparación del terreno se efectuó en el mes de junio con un rastroje para despedazar el rastrojo y controlar malezas de porte alto, realizándose, además, una aplicación de herbicidas para controlar malezas de hoja ancha y angosta. La aplicación se realizó en forma localizada hacia las áreas ocupadas por zacate borrego (*Cynodon dactylon*), utilizándose Glifosato. También se utilizó 2,4-D-éster, mezclado con el adherente Polafix pH. La siembra se realizó en forma manual el día 30 de junio, a una distancia de 80 cm entre surcos y 40 cm entre matas, depositando 2 semillas por mata o punto, obteniendo una densidad de siembra de 62,500 semillas/ha. Las semillas fueron tratadas con semevin (thiodicarb), utilizando 0.5 l/20 kg de semilla.

Para controlar malezas después de la siembra, se hicieron dos aplicaciones de herbicidas; la primera, a los tres días después de haberse realizado la siembra, aplicando 2,4D-Amina y Gesaprim calibre 90 (Atrazina). A los 56 días de la siembra, se hizo la segunda aplicación, utilizando Gramocil (paraquat). Se realizaron dos fertilizaciones de manera superficial, la primera a los 19 días después de la siembra, aplicando por hectárea: 91 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 100 kg de cloruro de potasio. La segunda aplicación se llevó a cabo a los 49 días después de la siembra, aplicando 217 kg/ha de urea. Para controlar gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizaron dos aplicaciones de Palgus (Spinetoram).

### **Resultados**

Un dato considerado importante a registrar, es el porcentaje de emergencia, ya que del buen porcentaje que se tenga, se verá reflejado el número de plantas a la cosecha y por lo tanto en el rendimiento. Los resultados del porcentaje de emergencia obtenidos por los genotipos evaluados, fueron del 96 al 99%, los cuales se consideran como muy buenos.

Con respecto a las variables agronómicas; para altura de planta, los genotipos presentaron cierta heterogeneidad, la cual vario entre 228 a 264 cm. Los días a floración fue alcanzada entre 60 y 61 días y la madurez fisiológica de todos los genotipos lo alcanzaron a los 127 días. Dichas características permiten catalogar a todos los genotipos como materiales de porte medio.

En lo que respecta al comportamiento que los genotipos mostraron ante la presencia de la enfermedad complejo mancha de asfalto; se pudo observar y valorar de manera cualitativa, que los genotipos; CLTHW 14001 y CLTHW 15007, no presentaron síntomas de la enfermedad. Los otros seis genotipos validados, la enfermedad se les presentó únicamente en los niveles 2 y 3, es decir en las hojas 4, 5, 6, 7, 8 y 9 de la planta, con una severidad menor al 15%, la cual se considera muy baja, presentándose en la planta en una etapa tardía (etapa reproductiva de R4). Por la etapa vegetativa en que se presentó y la severidad en que se hizo presente la enfermedad, no permitió evaluar, si los genotipos presentan tolerancia o resistencia al complejo mancha de asfalto.

Para la variable rendimiento; en la Figura 4, se presenta los rendimientos obtenidos por los ocho genotipos validados en la vitrina tecnológica. El mayor rendimiento lo obtuvo el genotipo CLTHW14001, con 9.56 t/ha, seguido por CLTHW14005 con 9.19 t/ha, superando al testigo (DK-390) quien obtuvo un rendimiento de 8.16 t/ha, mientras que los menores rendimientos fueron obtenidos por los genotipos CLTHW1002, CLTHY13002 y DK 390, con 8.43, 8.42 y 8.16 t/ha respectivamente. Al realizar el análisis de varianza (ANOVA), no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Los resultados confirman que se tienen genotipos con buen potencial de rendimiento, los cuales numéricamente superaron en rendimiento al testigo, destacando los genotipos, CLTHW 14001 y CLTHW 14005.

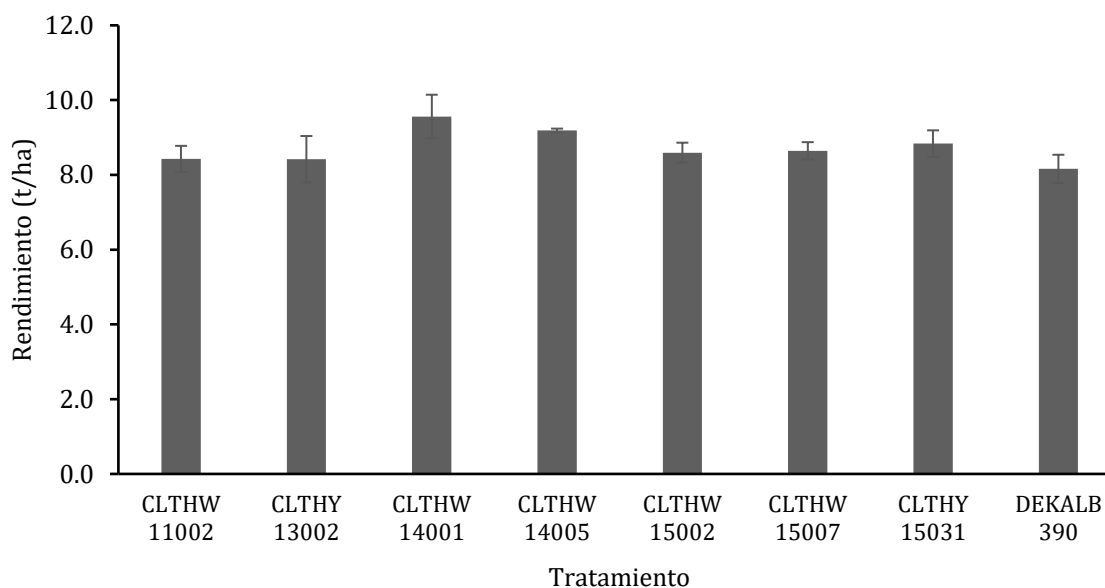


Figura 4. Rendimiento (t/ha) de ocho genotipos de maíz de alto potencial productivo. PV 2018.

Considerando la fertilidad del suelo que tiene la parcela, la cual se considera de regular a pobre y tomando en cuenta que el experimento se estableció bajo el sistema de AC (cero labranza y se dejó el 100% de rastrojo como cobertura), los resultados obtenidos han sido muy buenos, los genotipos presentaron un buen crecimiento y desarrollo de planta, así como también un buen tamaño de mazorca, viéndose reflejado ese comportamiento, en muy buenos rendimientos. Dicha respuesta de los genotipos, está relacionado con su capacidad genética que tiene cada uno de ellos y con la buena precipitación que se tuvo al final de la etapa vegetativa y en la etapa reproductiva del cultivo.

### Conclusiones

Con relación a las variables agronómicas; los genotipos presentan alturas de planta que varía entre 228 a 264 cm, días a floración a los 60 y 61 días, mientras que la madurez fisiológica lo alcanzaron a los 127 días. Los genotipos CLTHW 14001 y CLTHW 15007, no presentaron incidencia de la enfermedad complejo mancha de asfalto. Destacan por su potencial productivo, los genotipos: CLTHW 14001 y CLTHW 14005.

### Prácticas de labranza y agronómicas para mitigar el efecto de sequía en el cultivo de maíz

#### Introducción

Uno de los problemas a los que se enfrentan los productores en estos últimos años, es el problema de sequía, antes ocurría normalmente, que cada 10 años, se presentaba un año con sequía, actualmente de cada 10 años se está presentando de dos a tres años con problemas de sequía. Este problema está probablemente relacionado con el cambio climático que está ocurriendo en nuestro planeta y empieza a repercutir de manera importante, en el área agropecuaria, afectando significativamente el desarrollo y crecimiento de los cultivos, así como en el rendimiento y productividad de los diferentes sistemas de producción. La forma en que repercute con los sistemas agrícolas, está relacionada con las fechas de siembra, durante los últimos años, la mayoría de los productores tenían bien definida sus fechas de siembra, la cual ocurría en la primera quincena de junio, cuando se establecía el ciclo de lluvias.



Actualmente sembrar en esas fechas es un riesgo, ya que si el año es de sequía (canícula intraestival), es de esperarse que su mayor efecto ocurra del 20 de julio al 20 de agosto, periodo en el que la mayoría de los cultivos se encuentran en la etapa de floración, llegando a afectar de manera importante el rendimiento de los cultivos. Esta situación está haciendo que los productores cambien sus fechas de siembra para la primera quincena del mes de julio, lo cual les trae otro problema, ya que sembrar en fechas tardías existe una alta probabilidad de que los rendimientos del cultivo de maíz se vean fuertemente afectados por la enfermedad complejo mancha de asfalto, cuando ésta se presenta antes de la floración.

Con la finalidad de buscar alternativas tecnológicas para enfrentar el problema de sequía, se diseñó y estableció el siguiente experimento “Prácticas de labranza y agronómicas para mitigar el efecto de sequía en el cultivo de maíz”, el cual tiene como objetivo; evaluar prácticas que ayuden a mitigar el efecto de sequía en el cultivo de maíz.

### **Materiales y métodos**

El ensayo se estableció en el área de validación de componentes de la plataforma Villa Corzo, CHP. Los componentes tecnológicos evaluados fueron: prácticas de labranza y prácticas agronómicas, los cuales se muestran en el cuadro 1, junto con los tratamientos evaluados en cada uno de los componentes. El ensayo se estableció bajo un diseño de parcelas divididas con dos repeticiones, donde prácticas de labranza conformaron las parcelas grandes y prácticas agronómicas las parcelas chicas. El tamaño de parcela chica consistió de ocho surcos de 30 metros de longitud y una distancia entre surcos de 0.80 metros, correspondiendo a un área de 192 m<sup>2</sup>.

Las prácticas de labranza evaluadas en parcelas grandes fueron: labranza vertical; la cual fue realizada en el ciclo agrícola PV 2017, la cual consistió en el uso del arado de cinceles, dando dos pasos en forma cruzada a una profundidad de 30 a 35 cm teniendo como propósito, tener mayor infiltración y acumulación de agua en el suelo contra labranza convencional; dos pasos de rastra a una profundidad de 10 a 15 cm con rastra de discos.

Cuadro 3. Componentes tecnológicos evaluados en el ensayo de sequía.

PARCELA GRANDE:	PARCELA CHICA:
Prácticas de Labranzas	Prácticas Agronómicas
LC: Labranza convencional	P: Pileteo (Diques)
LV: Labranza vertical	AO: Abono orgánico (Cerdaza)
	Aa: Aminoácido prolina
	RC: Rastrojo + Canavalia
	MT: Manejo tradicional (Testigo)

En parcelas chicas, como prácticas agronómicas se evaluaron: 1) Práctica de pileteo (diques), con la finalidad de detener y acumular mayor humedad, 2) Aplicación de abono orgánico (10 t/ha de cerdaza), para conservar mayor humedad y proporcionar fuente de energía, 3) Aplicación foliar del aminoácido prolina, teniendo como propósito aumentar la resistencia de la planta en periodos de estrés hídrico, 4) 100% del rastrojo como cobertura + siembra de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) intercalada al cultivo de maíz, para conservar mayor humedad y 5) Manejo convencional (Testigo). La combinación de estos dos factores: Labranza y Prácticas agronómicas, dio como resultado la conformación de 10 tratamientos (cuadro 4). Las variables agronómicas que se midieron fueron: altura de planta y de mazorca, días a floración, madurez fisiológica y rendimiento.

Cuadro 4. Descripción de tratamientos evaluados en el ensayo de sequía, Villa Corzo, CHP, ciclo PV 2018.

No. tratamiento	Abreviación	Labranza	Prácticas Agronómicas
1	LV,P	Labranza vertical	Pileteo (Diques)
2	LV,AO	Labranza vertical	Abono orgánico (Cerdaza)
3	LV,AP	Labranza vertical	Aminoácido (Prolina)
4	LV,RC	Labranza vertical	Rastrojo + Canavalia
5	LV,MT	Labranza vertical	Manejo tradicional
6	LC,P	Labranza convencional	Pileteo (Diques)
7	LC,AO	Labranza convencional	Abono orgánico (Cerdaza)
8	LC,AP	Labranza convencional	Aminoácido (Prolina)
9	LC,RC	Labranza convencional	Rastrojo + Canavalia
10	LC,MT	Labranza convencional	Manejo tradicional

**Manejo agronómico del cultivo:**

La preparación del terreno se llevó a cabo a principios del mes de junio, con un rastreo (chapeo mecánico) y la realización de una aplicación de herbicida en forma localizada hacia las áreas cubiertas de zacate borrego (*Cynodon dactylon*), utilizándose Glifosato y en forma total se aplicó 2,4 D- éster. El 16 de junio; se llevaron a cabo dos pasos de rastra, a excepción del tratamiento donde se deja el 100% rastreo como cobertura + la siembra en relevo de la canavalia. Para el tratamiento de abono orgánico, los pasos de rastra se hicieron el 7 de julio teniendo como objetivo la incorporación de la cerdaza.

La siembra del maíz se realizó manualmente el día 10 de julio, con el híbrido CLTHW 14005, generado por el programa Maíz-MasAgro, depositando dos semillas por golpe cada 40 cm y una distancia entre surcos de 80 cm para tener una densidad de población de 62,500 plantas por hectárea. La canavalia se estableció a los 60 días de haberse sembrado el maíz.

Para el control de malezas después de la siembra, se hicieron tres aplicaciones de herbicidas; la primera se aplicó Gesaprim calibre 90 (Atrazina), la segunda se utilizó Gramocil y la tercera aplicación, solamente se realizó en el tratamiento donde lleva canavalia y se llevó a cabo a los 63 días de haberse sembrado el maíz, utilizando Paraquat.

Se realizaron dos fertilizaciones de manera superficial; la primera a los 23 días de la siembra, aplicando 91 kg/ha de urea, 100 kg/ha de fosfato diamónico y 100 kg/ha de cloruro de potasio. La segunda aplicación se llevó a cabo a los 46 días aplicando 217 kg/ha de urea. Para el tratamiento que llevo abono orgánico; se utilizó cerdaza aplicando una dosis de 10 t/ha. La aplicación se llevó a cabo en forma manual, dispersándola de una manera homogénea en toda la superficie, para después ser incorporada al suelo mediante dos pasos de rastra. A este tratamiento no se le aplico fertilizante químico. Para el tratamiento donde se aplicó el aminoácido prolina, se realizaron dos aplicaciones; la primera a los 22 días y la segunda a los 38 días después de la siembra, utilizando como dosis 0.3 kg/ha. Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizaron dos aplicaciones del insecticida Palgus (Spinetoram).

**Resultados**

Al comparar la media de altura de planta entre los dos tipos de labranza, no existieron diferencias entre ellas. Para prácticas agronómicas, existió cierta variabilidad de altura entre las prácticas evaluadas, la cual vario entre 2.22 a 2.76 m, correspondiendo al tratamiento labranza vertical con manejo convencional

alcanzar la mayor altura. Al comparar las alturas de plantas entre los diferentes tratamientos, donde se realizaron prácticas agronómicas; no se observa una diferencia marcada entre ellos, a excepción del tratamiento donde se formó diques (pileteo). Con relación a los datos de floración y madurez fisiológica, no se manifestó ninguna diferencia entre los tratamientos evaluados, ya que en todos los tratamientos el inicio de floración ocurrió entre los 58 y 60 días y la madurez fisiológica se alcanzó a los 125 días. Estos resultados son normales, ya que todos los tratamientos se establecieron con el mismo material genético.

Los resultados de la variable de rendimiento se presentan en la Figura 5. Se puede observar que para prácticas de labranza; existió una ligera diferencia de 0.34 t/ha a favor de donde se realizó labranza vertical, se obtuvo un rendimiento promedio de 4.98 t/ha en comparación a los rendimientos obtenidos donde se realizó labranza convencional, que alcanzo en promedio 4.636 t/ha. Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) entre parcelas grandes, no se encontró efecto significativo entre los dos tipos de labranzas. Con respecto a las parcelas chicas; se puede ver en la Figura 5, que existió alta heterogeneidad de rendimiento entre las prácticas agronómicas evaluadas, la cual vario entre 3.66 a 5.96 t/ha. El análisis estadístico, reporto diferencia significativa entre ellas. Los mejores rendimientos promedio fueron obtenidos por los tratamientos; donde se dejó 100% de rastrojo con siembra de canavalia y donde se aplicó abono orgánico (cerdaza), con 5.60 y 5.43 t/ha. En las prácticas agronómicas; donde se aplicó el aminoácido prolina y se hizo diques (pileteo), se obtuvieron los menores rendimientos con 4.317 y 3.835 t/ha, respectivamente.

La falta de respuesta en el rendimiento del cultivo de maíz, por parte de las prácticas de labranza evaluadas, se atribuye a que durante la mayor parte del ciclo vegetativo y reproductivo del cultivo se tuvo buena humedad en el suelo, llegando en ciertas ocasiones a ser demasiada, lo cual favoreció en cierta medida a la labranza convencional. Con respecto a las prácticas agronómicas; cabe resaltar el buen resultado obtenido por el tratamiento donde se dejó el 100% de rastrojo como cobertura, además de la siembra de canavalia, mostrando un buen desarrollo y crecimiento del cultivo del maíz, esa buena respuesta obtenida por este tratamiento, se le atribuye a la fijación de nitrógeno y la biomasa aportada en el ciclo PV 2017, por parte de la canavalia y el rastrojo dejado como cobertura.

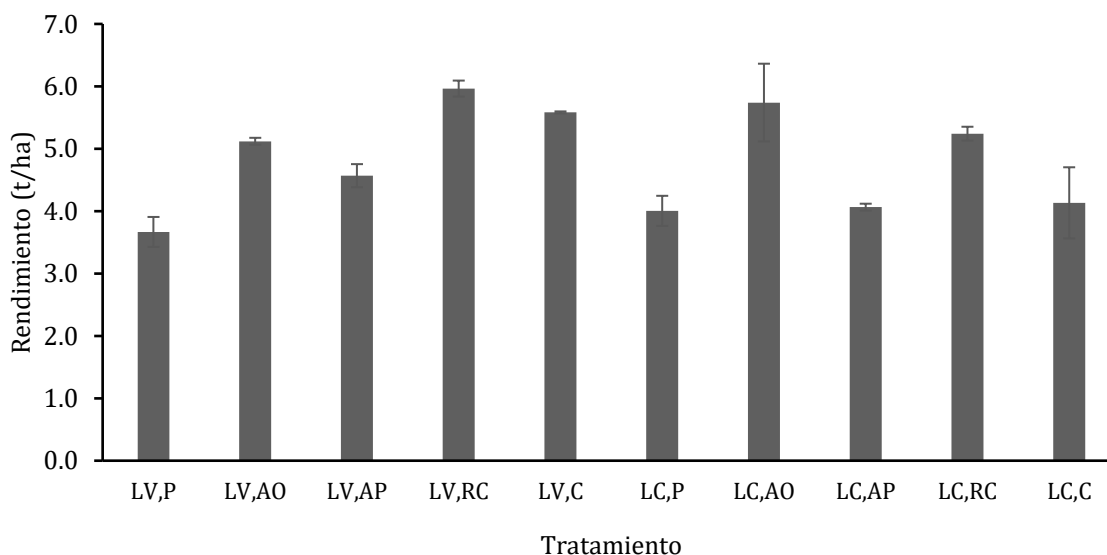


Figura 5. Rendimiento (t/ha) del ensayo de prácticas de labranza y agronómicas para mitigar el efecto de sequía, ciclo PV 2018.

Con respecto al tratamiento donde se aplicó cerdaza como abono orgánico, desde las primeras etapas de crecimiento del cultivo, se observó el desarrollo de las plantas más frondosas y una coloración un poco más verde del follaje en comparación a los demás tratamientos. El tratamiento donde se aplicó el aminoácido prolina, no se observó algún efecto importante en el desarrollo y coloración de las plantas, siendo muy parecido su comportamiento en relación al testigo (manejo convencional). La falta de respuesta en el rendimiento, está relacionada a que no se tuvo problemas de sequía durante la mayor parte del ciclo agrícola, por lo cual las plantas no sufrieron estrés hídrico y por consecuencia el tratamiento no mostro el beneficio esperado.

En lo que se refiere a la práctica donde se formó diques (pileteo), para retener y conservar humedad, tanto en labranza vertical como en labranza convencional, fue la que menor altura de planta tuvo y menor rendimiento, lo cual se debe a que estos tratamientos acumularon demasiada humedad, al grado que se encharcaba el agua, llegando a perjudicar el crecimiento y desarrollo de las plantas, manifestándose también una coloración amarillenta de las primeras hojas, a causa de excesos de humedad. La acumulación de humedad (encharcamiento) que se tuvo en estos tratamientos fue tanta que se tuvo que romper los diques para drenar el agua acumulada, sin embargo, el daño en las plantas ya estaba dado.

### **Conclusiones**

En cuanto a prácticas de labranza, no se encontró diferencia estadística. Con respecto a prácticas agronómicas; Los mejores rendimientos fueron obtenidos por los tratamientos; donde se dejó 100% de rastrojo con siembra de canavalia y donde se aplicó abono orgánico (cerdaza).

Los menores rendimientos fueron obtenidos por las prácticas agronómicas donde se aplicó el aminoácido prolina y se hizo diques (pileteo).

### ***Evaluación de variedades de frijol tolerantes a la enfermedad Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BYGMV).***

#### ***Introducción***

El frijol, representa el segundo cultivo en importancia económica para los productores de la Frailesca, ya que es utilizado para su consumo y como otro producto que le genera ingresos. Se cultiva en dos épocas; en el ciclo de primavera verano conocido como de “temporal” y en el ciclo de otoño invierno, conocido como de “cosecha o norte”. En ambos ciclos se caracteriza generalmente por ser un cultivo inestable, debido a factores climáticos y biológicos que afectan su desarrollo y rendimiento de la planta. Durante los últimos años, los rendimientos han disminuido debido a una serie de problemas que se le presenta, dentro de los cuales destaca la enfermedad del Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BGMV). La presencia de esta enfermedad, está muy relacionado con las altas poblaciones de mosquita blanca que invaden al cultivo, ya que este insecto es el vector del virus que afecta a la planta de frijol. Otro factor importante es la fecha de siembra; se ha observado que, en fechas tardías, principalmente las realizadas durante el mes de julio, la enfermedad se presenta cuando el cultivo se encuentra en las etapas vegetativas de desarrollo y crecimiento, llegando a causar daños severos al cultivo, afectando de manera importante su rendimiento.

Con la finalidad de buscar alternativas tecnológicas para enfrentar este problema, se diseñó y estableció el ensayo “Evaluación de variedades de frijol tolerantes a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol”, el cual tuvo como objetivo; evaluar materiales genéticos de frijol de alto potencial de rendimiento y además presenten características genéticas de tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol.

## **Materiales y métodos**

El ensayo “Evaluación de variedades de frijol tolerantes a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BYGMV)”, se estableció en el área de validación de componentes de la plataforma Villa Corzo, CHP. Se evaluaron 14 genotipos de frijol, materiales generados por el programa de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y fueron proporcionados por el Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH). De los 14 genotipos, dos son variedades comerciales (negro comapa y negro grijalva) que se utilizaron como testigos, genotipos de buen potencial de rendimiento y tolerantes al BYGMV. La lista de las variedades evaluadas se presenta en el cuadro 5.

Se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de parcela experimental consistió de tres surcos de cinco metros de longitud y una distancia entre surcos de 50 centímetros, equivalente a 7.5 m<sup>2</sup>. Considerando como parcela útil, el surco central de 5 metros de longitud. Las principales variables agronómicas que se evaluaron en este ensayo fueron: respuesta de los genotipos a la presencia de las enfermedades del virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BYGMV) y mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), así como rendimiento. La evaluación de las dos primeras variables, se realizó de manera cualitativa, siguiendo la metodología descrita en el manual Sistema Estándar, editado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), para la evaluación de germoplasma de frijol.

Cuadro 5. Lista de variedades de frijol evaluadas en la plataforma Villa Corzo, CHP, ciclo PV 2018.

<b>No. Tratamiento</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Variedad</b>
<b>1</b>	46-3-3-7	Papaloapan/SEN 46-3-7
<b>2</b>	46-6-6	Papaloapan/SEN 46-6-6
<b>3</b>	46-7-7	Papaloapan/SEN 46-7-7
<b>4</b>	46-7-11	Papaloapan/SEN 46-7-11
<b>5</b>	187-3-1-6	N Citlali/RAV 187-3-1-6
<b>6</b>	187-3-1-8	N Citlali/RAV 187-3-1-8
<b>7</b>	187-3-14-6	N Citlali/RAV 187-3-14-6
<b>8</b>	187-3-14-7	N Citlali/RAV 187-3-14-7
<b>9</b>	187-3-16-7	N Citlali/RAV 187-3-16-7
<b>10</b>	3-1-8	Jamapa Plus/RAV-3-1-8
<b>11</b>	3-1-2	Jamapa Plus/RAV-3-1-2
<b>12</b>	3-4-4	Jamapa Plus/RAV-3-4-4
<b>13</b>	NC	Negro Comapa
<b>14</b>	NG	Negro Grijalva

## **Manejo agronómico del cultivo**

La preparación del terreno se efectuó en junio con un rastreo, además se realizó una aplicación de herbicida para el control de malezas. La siembra se llevó a cabo el día 3 de julio, realizándose de manera manual (macanado), depositando de tres a cuatro semillas por golpe cada 30 cm y una distancia entre surcos de 50 cm, para tener una densidad de población aproximada de 233,100 plantas por hectárea. Para nutrir al cultivo, se realizaron dos fertilizaciones de manera foliar, la primera se realizó ocho días después de la siembra utilizando bayfolan, la segunda se realizó a los 43 días después de la siembra utilizando Nutri phite plus P+K (00-28-26).

Para controlar malezas se hicieron dos aplicaciones de herbicidas después de la siembra; la primera, se realizó dos días después de haberse sembrado utilizando paraquat, la segunda se realizó a los 30 días después de la siembra, utilizando el herbicida Fusiflex (Fomesafen + Fluazifop-p-butyl) producto selectivo al frijol. Para el manejo de plagas; se realizó una aplicación de insecticida para controlar plagas del género diabrotica utilizando Allectus (bifentrina + imidacloprid). Después de esta aplicación, no se realizó ningún otro manejo de plagas, con la finalidad de que hubiera presencia de la plaga mosquita blanca, principal vector del BYGMV y la enfermedad se manifestara en las variedades validadas y poder medir la tolerancia o resistencia de cada una de ellas. La cosecha de los materiales se realizó a los 87 días después de la siembra.

### Resultados

En la figura 6, se presenta el comportamiento de los genotipos evaluados hacia la presencia de la enfermedad del BYGMV. Como se puede observar, su presencia no fue importante, ya que todos los genotipos presentaron una incidencia menor del 8%. Los genotipos que fueron ligeramente más afectados que la mayoría de los genotipos fueron Papaloapan/SEN 46-7-7 con el 7% y Negro Grijalva con 6%, mientras que Papaloapan/SEN 46-6-6, N Citlali/RAV 187-3-14-6 y Jamapa Plus/RAV-3-1-2 fueron afectados un 5%. Todos los demás materiales fueron menos afectados, ya que la incidencia fue menor del 5%. Cabe hacer notar que la variedad N Citlali/RAV 187-3-1-6, no presento plantas afectadas por la enfermedad, la cual se perfila como una posible alternativa para combatir la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol.

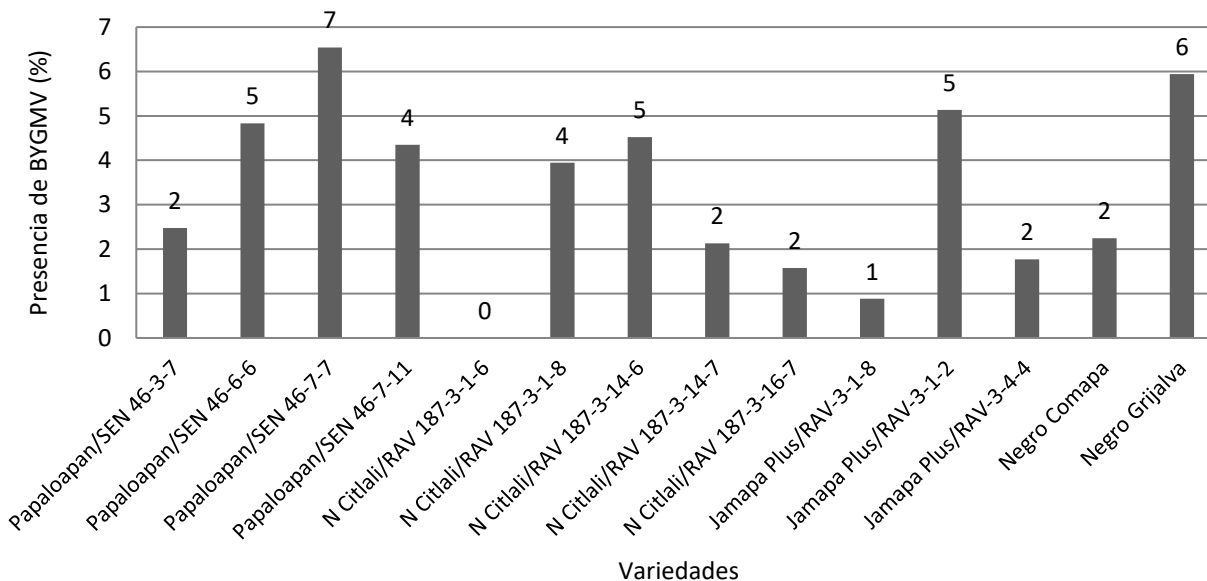


Figura 6. Incidencia (%) de la enfermedad Virus del Mosaico Dorado Amarillo (BYGMV), en el ensayo de 14 genotipos de frijol, ciclo PV 2018.

La falta de presencia de la enfermedad, se argumenta; no haber existido las condiciones agroclimáticas apropiadas para contar con poblaciones altas de mosquita blanca. La poca presencia de la enfermedad, no permite evaluar si los materiales validados, presentan características genéticas de tolerancia o resistencia hacia la enfermedad BYGMV. Algo importante que hay que tomar en cuenta con relación a estos materiales es que han sido generados para buscar tolerancia a esta enfermedad del frijol, que es

muy difícil de combatir y si alguna de ellas logra esa tolerancia, sería una muy buena alternativa para los productores que cultivan frijol.

En lo que respecta al comportamiento de las variedades evaluadas a la presencia de la enfermedad mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), los resultados se presentan en la figura 7. Se observa que todos los materiales, se calificaron con una escala entre 5 y 7, lo cual indica que tuvieron una incidencia severa. Las lesiones ocasionadas por la enfermedad se dieron en toda la planta (hojas y vainas), iniciando su presencia cuando el cultivo había terminado su floración. Los materiales más afectados fueron: Papaloapan/SEN 46-3-7, N Citlali/RAV 187-3-1-8, Jamapa Plus/RAV-3-1-8 y Jamapa Plus/RAV-3-4-4 quienes fueron calificados en una escala de 7, mientras que los genotipos restantes recibieron una calificación de 5. Los resultados obtenidos señalan, que todos los materiales evaluados son susceptibles a esta enfermedad, sin embargo; por lo avanzado del ciclo vegetativo del cultivo (madurez fisiológica) en la que se presentó, ésta no afectó el rendimiento.

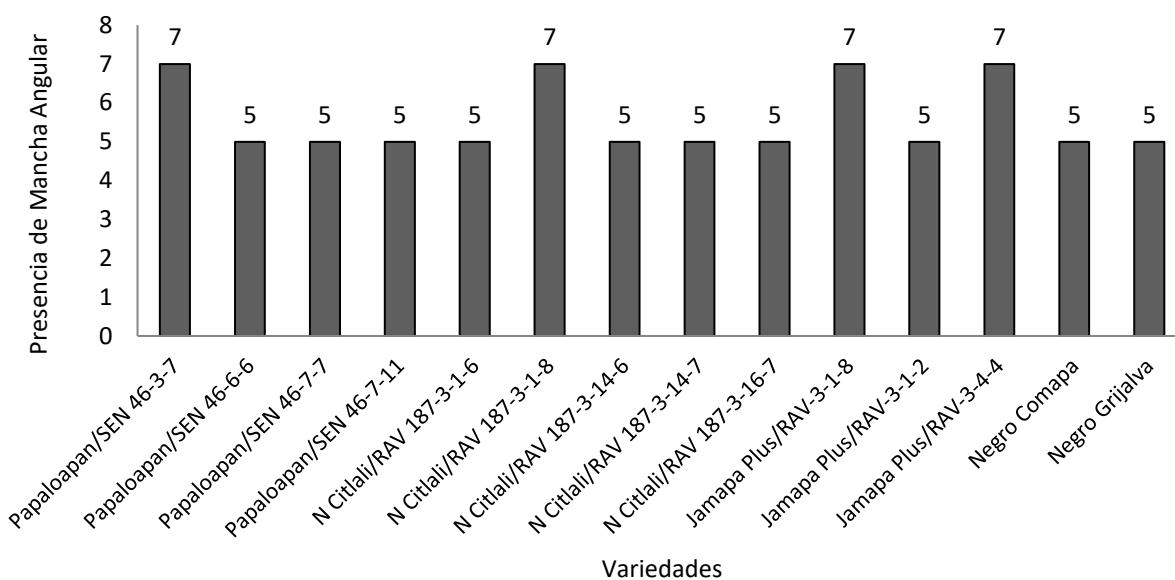


Figura 7. Calificación de presencia de mancha angular en el ensayo de 14 Variedades de frijol, ciclo PV 2018.

Es importante considerar, que a pesar de que estos materiales son susceptibles a la enfermedad mancha angular, es necesario continuar evaluándolos, ya que su principal característica genética por lo que han sido generados, es por su tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol y por su alto potencial de rendimiento. El encontrar uno o más variedades que presente la característica genética de tolerancia, sería de mucha ayuda para los productores que cultivan frijol, aun cuando sean susceptibles a mancha angular, ya que ésta es una enfermedad que se puede controlar con el uso de fungicidas.

Seis de los 14 materiales evaluados alcanzaron rendimientos por arriba de los 1000 kg/ha (figura 8), siendo: N Citlali/RAV 187-3-1-8, N Citlali/RAV 187-3-14-7, Negro Comapa, Papaloapan/SEN 46-7-7, Papaloapan/SEN 46-6-6, N Citlali/RAV 187-3-1-6 y N Citlali/RAV 187-3-16-7, quienes obtuvieron rendimientos de 1260, 1209, 1166, 1140, 1128, 1045 y 1008 kg/ha, respectivamente. Un segundo grupo alcanzaron rendimientos entre 983 y 870 kg/ha, mientras que los menores rendimientos fueron obtenidos por los genotipos: Negro Grijalva, Jamapa Plus/RAV-3-1-8 y Jamapa Plus/RAV-3-4-4, con rendimientos de 760, 721 y 620 kg/ha respectivamente.

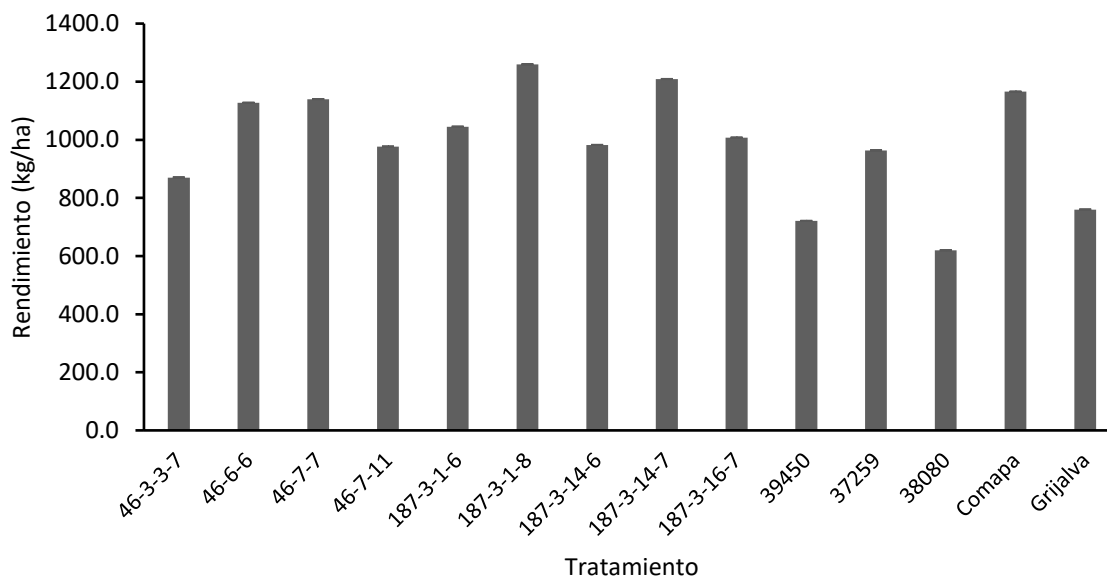


Figura 8. Rendimiento (kg/ha) al 12% de humedad del ensayo de 14 variedades de frijol en Villa Corzo, Chiapas, ciclo PV 2018.

Los resultados obtenidos durante este ciclo agrícola por parte de los genotipos evaluados, reflejan el regular crecimiento y desarrollo que presentaron las plantas, durante el ciclo vegetativo, lo mismo que la carga de vainas. Ese comportamiento manifestado por las variedades, está relacionado con la irregular distribución que se tuvo de las lluvias en el ciclo PV 2018; primeramente, por el estrés hídrico y después por la demasiada humedad acumulada en el suelo.

### Conclusiones

La baja incidencia con la que se presentó la enfermedad virus del mosaico dorado, no permitió identificar si alguno de los genotipos evaluados presenta tolerancia o resistencia a dicha enfermedad.

Con respecto a la enfermedad mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), todos los genotipos validados mostraron ser susceptibles.

Con respecto a la variable de rendimiento, dos genotipos mostraron tener buen potencial de rendimiento: N Citlali/RAV 187-3-1-8 y N Citlali/RAV 187-3-14-7, quienes obtuvieron 1,260 y 1,209 kg/ha, superando a los testigos Negro Grijalva y Negro Comapa.

### Validación de variedades de frijol de alto potencial productivo (Vitrina Tecnológica)

#### Introducción

El frijol y el maíz son los dos cultivos más importantes cultivados en la región Frailesca. La importancia radica en que su producción normalmente es utilizada para autoconsumo familiar y otra parte es utilizada para generar otros ingresos para el bolsillo del agricultor. Se cultiva en dos épocas; en el ciclo de primavera verano conocido como de “temporal” y en el ciclo de otoño invierno, conocido como de “cosecha o norte”. Durante los últimos años, los rendimientos han disminuido de manera importante debido a una serie de problemas que se le presenta, dentro de los cuales destaca la enfermedad del virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BYGMV). Con la finalidad de buscar alternativas tecnológicas para enfrentar este



problema, se diseñó y estableció el ensayo “Validación de variedades de frijol de alto potencial productivo” (vitrina tecnológica), el cual tuvo como objetivo; validar siete genotipos de frijol de alto potencial productivo, así como su tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol.

### **Materiales y métodos**

El ensayo se estableció en el área de validación de componentes de la plataforma Villa Corzo, CHP. De los siete genotipos evaluados; dos se encuentran en una etapa de validación (futuros a liberarse) y cinco son materiales comerciales, los cuales han sido generados por el programa de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y fueron proporcionados por el Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH). En el cuadro 6 se presenta la lista de los genotipos validados. El ensayo se estableció bajo un diseño de parcelas apareadas. El tamaño de parcela consistió en cinco surcos de 15 metros de longitud y una distancia entre surcos de 50 centímetros, equivalente a 37.5 m<sup>2</sup>, tomándose como parcela útil; tres surcos centrales por 5 metros de longitud con un área de (7.5 m<sup>2</sup>), por cada tratamiento se tomaron 3 muestras.

Cuadro 6. Genotipos de frijol validados en la vitrina tecnológica de frijol, ciclo PV 2018.

N° de tratamiento	Genotipo de frijol
1	Negro Tacana
2	T-10
3	T- 12
4	Michigan
5	Negro Jamapa
6	Sangre Maya
7	Verdín

Las variables agronómicas principales que se midieron fueron: respuesta de las variedades a la presencia de las enfermedades; Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BYGMV) y Mancha Angular (*Phaeoisariopsis griseola*), así como rendimiento. Para evaluar las dos primeras variables; se consideró realizarlas, siguiendo la metodología descrita en el manual Sistema Estándar editado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), para la Evaluación de Germoplasma de Frijol.

### **Manejo agronómico del cultivo**

La preparación del terreno se efectuó en junio con un rastreo manual, además se realizó una aplicación de herbicidas con 2,4D-Amina para el control de malezas de hoja ancha, de manera localizada se aplicó glifosato para controlar zacate borrego (*Cynodon dactylon*). La siembra se realizó el día 3 de julio, realizándose de manera manual (macaneado), depositando de tres a cuatro semillas por golpe cada 30 cm y una distancia entre surcos de 50 cm para tener una densidad de población aproximada de 233,100 plantas por hectárea.

Se realizaron dos fertilizaciones de manera foliar, la primera se realizó 8 días después de la siembra utilizando bayfolan, la segunda a los 43 días después utilizando Nutri phite plus P+K (00-28-26). Para controlar malezas; se realizaron dos aplicaciones de herbicidas después de la siembra, la primera se realizó cinco días después de la siembra, utilizando paraquat y la segunda a los 30 días utilizando el herbicida Fusiflex (Fomesafen + Fluazifop-p-butyl) producto selectivo al frijol. Para el control de plagas; se realizó una aplicación de insecticida para controlar plagas del género Diabrotica utilizando Allectus (bifentrina + imidacloprid). Después de esta aplicación, no se realizó ningún otro control, con la finalidad de que hubiera presencia de la plaga mosquita blanca, principal vector del virus “mosaico dorado amarillo del

frijol” y la enfermedad se manifestara en las variedades validadas y poder medir la tolerancia o resistencia de cada una de ellas. La cosecha de los materiales se realizó a los 87 días después de la siembra.

### Resultados

En la Figura 9, se presenta el comportamiento de los genotipos validados hacia la presencia de la enfermedad BYGMV de frijol. Como se puede observar, su presencia no fue importante, ya que en la mayoría de los genotipos solo se tuvo una incidencia menor del 4%. Cabe hacer notar que a pesar de no haber sido importante la presencia de la enfermedad, el genotipo Negro Jamapa tuvo mayor incidencia (17%), mientras que la variedad Verdín, no presentó plantas afectadas por la enfermedad. La falta de presencia de la enfermedad se argumenta por no haber existido las condiciones agroclimáticas apropiadas para contar con poblaciones altas de mosquita blanca. La poca presencia de la enfermedad no permite evaluar si los materiales validados presentan características genéticas de tolerancia o resistencia hacia la enfermedad BYGMV.

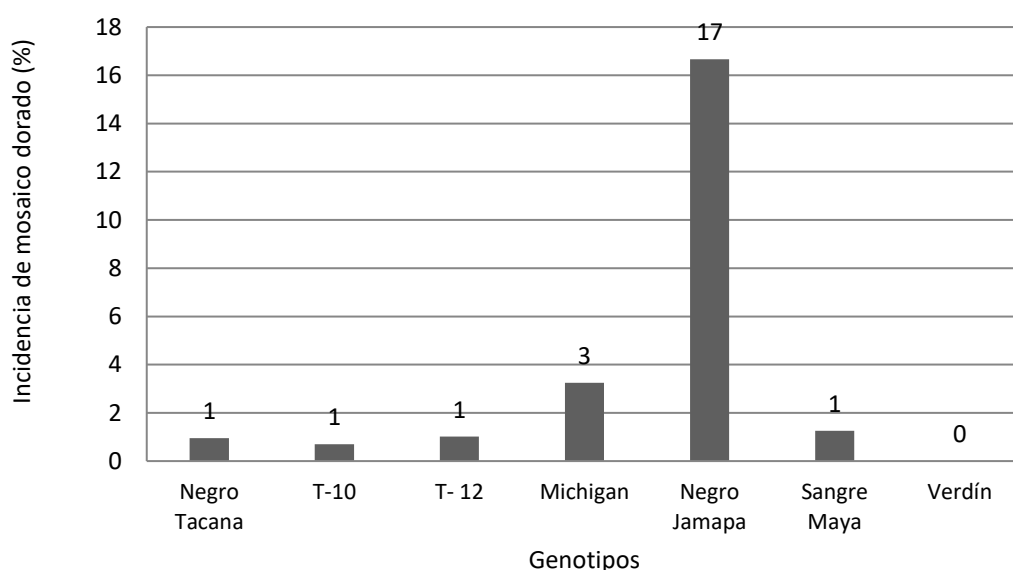


Figura 9. Incidencia (%) del virus mosaico dorado amarillo del frijol (BYGMV), en siete genotipos validados (vitrina tecnológica), ciclo PV 2018.

En lo que respecta al comportamiento de las variedades validadas a la presencia de la enfermedad mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), los resultados se presentan en la figura 10. Se observa que todos los materiales, se calificaron con una escala de 7 y 9, lo cual indica que tuvieron una incidencia severa. Las lesiones ocasionadas por la enfermedad se dieron en toda la planta (hojas y vainas), iniciando su presencia cuando el cultivo había terminado su floración. Los materiales más afectados fueron: T-10 y Sangre Maya, los cuales recibieron una calificación de 9, las variedades menos afectadas fueron el Negro Tacana, T-12, Michigan, Negro Jamapa y Verdín a quienes se les dio una calificación de 7.

Los resultados obtenidos señalan que los siete materiales son susceptibles a esta enfermedad, sin embargo, por lo avanzado del ciclo vegetativo del cultivo (madurez fisiológica) en la que se presentó, ésta no afectó el rendimiento.

Es importante considerar a que a pesar de que estos materiales son susceptibles a la enfermedad mancha angular, es necesario continuar validándolos, ya que su principal característica genética por lo que han

sido generados, es por su tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol y por su alto potencial de rendimiento.

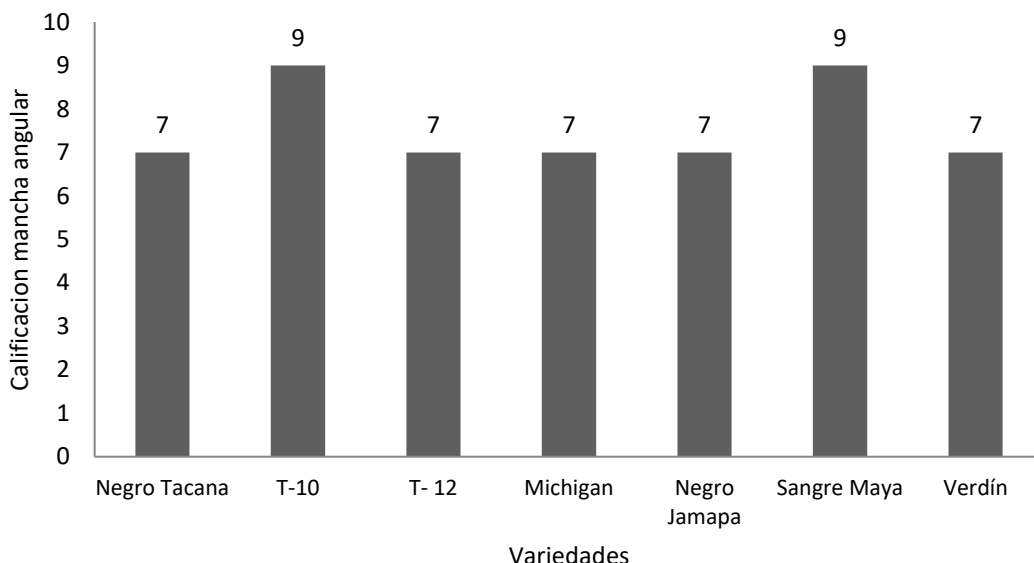


Figura 10. Calificación de presencia de mancha angular en siete variedades de frijol (Vitrina Tecnológica), PV 2018.

El encontrar una o más variedades que presente la característica genética de tolerancia a la enfermedad del BYGMV, sería de mucha ayuda para los productores que cultivan frijol, aun cuando sean susceptibles a mancha angular, ya que ésta, es una enfermedad que se puede controlar con el uso de fungicidas. Para el caso de la enfermedad de la roya no se presentó en los materiales.

En la figura 11, se presentan los resultados de rendimiento (kg/ha) obtenidos por los siete genotipos. Se observa que el mejor rendimiento lo obtuvo Verdín quien alcanzó a producir 1,339 kg/ha, los demás genotipos alcanzaron rendimientos que variaron de 616 a 833 kg/ha, dentro de los cuales destaca la variedad Michigan, mientras que los menores rendimientos fueron obtenidos por los genotipos T-10 y T-12, con 609 y 616 kg/ha.

Los resultados obtenidos durante este ciclo agrícola por parte de los genotipos validados, reflejan el regular crecimiento y desarrollo que presentaron las plantas, durante el ciclo vegetativo, lo mismo que la carga de vainas. Ese comportamiento manifestado por las variedades, está relacionado con la mala distribución que se tuvo de las lluvias este año; primeramente, por el estrés hídrico y después por la demasiada humedad acumulada en el suelo.

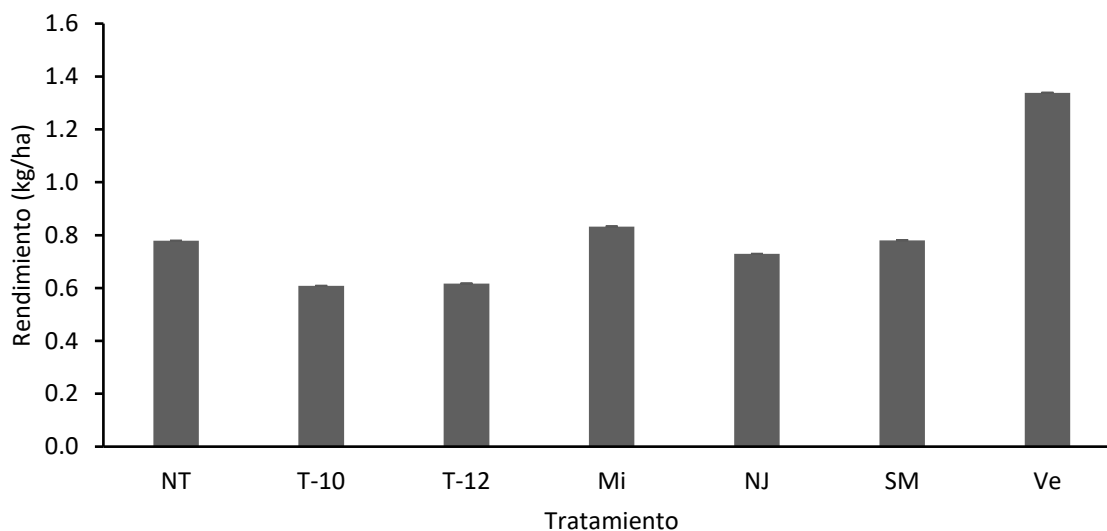


Figura 11. Rendimiento (kg/ha) de frijol al 12% de humedad en vitrina tecnológica, Villa Corzo, Chiapas, ciclo PV 2018.

### Conclusiones

La baja incidencia con la que se presentó la enfermedad virus del mosaico dorado, no permitió identificar si alguno de los genotipos validados presenta tolerancia o resistencia a dicha enfermedad.

Con respecto a la enfermedad mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), todos los genotipos validados mostraron ser susceptibles.

El mayor rendimiento lo obtuvo la variedad Verdín con 1,339 kg/ha.

### Validación de Sistemas de Producción Alternativos

#### Introducción

El agricultor Chiapaneco hoy en día, enfrenta una situación difícil, por un lado, los insumos cada vez más caros y por el otro un estancamiento en los precios de sus productos agrícolas, lo que ha llevado a una baja o nula rentabilidad de sus cultivos. La combinación de estas limitantes con los riesgos climáticos, hacen que las unidades productivas del pequeño agricultor se vuelvan riesgosas e improductivas. Ante tal situación, difícilmente podrá alcanzar buena productividad con solo sembrar maíz, tal como lo ha venido haciendo, necesita buscar sistemas de producción alternativos, en los cuales pueda diversificar su producción con la siembra de dos o más cultivos en la misma unidad de producción. El adoptar sistemas diversificados, le permitiría obtener la entrada de otros ingresos por la venta del producto de un segundo cultivo o bien producir forraje como una fuente alterna para su ganado o en el último de los casos, mejorar la fertilidad de sus suelos para volverlos más productivos.

Ante esta situación, es necesario buscar sistemas agrícolas alternativos, que ayuden al productor a mejorar su productividad y disminuir esos riesgos, razón por la cual se estableció el ensayo “validación de sistemas de producción alternativos”, el cual tiene como objetivo validar cultivos que se adapten a las condiciones agroclimáticas de la Frailesca con el propósito de generar recursos económicos para el productor o bien como una alternativa de forraje para su ganado, o bien, para mejorar la fertilidad del suelo.

## **Materiales y métodos**

El ensayo sistemas de producción alternativos se estableció en el área de componentes tecnológicos de la plataforma de investigación. El ensayo se estableció en franjas, de las cuales están divididas por barreras vegetativas. Las variables agronómicas que se midieron fueron: % de emergencia, altura de planta y de mazorca, días a floración, madurez fisiológica, y rendimiento. Durante el ciclo agrícola PV 2018, se validaron como sistemas de producción alternativos: maíz+calabaza y maíz+frijol-sorgo. El establecimiento del sistema maíz+calabaza; se inició con la siembra a partir del 30 de junio con el cultivo de maíz, la calabaza se estableció asociada al cultivo de maíz, 31 días después de haberse sembrado el maíz. El arreglo topológico utilizado para este sistema; consistió en sembrar el maíz como normalmente se siembra en monocultivo, es decir; a una distancia entre surco de 80 cm y una distancia entre mata de 40 cm, depositando por mata dos semillas, arreglo con el cual se tiene una densidad de siembra de 62,500 plantas/ha de maíz. A cada cuatro surcos de maíz, se sembró la calabaza, depositando dos semillas a cada tres metros en el mismo surco de maíz (es decir; por hectárea se establecen 31 surcos de maíz con calabaza), arreglo con el cual se tiene una densidad de población de 2,046 plantas/ha de calabaza.

Con respecto al arreglo topológico utilizado para el sistema maíz + frijol-sorgo; este consistió en establecer, primero la siembra del frijol como monocultivo, es decir; en toda la parcela, a los 20 días de haberse sembrado el frijol, se sembró el maíz de manera intercalada, estableciéndose dos hileras cada dos surcos de frijol, y la siembra del sorgo se iba a realizar en el área donde se cosecho el frijol, sin embargo en este ciclo agrícola, ya no se pudo establecer porque no se tuvo humedad para establecerlo.

El cultivo del frijol se sembró el 12 de julio a una distancia aproximada entre surco de 40 cm y una distancia entre mata de 35 cm, depositando por mata tres semillas, arreglo con el cual se tuvo una densidad de población aproximada de 200,000 plantas/ha. La siembra del maíz se realizó a los 19 días de haberse sembrado el frijol bajo el sistema de doble hilera, a una distancia aproximada entre hilera de 40 cm y a una distancia entre mata de 40 cm, depositando por mata dos semillas, arreglo con el cual se tuvo una densidad de siembra de 62,500 plantas/ha. El cultivo del sorgo se iba a establecer aproximadamente a una distancia entre surco de 40 cm y una distancia entre mata de 30 cm, depositando por mata cuatro semillas, arreglo con el cual se buscaba tener una densidad de población de 166,500 plantas/ha.

### ***Manejo agronómico del cultivo***

En este ciclo primavera verano 2018, la preparación del terreno se efectuó en el mes de junio con un rastreo para despedazar el rastrojo y controlar malezas de porte alto, realizándose, además, una aplicación de herbicidas para controlar malezas de hoja ancha y angosta. La aplicación se realizó en forma localizada hacia las áreas ocupadas por zacate borrego (*Cynodon dactylon*), utilizándose Glifosato y de forma general se utilizó 2,4-D éster.

Para controlar malezas después de la siembra en el sistema Maíz - Calabaza, se hicieron dos aplicaciones de herbicidas y un control manual (coa), la primera se realizó a los tres días después de haberse realizado la siembra del maíz, aplicando 2,4-D amina, a los 56 días de la siembra, se hizo la segunda aplicación en los surcos de maíz que no se sembró calabaza utilizando paraquat, el control manual (coa) de malezas se llevó a cabo solo para los surcos con calabaza realizándose a los 16 días después de haberse sembrado. Para el sistema Maíz +Frijol-Sorgo en el control de malezas se hizo una aplicación de herbicida a los 14 días después de la siembra del frijol utilizando como producto comercial Flex (Fomesafen) selectivo al cultivo de frijol, se hizo un segundo control de manera manual (coa) a los 58 días después de la siembra.

Se realizaron dos fertilizaciones para el maíz del sistema Maíz-Calabaza de manera superficial, la primera se realizó a los 19 días después de la siembra, aplicando por hectárea: 91 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 100 kg de cloruro de potasio. La segunda aplicación se llevó a cabo a los 49 días después de la siembra, aplicando 217 kg/ha de urea. En el sistema Maíz + Frijol-Sorgo, en el cultivo de frijol se realizaron dos fertilizaciones foliares, con los productos Bayfolan y Nutri phite plus P+K (00-28-26) a los 8 y 34 días después de la siembra respectivamente, para el maíz de este sistema se llevaron a cabo dos fertilizaciones superficiales la primera a los 23 días utilizando 91 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 100 kg de cloruro de potasio por hectárea, la segunda aplicación se realizó a los 46 días después de la siembra, aplicando 217 kg de urea por hectárea. Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), solo se realizó para el sistema Maíz-Calabaza con una aplicación de Palgus (Spinetoram).

### **Resultados**

Los resultados obtenidos con respecto al desarrollo y crecimiento de cada uno de los cultivos validados como sistemas de producción, muestran que el sistema maíz +calabaza; ha tenido buen comportamiento, mostrando un buen desarrollo y crecimiento, así como también una buena producción para el cultivo de maíz, no siendo así para el cultivo de calabaza, el cual se vio afectado por la falta de luminosidad ocasionada por la sombra proporcionada por el cultivo del maíz. Para el sistema Frijol +Maíz, no se tuvo los resultados esperados. Para frijol; su crecimiento y desarrollo, así como su producción fue muy bueno, no siendo así para el cultivo de maíz, el cual, por haberse sembrado a los 19 días del frijol, su desarrollo y crecimiento se vio afectado fuertemente por el sombreado que proporcione el cultivo del frijol, teniendo como resultado un crecimiento lento, lo cual se refleja en un tamaño de mazorca muy pequeña y por lo consiguiente un bajo rendimiento.

El principal factor que influyó para que el cultivo de maíz no tuviera buen desarrollo, ni tampoco buen crecimiento, fue la poca radiación solar obtenida desde las etapas de germinación e inicio de desarrollo y crecimiento. Estos resultados obtenidos, muestran la importancia que tiene el realizar la siembra del cultivo de maíz en una fecha más temprana, la cual debe ser antes de los 10 días de haberse sembrado el frijol, impidiendo que el maíz sea cubierto por el follaje del frijol, logrando de esta manera un buen desarrollo y crecimiento.

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos muestran que los sistemas de producción maíz+calabaza y frijol-maíz+sorgo, sembrándolos en fechas adecuadas se adaptan bien a las condiciones agroclimáticas de la región y representan una muy buena alternativa para los productores como generadores de ingresos a su economía familiar.

### **Resumen de capacitaciones en la plataforma**

Se realizaron dos eventos demostrativos mediante recorridos técnicos, donde participaron productores, técnicos y estudiantes, asistiendo un total de 120 personas, de los cuales; 110 fueron hombres y 10 mujeres (cuadro 7); el primer recorrido se realizó con productores y técnicos de la región Frailesca provenientes de los Ejidos: Jesús M. Garza, Domingo Chanona, Francisco Villa, Ranchería el Palomar y de la cabecera municipal de Villa Corzo y Villaflores, Chiapas. El segundo evento, se llevó a cabo con productores del Estado de Tabasco y del municipio de Villa Corzo, Chiapas. Lo que se busca con la realización de estos eventos es dar a conocer, capacitar y poner a disposición de los productores, técnicos, estudiantes y tomadores de decisiones, los resultados de investigación y validación que se están realizando en la plataforma de investigación Villa Corzo y captar sus demandas tecnológicas.

Cuadro 7. Número de participantes a los eventos demostrativos en la plataforma de investigación, PV 2018.

Participantes en eventos	Número de hombres	Número de mujeres
Productores	64	7
Técnicos	37	3
Estudiantes	1	0
Representantes de gobierno	4	0
Instituciones	1	0
Dependencias	2	0
Otros despachos	1	0
<b>Total de asistentes</b>	<b>110</b>	<b>10</b>

Por medio de los eventos demostrativos y giras de intercambio de experiencias llevados a cabo en la plataforma de investigación, así como también, mediante los cursos de capacitación, se han logrado lazos importantes de vinculación con representantes de diferentes dependencias gubernamentales (SAGARPA, actualmente SADER, Secretaria del Campo, actualmente SAGyP, Conanp, Presidencias Municipales, PROASE, FIRA), Despachos Agropecuarios, Comisariados Ejidales, productores y técnicos de varias regiones del Estado de Chiapas, lo mismo; que con productores y técnicos de diferentes regiones del Estado de Tabasco. Esta vinculación ha permitido difundir los resultados obtenidos en la plataforma de investigación, logrando con estas acciones, dar a conocer y poner a disposición de los productores, técnicos, estudiantes y tomadores de decisiones, las nuevas tecnologías generadas por el programa MasAgro y captar sus demandas tecnológicas.

### **Conclusiones de resultados e implicaciones para productores**

Los resultados obtenidos por los diferentes trabajos de investigación, han sido importantes; destacan los resultados obtenidos con la evaluación y validación de genotipos de maíz generados por el programa MasAgro-Maíz, los cuales mostraron poseer características genéticas de alto potencial de rendimiento y algunos de ellos, tolerancia a la enfermedad complejo mancha de asfalto. Dichos materiales ya están en el mercado regional a disposición de los productores a través de las empresas Semilleras (Proase y Proceso) que están bajo convenio con MasAgro, representando una alternativa sustentable y rentable para incrementar productividad y combatir dicha enfermedad. Con respecto a la generación de alternativas de mediano y largo plazo; destacan los resultados obtenidos por los sistemas de producción maíz-canavalia, maíz-dolichos, cultivados bajo el sistema de agricultura de conservación, ya que representan alternativas para que el productor mejore sus ingresos, mejore la fertilidad del suelo y obtenga forraje para su ganado. Se han evaluado variedades de frijol generadas por INIFAP, las cuales han obtenido buenos rendimientos y algunas de ellas, tolerancia a la enfermedad virus del mosaico dorado amarillo del frijol, las cuales representan alternativas que permiten mejorar los ingresos y también están a disposición de los agricultores. En lo que se refiere a la vinculación y desarrollo de capacidades; a través de las reuniones de presentación de resultados, los eventos demostrativos, giras de intercambio de experiencias y los cursos de capacitación, se difundió la tecnología generada y validada en la plataforma de investigación, logrando por medio de estas actividades impactar de manera importante con representantes de las diferentes dependencias del sector agropecuario, productores, técnicos y estudiantes.



Villa Corzo, Chiapas. Siembra de la vitrina tecnológica de maíz bajo el sistema de agricultura de conservación, junio 30 de 2018.



Villa Corzo, Chiapas. Vitrina tecnológica de maíz bajo el sistema de agricultura de conservación, septiembre 8 de 2018.





Villa Corzo, Chiapas. 1a. Fertilización del sistema maíz-canavalia bajo el manejo de cero labranza con 50% de rastrojo, agosto 2 de 2018.



Villa Corzo, Chiapas. Sistema maíz/canavalia+cero labranza+50% de rastrojo contra maíz/maíz+cero labranza+sin rastrojo, agosto 5 de 2018.



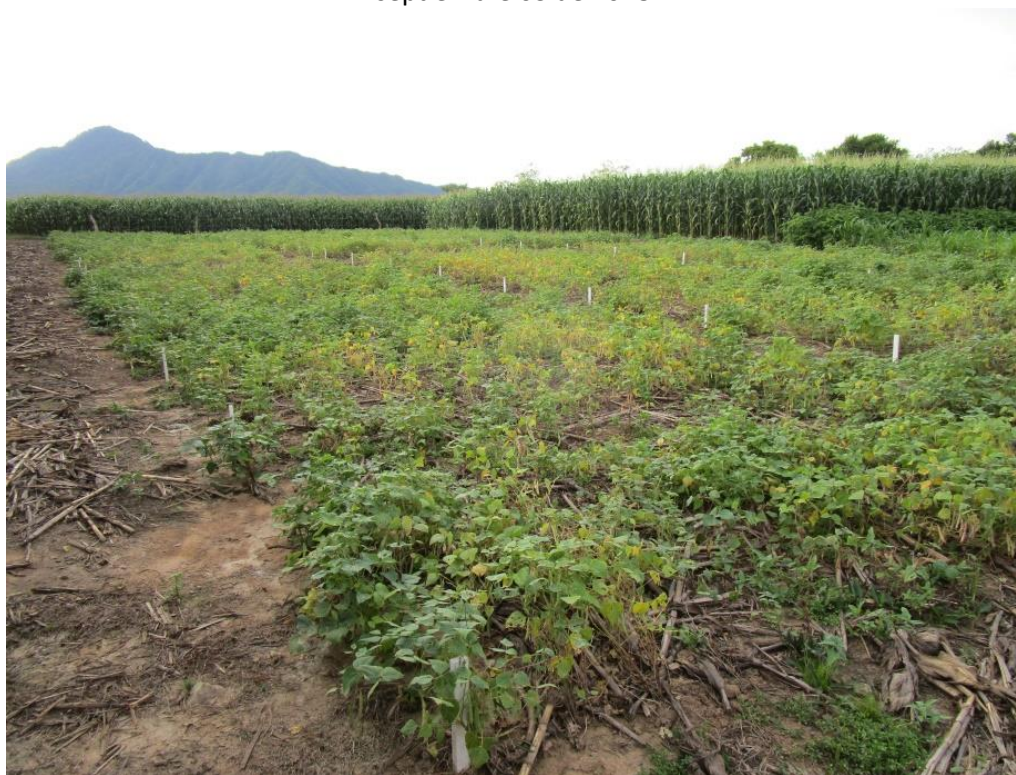
Villa Corzo, Chiapas. Desarrollo del maíz a dos años de establecido el sistema maíz/canavalia+cero labranza+50% de rastrojo, fertilizado con 18 kg/ha de nitrógeno, agosto 5 de 2018.



Villa Corzo, Chiapas. Desarrollo de la canavalia en el sistema maíz/canavalia+cero labranza+50% de rastrojo, noviembre 01 de 2018.



Villa Corzo, Chiapas. Desarrollo del maíz bajo la práctica agronómica “formación de diques” (Pileteo), septiembre 03 de 2018.



Villa Corzo, Chiapas. Inicio de la etapa de madurez fisiológica del cultivo de frijol en la vitrina tecnológica y el ensayo de variedades de frijol, septiembre 10 de 2018.



Villa Corzo, Chiapas. Desarrollo y crecimiento de los cultivos de maíz y frijol bajo el sistema de producción alternativo maíz+frijol-sorgo, septiembre 03 de 2018.



# HUB VALLES ALTOS

## Cuautempan, Puebla – PV 2018 y OI 2018-2019 – Año 4

Juan Espidio Balbuena

Unión Rural de Productores de Cuautempan y Tetela SPR de RL

### Introducción

La plataforma de investigación Cuautempan que se encuentra ubicada en la comunidad de Hueytenantan, del municipio de Cuautempan en el estado de Puebla, se ubica en una región donde predomina un clima templado subhúmedo con lluvias abundantes en verano, a una altitud de 1630 msnm y una temperatura promedio anual alrededor de los dieciséis grados centígrados; en esta región se practica una agricultura predominantemente de temporal con un alto porcentaje de actividades realizadas en forma manual y donde el destino de la producción es para autoconsumo, los principales cultivos, son: maíz, frijol, chile serrano, arvejón, haba, ebo y frutales como aguacate, manzana, durazno, higo entre otras especies de menor relevancia.

Los costos de producción de prácticamente cualquier cultivo, son elevados, la principal actividad que encarece la producción, es el control de malezas ya que se realiza de forma manual; además, en el cultivo de maíz, se ha identificado ataque de plagas y enfermedades diversas, aunque las enfermedades no se controlan y en el caso de plagas, el control se enfoca más en aquellas que se consideran de relevancia económica, como gusano cogollero y gallina ciega. Es común que en la temporada de huracanes se tengan problemas de acame debido al alto volumen de lluvia que ocasiona el reblandecimiento de la tierra, combinado con el uso de materiales de ciclo largo de porte alto y rotura de raíces superficiales ocasionada por el azadón en un control de malezas cuando el sistema radicular está prácticamente establecido.

Se siembran cultivos invernales con humedad residual tales como arvejón, avena, ebo, haba y más recientemente triticale; es de interés comentar que se han dejado de sembrar en una gran superficie debido a la cada vez más recurrente falta de lloviznas invernales, pues debido a este fenómeno ya no se observa un buen amarre y llenado de grano.

Los tratamientos incluidos en la plataforma, tienen como principal objetivo generar alternativas al manejo convencional para incrementar la producción, mejorar la rentabilidad y conservar los recursos disponibles promoviendo un uso más racional; por ello se trabaja con maíces nativos y arvejón pues son cultivos fundamentales para la seguridad alimentaria de las familias de la región.

Así mismo, se ha observado que en la región se presentan pérdidas de grano durante el periodo de almacenamiento; estas pérdidas van desde el 5 y hasta el 30 por ciento del volumen almacenado. Por ello se decidió el establecimiento de una plataforma de poscosecha junto con la plataforma original.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

Esta plataforma inició realizando trabajo de investigación y validación tres años antes de consolidar un convenio de colaboración entre el CIMMYT y Unión Rural de Productores de Cuautempan y Tetela SPR de RL (URPROCT SPR de RL), actualmente se encuentra en su cuarto año de operación.

Antes de iniciar el establecimiento del experimento principal, se incorporó el rastrojo al cien por ciento durante tres años, por lo que durante los primeros dos años se observó un impacto en todos los tratamientos por la materia orgánica incorporada durante este período, es hasta el tercer año, donde se visibiliza más un comportamiento diferido de los tratamientos con respecto a la disponibilidad de nutrientes y las fuentes así como la fórmula de fertilización en sí, fuera de esto, no se realizó actividad alguna que pueda tener un impacto a más largo plazo en los tratamientos del experimento principal.

En cuanto a la necesidad de almacenamiento eficiente del grano de maíz, se ha trabajado con familias de la región por varios años el reuso de recipientes de PET que se lavan y secan para luego almacenar grano con baja humedad por períodos que van desde tres hasta doce meses. La plataforma poscosecha se encuentra en su segundo año de investigación formal con un experimento que incluye tratamientos a seis y ocho meses.

## Materiales y métodos

### *Tratamientos del ensayo agronómico*

En esta plataforma, se realiza la comparación entre labranza convencional y cero labranza; unicultivo maíz y rotación maíz-arvejón; tratamiento de residuos dejar 100%, dejar parcialmente y retirar completamente; fertilización solamente nitrogenada (92-00-00) y aportar los tres macroelementos (124-32-32); uso de semilla de maíz híbrido y semilla de maíz criollo local; finalmente siembra convencional 3 semillas cada 60 cm y una modificación de 2 semillas cada 40 cm; en el área flexible se cuenta con un espacio para evaluar el comportamiento de maíces híbridos (mejorados)(cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos establecidos en la plataforma de investigación Cuautempan, Puebla, PV 2018.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	de Manejo de rastrojo	Fertilización	Tipo de semilla	Arreglo topológico *
1	M,LC,R,f1,s1,a1	Maíz	Labranza convencional	Remover	92-00-00	Criollo	3,60,75
2	M,LC,R,f1,s1,a2	Maíz	Labranza convencional	Remover	92-00-00	Criollo	2,40,75
3	M,LC,R,f1,s2,a2	Maíz	Labranza convencional	Remover	92-00-00	Híbrido	2,40,75
4	M,LC,R,f2,s1,a2	Maíz	Labranza convencional	Remover	124-32-32	Criollo	2,40,75
5	M-ar,CL,D,f1,s1,a2	Maíz-arvejón	Cero labranza	Dejar	92-00-00	Criollo	2,40,75
6	M-ar,CL,D,f2,s1,a2	Maíz-arvejón	Cero labranza	Dejar	124-32-32	Criollo	2,40,75
7	M-ar,CL,P,f1,s1,a2	Maíz-arvejón	Cero labranza	Parcial	92-00-00	Criollo	2,40,75
8	M-ar,CL,P,f2,s1,a2	Maíz-arvejón	Cero labranza	Parcial	124-32-32	Criollo	2,40,75
9	M-ar,CL,D,f2,s2,a2	Maíz-arvejón	Cero labranza	Dejar	124-32-32	Híbrido	2,40,75
10	M,CL,D,f1,s1,a2	Maíz	Cero labranza	Dejar	92-00-00	Criollo	2,40,75

\*Arreglo topológico. 3, 60, 75: 3 semillas por golpe a una distancia de 0.60 m con un ancho de surco de 0.75 m. 2, 40, 75: 2 semillas por golpe a una distancia de 0.40 m con un ancho de surco de 0.75 m.

### *Tratamientos del ensayo de poscosecha*

En la plataforma poscosecha, los tratamientos tradicionales de la región incluyen las mazorcas colgadas en las casas y el tratamiento del grano con producto químico (“graneril”); estos se compararon contra las

tecnologías del silo metálico hermético, la bolsa plástica ziploc, el costal con cal micronizada y los garrafones de pet (cuadro 2). Se colocaron en un espacio exclusivamente destinado para este propósito, el arreglo y distribución de los recipientes se pueden observar en la figura 1.

Cuadro 2. Tratamientos establecidos en la plataforma de investigación Cuautempan, Puebla, PV 2018.

No. de trat.	Abreviación	Cultivo	Cantidad de Grano (kg)	Tecnología de almacenamiento	Acondicionamiento del grano	Otra variable (p.ej., tiempo)
1	SMH	Maíz	50	Silo metálico hermético	Ninguno	8 meses
2	BPHZ	Maíz	40	Bolsa plástica hermética (zíper)	Ninguno	8 meses
3	COS, CM	Maíz	40	Costal	Cal micronizada	8 meses
4	GPET	Maíz	17	Garrafón de PET	Ninguno	8 meses
5	COS, QUIM*	Maíz	40	Costal	(Polvo) Graneril	8 meses
6	MAZCOL*	Maíz	24	Mazorcas colgadas	Ninguno	8 meses

\* Práctica tradicional.

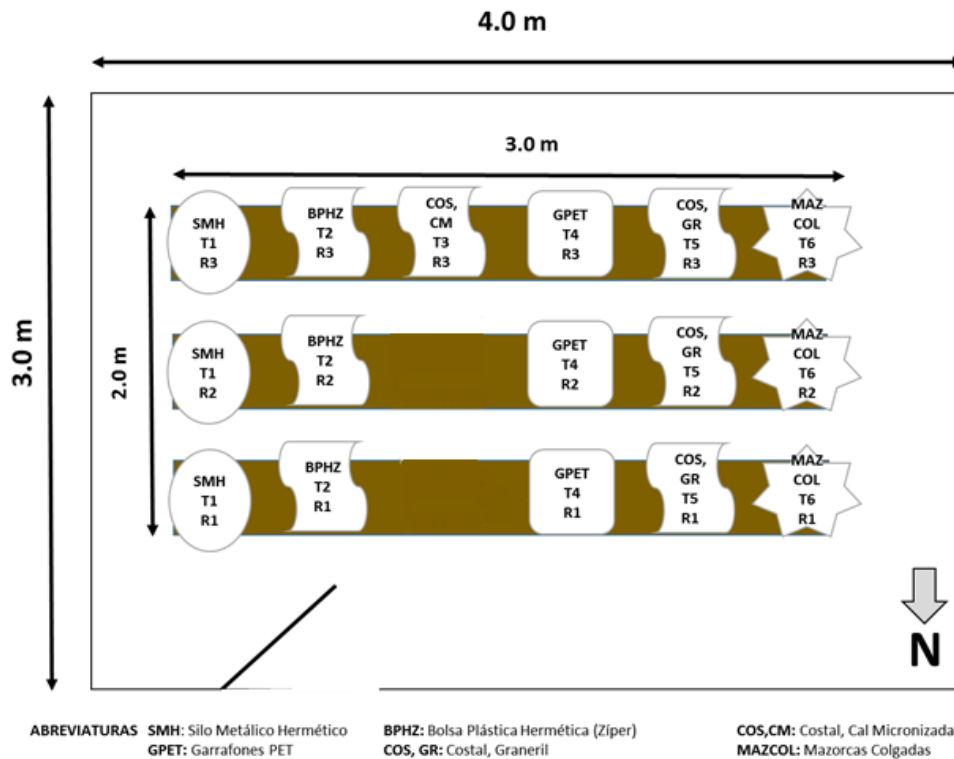


Figura 1. Distribución de los recipientes en la plataforma de poscosecha Cuautempan, Puebla.



### ***Resumen del ciclo del reporte***

PV 2018: Este ciclo estuvo caracterizado por un período de lluvias completamente errático y tardío, el período de lluvias se estableció hasta el mes de junio por lo que la siembra se retrasó; durante los meses en los que se presenta una mayor presencia de lluvias (septiembre y octubre) la cantidad estuvo muy disminuida, es decir, el período de sequía intraestival fue intenso. Aun así, la cantidad fue suficiente para que el desarrollo del cultivo y el llenado de grano se realizaran y pudiésemos obtener producción y su consecuente evaluación.

OI 2018-2019: Este fue un ciclo muy seco, con muy poca presencia de humedad residual y ausencia total de lloviznas durante prácticamente todo el ciclo, debido a este fenómeno meteorológico, la producción se vio disminuida, por lo que se observan rendimientos bajos, que, aún así, demuestran el beneficio económico del cultivo de arvejón.

Poscosecha: El ensayo se estableció sin contratiempos, al principio se presentaron problemas con ardillas que dañaron las mazorcas colgadas y el tratamiento con cal micronizada, lo que ocasionó que se tuviese que colocar una malla protectora y así evitar su ingreso. Luego de esto, el experimento continuó su desarrollo sin contratiempos y de acuerdo a los resultados el tratamiento con mayores pérdidas es el de mazorcas colgadas, mientras que el resto de los tratamientos no muestran diferencias significativas.

### ***Manejo de la plataforma***

PV 2018: La preparación del suelo para los tratamientos en labranza convencional se realizó en abril mediante un barbecho manual con talacho y un surcado con azadón. La siembra se realizó de manera manual con chuzo (herramienta similar al espeque con punta de metal) durante la primer quincena del mes de junio (12 de junio) pues las lluvias se retrasaron, se sembró semilla de maíz criollo local ("Teteligtic") e híbrido (Z60) sin tratamiento de acondicionamiento más que el que ya traía la semilla mejorada; de acuerdo con los tratamientos se realizó la siembra de manera mateada a dos distancias, surcos a 75 cm, matas a 40 cm con dos semillas y 60 cm con tres semillas por mata. La fertilización se realizó de acuerdo a los tratamientos, para aquellos que incluyen los tres elementos primarios N-P-K, se realizó la primera fertilización el 23 de julio aplicando 9 g de triple 16 para la siembra de 60 cm y 6 g para la siembra de 40 cm y la segunda fertilización se realizó el 13 de agosto con las mismas cantidades, pero de urea, ambas de manera manual. La presencia de plagas fue baja, observando picudo, diabrotica y gusano cogollero para lo cual solamente se realizó una aspersión estratégica con cipermetrina (0.2 l de producto comercial Arribo por litro de agua) más ácidos húmicos y aminoácidos comerciales con aspersora manual el 25 de julio. El control de malezas para los tratamientos de labranza convencional se realizó de manera manual con azadón y para el caso de cero labranza se realizó la aplicación de 1.5 l de glufosinato de amonio (Finale) por hectárea más adherente. La cosecha se realizó también de forma manual, pisando en pie, llevando a un espacio para su secado y posterior desgrane. Durante este proceso se separa la muestra de dos surcos de 15 m de longitud para llevar a cabo la estimación de rendimiento. El desgrane también se realiza de manera manual.

OI 2018-2019: La semilla del arvejón sembrado en los tratamientos que así lo incluyen germinó, aunque pronto presentó evidencias de necesidad de humedad, la siembra se realizó en línea a una hilera, depositando la semilla sobre el lomo de los surcos de siembra de maíz del ciclo anterior, a una densidad de 120 kg/ha; la semilla fue tapada con una capa de tierra de aproximadamente 4 cm, esto se realizó de manera manual con azadón. La incidencia de hongos fitopatógenos causantes del mal del talluelo, fue muy baja. Se detectó presencia de pulgón, para realizar su control, se procedió a la aplicación de

cipermetrina con aminoácidos (A-micsur) y fósforo foliar de forma manual. La humedad fue insuficiente para tener un buen llenado de grano, en sí, desde la floración y amarre se observaron signos de estrés por falta de humedad. La cosecha se realizó de forma manual mediante el proceso de arranque, azote con vara para la trilla y limpia manual con la acción del viento y el aventado de grano.

Poscosecha: El establecimiento del ensayo se llevó a cabo el día 2 de enero de 2018 con la presencia del personal responsable de la plataforma y de la coordinación del CIMMYT, se estableció de acuerdo al protocolo elaborado para tal fin. Posteriormente se realizó al menos una visita cada mes con la elaboración del respectivo reporte. Solamente se realizó la adecuación de colocar la malla para evitar el ingreso de ardillas que continuaran comiendo el grano. El levantamiento del ensayo se realizó el 8 de septiembre de 2018 con el apoyo técnico del personal de coordinación del CIMMYT, de productoras y productores que constataron los resultados y del personal técnico de la plataforma; todas estas actividades se realizaron sin contratiempos.

### Área de validación

Se colocó una vitrina para la validación de 10 semillas mejoradas (cuadro 3).

Cuadro 3. Híbridos evaluados en la plataforma de Cuautempan, Puebla, PV 2018

Nombre comercial	Empresa
Albatros	Asgrow
ST10W	El Trébol
AZ25	Prosema
BGB84W	Biogene
Gladiador	Aspros
Cenzontle	Asgrow
HUE CP-14 TROPICAL 1 PL	Colpos
PROCESO-SP-277W	Proceso
CSTHW1001-GD17B-741	CIMMYT
HUE-CP-15 SINT TROPI 3 MZ PL	Colpos

La siembra de estas variedades se llevó a cabo el día 15 de junio, la siembra se realizó de forma manual, se establecieron lotes de validación de diez surcos con cinco metros de longitud cada uno y una separación entre lotes de un metro. El arreglo topológico fue el mismo que se está usando en el ensayo principal, 75 cm entre surcos, 40 cm entre matas y dos semillas por mata. Es importante mencionar que todos los materiales muestran susceptibilidad a las enfermedades por hongos, dentro de los principales se puede mencionar, roya y pudrición por turcicum; esta susceptibilidad afectó a todos y cada uno de los materiales. Se determinaron datos referidos a grano limpio (grano para consumo), grano dañado (grano podrido, con presencia de hongos y micotoxinas) y grano total.

## Resultados

### Ensayo principal

#### PV 2018

Como se puede observar en el siguiente cuadro, todos los tratamientos en labranza convencional han superado los \$21,000.00 por hectárea en costos de producción, mientras que todos los tratamientos en cero labranza se encuentran por debajo de los \$16,500.00 por hectárea, a excepción del tratamiento 9 M-ar, CL, D, f2, s2, a2, esto es debido a que este tratamiento se encarece por la compra de semilla de maíz híbrido.

Cuadro 4. Análisis parcial de costos de producción maíz ciclo PV 2018 en la plataforma de Cuautempan, Puebla.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		M,LC,R,f1,s 1,a1	M,LC,R,f1,s 1,a2	M,LC,R,f1,s 2,a2	M,LC,R,f2,s 1,a2	M- Ar,CL,D,f1,s 1,a2	M- Ar,CL,D,f2,s 1,a2	M- Ar,CL,P,f1,s 1,a2	M- Ar,CL,P,f2,s 1,a2	M- Ar,CL,D,f2,s 2,a2	M,CL,D,f1,s 1,a2
Preparación de suelo (\$MXN/ha)		4760	4760	4760	4760	885	885	885	885	885	885
Siembra (\$MXN/ha)		2120	2770	4970	2770	2770	2770	2770	2770	4970	2770
Fertilización (\$MXN/ha)		1860	1860	1860	3960	1860	3960	1860	3960	3960	1860
Manejo de malezas (\$MXN/ha)		6630	6630	6630	6630	956	956	956	956	956	956
Manejo de plagas y enfermedades (\$MXN/ha)		670	670	670	670	670	670	670	670	670	670
Riego (\$MXN/ha)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cosecha (\$MXN/ha)		5570	6220	5960	6220	6740	7000	6220	7000	5830	6220
<b>Costo de producción total (\$MXN/ha)</b>		<b>21610</b>	<b>22910</b>	<b>24850</b>	<b>25010</b>	<b>13881</b>	<b>16241</b>	<b>13361</b>	<b>16241</b>	<b>17271</b>	<b>13361</b>

Así mismo, se observa que los tratamientos en labranza convencional, se encarecen por dos actividades, a decir, la preparación del suelo que incluye barbecho, surcado y al control de malezas que se realiza de manera manual con azadón. Esto es un llamado de atención para los que estamos en estos temas, pues se convierte en una necesidad el abaratar estos costos de producción; en cuanto a los tratamientos en cero labranza, podemos mencionar que los costos por fertilización, andan a la par con los de siembra y no existe alguna actividad que sea demasiado cara. Para la totalidad de tratamientos, la actividad de cosecha genera costos muy similares y la actividad que encarece es el desgrane que se realiza de manera manual, por lo que se sugiere incursionar en el desgrane mecanizado o de alguna manera hacerlo más eficiente.

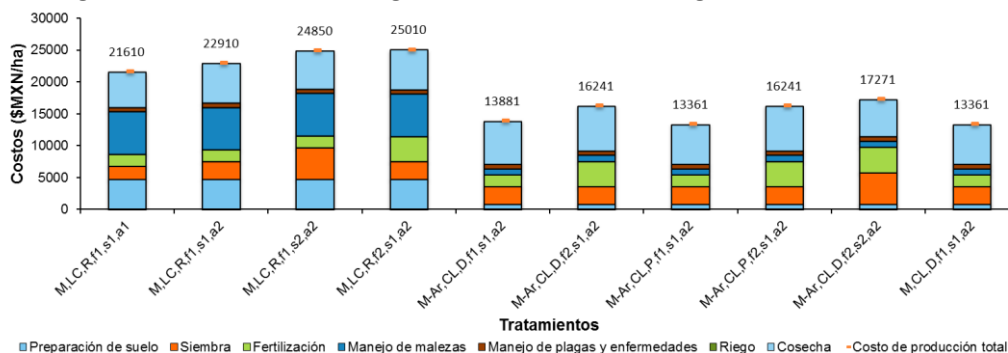


Figura 2. Desglose de los costos de producción por tratamiento en PV 2018 en la plataforma de Cuautempan, Puebla.

Los resultados de rendimiento de grano muestran que son los tratamientos en AC con maíz criollo, los que tuvieron un mayor rendimiento, en particular, el tratamiento M-ar,CL,D,f2,s1,a2 tuvo un rendimiento de 5.14 t/ha (al 14% de humedad), seguido del tratamiento M-ar,CL,D,f1,s1,a2 con 4.58 t/ha; los tratamientos 3 y 9 fueron los que más bajo rendimiento presentaron con 1.49 y 1.76 t/ha respectivamente.

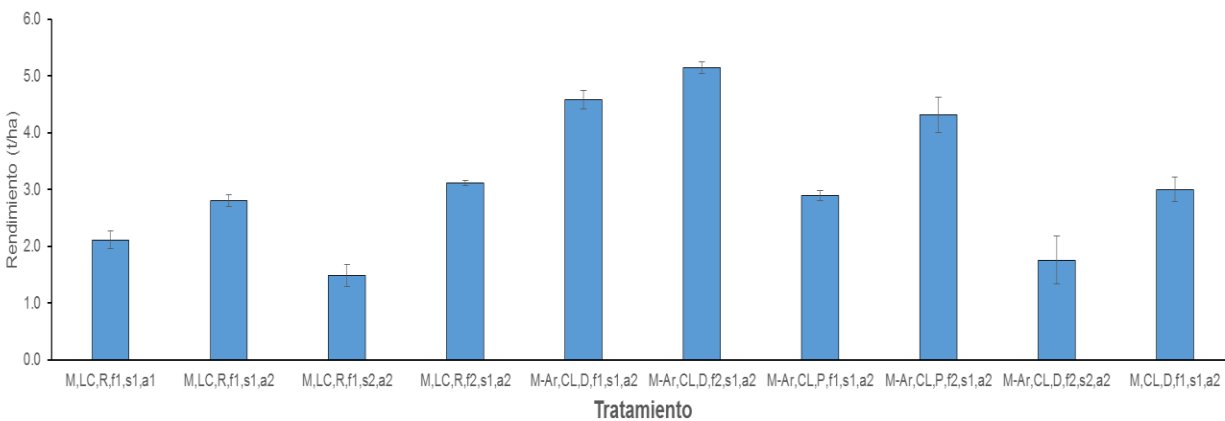


Figura 3. Rendimiento de grano por tratamiento PV 2018 en la plataforma de Cuautempan, Puebla.

En cuanto a rentabilidad, a excepción del tratamiento 9 que incluyó AC con maíz híbrido, son los tratamientos de AC (5,6,7,8 y 10) los que presentan una rentabilidad positiva, mientras que todos los tratamientos en LC tienen una rentabilidad económica negativa.

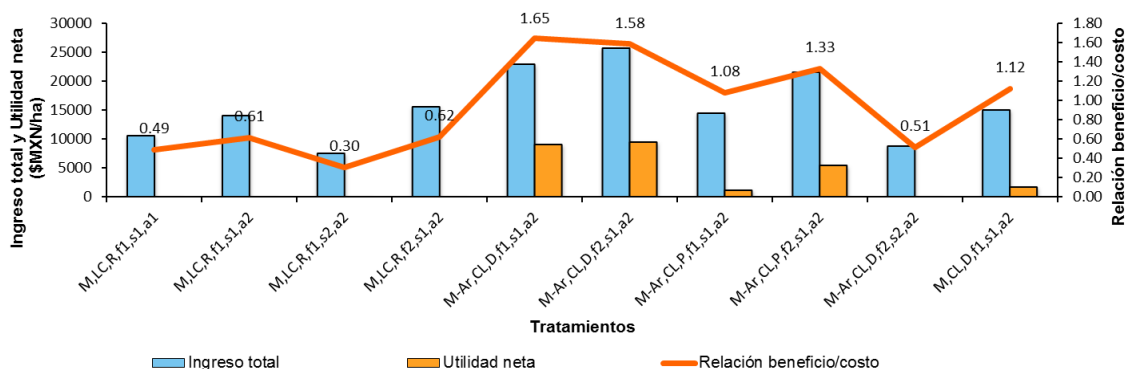


Figura 4. Desglose de rentabilidad económica por tratamiento de PV 2018 en la plataforma de Cuautempan, Puebla.

### OI 2018-2019

El tratamiento con menor rendimiento de arvejo grano fue de 0.54 mientras que el mayor fue de 1,01 t/ha (prácticamente un 50% menor al ciclo OI 2017-2018), esto implica que a \$16 que se vende cada kg se obtengan entre \$8,591 y \$16,180 por ha con un costo de producción de \$7,650 por ha lo que nos muestra una rentabilidad positiva para todos los tratamientos obteniendo entre \$941 y \$8,530 por ha. Lo anterior, muestra el potencial económico, del cultivo aún en condiciones extremas de falta de humedad para la región, así mismo, nos indica un elemento que puede ser estratégico en el objetivo de incrementar la disponibilidad de granos. Una gran ventaja de los cultivos invernales para el pequeño productor, es el alto potencial productivo en referencia al uso de insumos, especialmente fertilizantes y/o abonos de

origen animal; además el cultivo en sí, no es demandante en cuanto a la aplicación de agroquímicos para control de plagas y enfermedades. Al no haber diferencias en manejo, los costos de producción fueron iguales para todos los tratamientos.

La rentabilidad varía, se observa que los tratamientos 5 y 6 mostraron un mayor rendimiento que el resto, durante el presente ciclo se atribuyen rendimientos mejores a la cobertura de rastrojos que ayudaron a la mejor administración de la muy poca humedad residual en el suelo (recordemos que no hubo presencia de lloviznas invernales), se recomienda continuar con el experimento para lograr resultados más concluyentes.

Cuadro 5. Análisis de rentabilidad de arvejo invernal (ciclo O-I 2018-19).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		M,LC,R,f1,s 1,a1	M,LC,R,f1,s 1,a2	M,LC,R,f1,s 2,a2	M,LC,R,f2,s 1,a2	M- Ar,CL,D,f1,s 1,a2	M- Ar,CL,D,f2,s 1,a2	M- Ar,CL,P,f1,s 1,a2	M- Ar,CL,P,f2,s 1,a2	M- Ar,CL,D,f2,s 2,a2	M,CL,D,f1,s 1,a2
Precio grano	\$MXN/t	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000
Rendimiento (Humedad ajustada)	t/ha	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.83	1.01	0.62	0.69	0.54	#iDIV/0!
Ingreso total	(\$MXN/ha)	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	13310	16180	9940	10967	8591	#iDIV/0!
Costo de producción total	(\$MXN/ha)	0	0	0	0	7650	7650	7650	7650	7650	0
Utilidad neta	(\$MXN/ha)	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	5660	8530	2290	3317	941	#iDIV/0!
Costo por tonelada	\$MXN/t	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	9196	7565	12314	11160	14247	#iDIV/0!
Relación beneficio/costo		#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1.74	2.12	1.30	1.43	1.12	#iDIV/0!

En cuanto a rentabilidad económica, todos los tratamientos están sobre 1.1 de relación beneficio/costo, y solamente el tratamiento 6 está por encima de una relación de 2 (2.12); a pesar de la sequía extrema a que estuvo sujeto el cultivo durante el ciclo OI 2018-2019, la producción que se realiza con muy bajo uso de insumos y que genera empleo durante la temporada, es de interés para una estrategia local y regional de producción de granos básicos con enfoque de seguridad alimentaria familiar y de sustentabilidad, pues la AC promueve principios de sustentabilidad económica, social y ecológica.

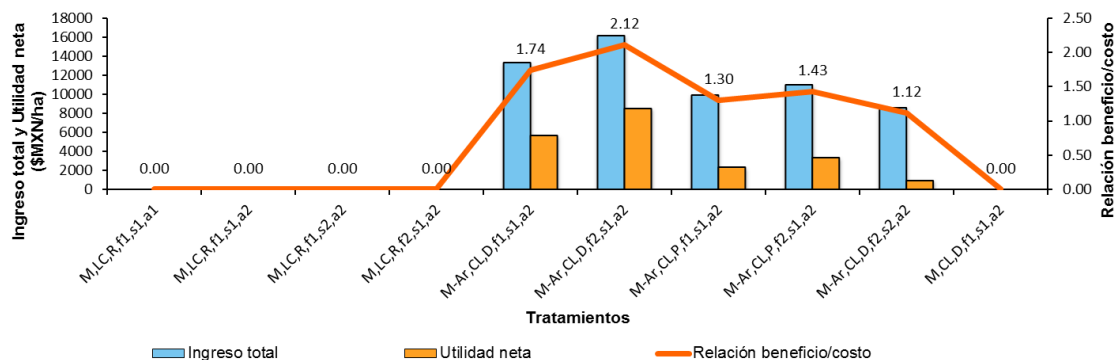


Figura 5. Análisis de rentabilidad económica por tratamiento ciclo OI 2018.

### Poscosecha

El tratamiento con mayor pérdida fue el del costal con cal micronizada, seguido de las mazorcas colgadas, ambos tratamientos fueron dañados por la ardilla, es interesante observar que la ardilla pudo identificar el costal con cal y que a pesar de tener allí junto los costales con la bolsa zip loc y con producto químico,

fuese el de cal el elegido. Esto quizá muestra que su olfato se encuentra muy bien adaptado a identificar la presencia de productos químicos que le pueden dañar, así como el hecho de no poder percibir el maíz en la bolsa hermética ni los garrafones pet. Es importante mencionar que los resultados aquí mostrados fueron obtenidos en muestras de 500 gramos de todos y cada uno de los tratamientos.

### Análisis comparativo Peso inicial Vs Peso final

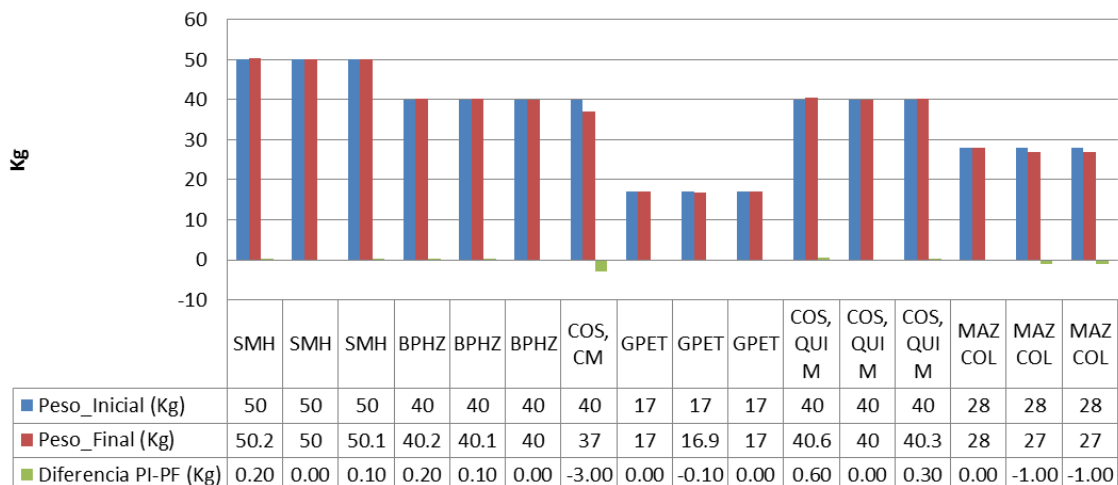


Figura 6. Análisis comparativo de peso inicial y peso final de grano por tratamiento en la plataforma de poscosecha, Cuautempan, Puebla.

En cuanto al grano dañado, respecto a la lectura inicial durante el establecimiento del ensayo, los mayores daños observados son por hongos en los tratamientos de mazorcas colgadas y costal con graneril, seguido del daño por insectos que afectó en mayor medida al tratamiento de mazorcas colgadas y un silo metálico hermético, estos y otros detalles pueden ser observados en el siguiente cuadro.

Tratamiento	Humedad	Temperatura	Porc_Quebrados	Porc_Dañado Insectos	Porc_Dañado Hongos	Porc_Dañado Roedores	Porc_Dañado Otros
<b>TODOS Inicio</b>	12.01	13.26	3.79	0.09	8.95	0.00	2.35
SMH	12.60	24.86	1.80	2.73	10.62	0.00	4.13
BPHZ	13.15	23.22	1.66	0.65	11.66	0.00	3.94
COS, CM	11.10	22.60	1.60	0.36	10.60	0.00	4.14
GPET	12.19	22.54	1.60	0.41	9.54	0.13	4.20
COS, QUIM	11.76	22.41	2.07	0.18	16.00	0.00	3.07
MAZCOL	14.13	23.92	0.80	4.47	26.42	0.13	6.91

Cuadro 6. Análisis comparativo de daños en grano en la plataforma de poscosecha, Cuautempan, Puebla.

Los granos dañados que se observaron en los tratamientos luego del levantamiento del ensayo, muestran que el tratamiento con mayores afectaciones es el de mazorcas colgadas, el resto de los tratamientos muestran una disminución entre un dos y un cinco por ciento respecto al dato de establecimiento del ensayo, los resultados obtenidos pueden ser observados en la figura 7.

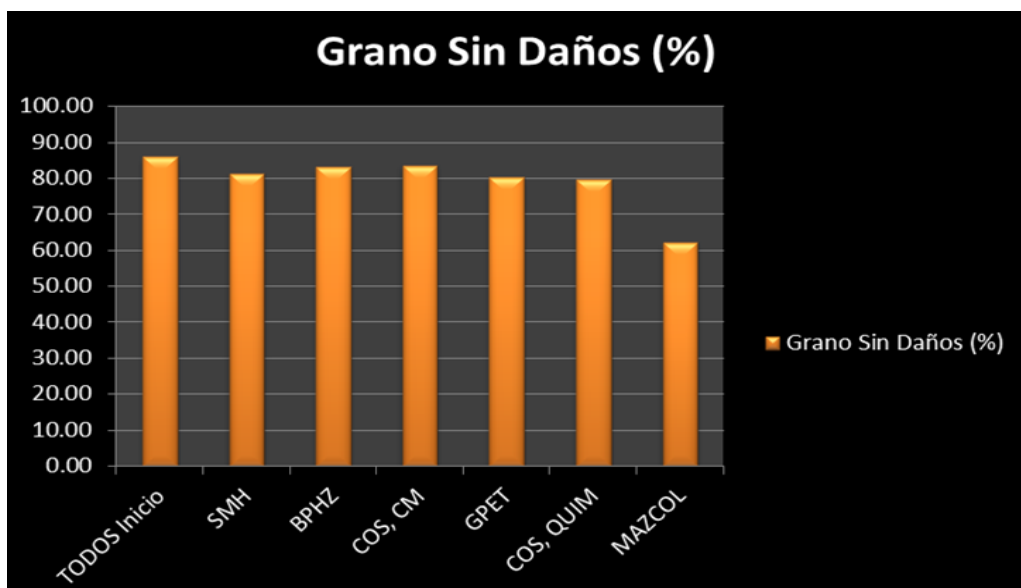


Figura 7. Granos sin daños por tratamiento al finalizar el ensayo.

Solamente se observó la presencia de gorgojos, en su mayoría muertos y únicamente en un silo se observó la presencia de gorgojo vivo, los tratamientos de mazorcas colgadas y con cal micronizada fueron los más afectados por los gorgojos. No se observó la presencia de otros insectos.

Cuadro 7. Presencia de plagas en los diversos tratamientos al finalizar el ensayo.

Tratamiento	Gorg_Tot	Barr_Tot	Palo_Tot	Otros_Tot	Tot_Muertos	Tot_Vivos	Tot_Insectos
TODOS Inicio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SMH	4.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1.00	4.00
BPHZ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COS, CM	10.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	10.00
GPET	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COS, QUIM	0.67	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.67
MAZCOL	14.67	0.00	0.00	0.00	2.33	12.33	14.67

### Área de validación

De los diez materiales evaluados, se concluyó para el presente ciclo que el material BGB84W de Biogene presentó el mayor rendimiento de grano (3,588 kg/ha), pero con una proporción de grano limpio y dañado de 52/48 en porcentaje (cuadro 8), el siguiente material fue Gladiador de Aspros con un rendimiento de 3,028 kg/ha pero también con una proporción de grano limpio y dañado también de 52/48 por ciento; el tercer material fue el PROCESO-SP-277-W con 2,169 kg/ha y una proporción más favorable de 90/10 por ciento, es decir, más grano limpio que dañado y este es un factor muy importante para su productividad.

Cuadro 8. Producción de grano en kg/ha a 14% de humedad de variedades validadas en la vitrina ciclo PV 2018.

Nombre comercial	Rendimiento de grano limpio	Rendimiento grano dañado	Rendimiento total de grano
Albatros (Asgrow)	567.1	1559.5	2126.6
ST10W (El Trébol)	237.3	2135.8	2373.1
AZ25 (Prosema)	853.4	1043.1	1896.5
BGB84W (Biogene)	1871.7	1715.8	3587.5
Gladiador (Aspros)	1579.9	1448.2	3028.1
Cenzontle (Asgrow)	741.0	1111.5	1852.5
HUE CP-14 TROPICAL 1 PL (Colpos)	115.3	461.4	576.7
PROCESO-SP-277W (Proceso)	1952.4	216.9	2169.3
CSTHW1001-GD17B-741 (CIMMYT)	1100.3	423.2	1523.5
HUE-CP-15 SINT TROPI 3 MZ PL (Colpos)	389.2	778.3	1167.5

Así que, el rendimiento de grano no es un buen indicador de la rentabilidad de las variedades debido a la alta susceptibilidad de las mismas a la pudrición de grano por efecto de la humedad alta prevaeciente en la temporada. La rentabilidad es mayor en la variedad de Proceso, como se muestra en la figura 8.

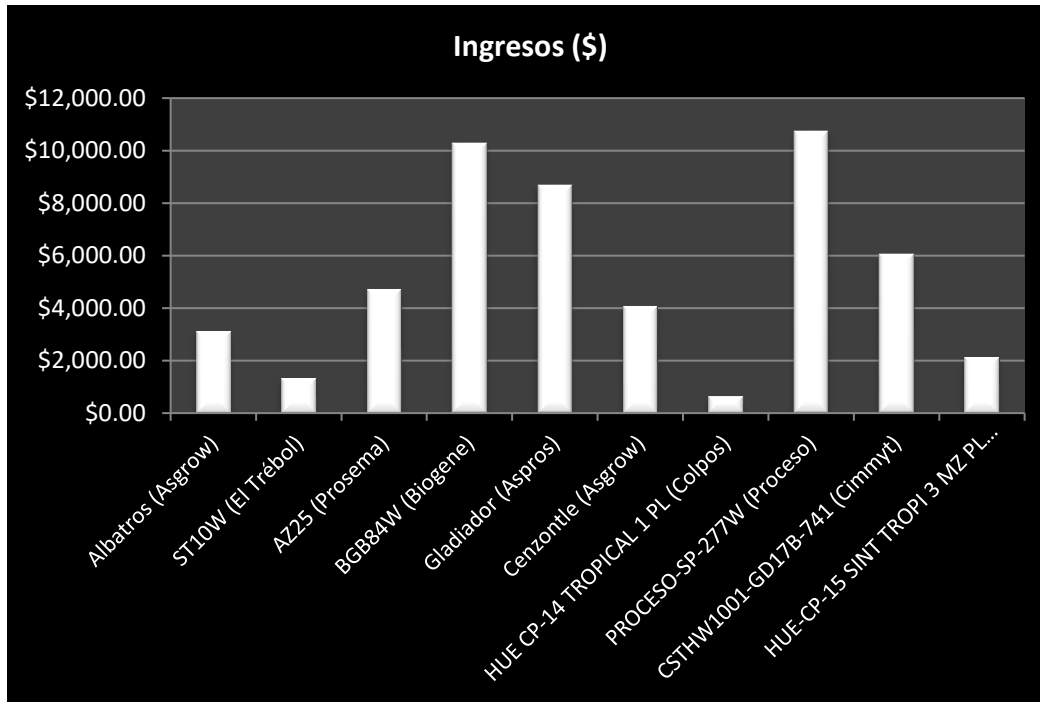


Figura 8. Rentabilidad de variedades validadas en vitrina ciclo PV 2018

### Resumen de capacitaciones en la plataforma



Se realizaron cinco eventos, tres eventos de la plataforma de campo (uno durante el inicio del año y los otros dos al medio del desarrollo del cultivo del ciclo P-V) los cuales atienden a la necesidad de consolidar los trabajos de promoción del sistema de cero labranza, la difusión de las innovaciones y modificaciones tecnológicas al sistema de producción de maíz y cultivos asociados en la región y dos eventos referentes a la plataforma poscosecha, el primero quince días después del establecimiento del ensayo y el segundo el día del levantamiento del ensayo poscosecha.

Una acción fundamental de este espacio de investigación es la de mostrar, mediante recorridos guiados las mencionadas innovaciones, por lo que los eventos incluyen un recorrido por la plataforma y sus áreas de validación de tecnologías, de esta manera se prioriza la transferencia de conocimientos de forma práctica.

Cuadro 9. Asistentes a eventos realizados en la plataforma de Cuautempan, Puebla

Participantes totales en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	78	57
Técnicos	31	15
Otros	4	1
<b>Total de asistentes</b>	<b>113</b>	<b>73</b>
Participantes en eventos de campo (AC)	Número hombres	Número mujeres
Productores	57	42
Técnicos	26	12
Otros	4	1
<b>Total de asistentes</b>	<b>87</b>	<b>55</b>
Participantes en eventos poscosecha	Número hombres	Número mujeres
Productores	21	15
Técnicos	5	3
Otros	0	0
<b>Total de asistentes</b>	<b>26</b>	<b>18</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Se concluye que el modelo de producción en cero labranza tiene un efecto positivo en la reducción de costos de producción y en el incremento del rendimiento de grano de maíz, así mismo, la producción de arvejón en el ciclo de otoño-invierno, se consolida como una estrategia fundamental para incrementar la disponibilidad de grano de calidad que contribuya a la mejora alimentaria de familias de la región. La cobertura del suelo con rastrojos ha demostrado reducir problemas de erosión y mejorar la disponibilidad de humedad para los cultivos.

Los resultados del ensayo poscosecha, muestran resultados interesantes, aunque creemos que lo recomendable es continuar con la evaluación de las tecnologías validadas, al menos por dos ciclos más para tener resultados concluyentes.



Barbecho de suelo de los tratamientos de labranza convencional, 21 de abril de 2018.



Cultivo de maíz en sus primeros días de desarrollo, 6 de julio de 2018.



Presencia de picudo en el cultivo de maíz, 14 de julio de 2018.



Vista de un tratamiento en cero labranza en pleno desarrollo vegetativo, 21 de julio de 2018.



Evento de intercambio de experiencias con técnicos y productores del PESA Puebla, 26 de septiembre de 2018.



Evento con productoras y productores de la región, 13 de octubre de 2018.



Vista de los tratamientos de la plataforma, 3 de octubre de 2018.



Vista general de tratamientos, 14 de enero de 2019.



Preparando los materiales para el establecimiento del ensayo, 12 de diciembre de 2017.



Tratamientos del ensayo, 2 de enero de 2018.



Asistentes al primer evento sobre tecnologías poscosecha, 19 de enero de 2018.



Daño por ardilla en el tratamiento de mazorcas colgadas, 3 de febrero de 2018.



Observaciones durante el levantamiento del ensayo, 8 de septiembre de 2018.



Asistentes al levantamiento del ensayo poscosecha. 8 de septiembre de 2018



# Francisco I. Madero, Hidalgo – PV 2018 – Año ocho

Dra. Brenda Ponce Lira  
Universidad Politécnica Francisco I. Madero

## Introducción

En el valle de Mezquital el productor puede obtener rendimientos de 16 a 18 t/ha de maíz. El sistema de producción es mediante el uso de agricultura convencional con riegos por inundación con aguas negras. Además de realizar movimiento del suelo (subsuelo, rastra y barbecho), todas las actividades son mecanizadas. Para mejorar la sustentabilidad del sistema de producción se optó por establecer la plataforma de investigación en el año 2010, en el municipio de Francisco I. Madero. La plataforma está ubicada en los terrenos del Campo Experimental en las instalaciones de la Universidad Politécnica del mismo municipio. En relación a las necesidades e inquietudes de productores de la zona, se han establecido los diferentes tratamientos experimentales a lo largo de 8 años, todos ellos involucrados principalmente con Agricultura de Conservación (A.C.). Cabe mencionar que con base a los resultados de años anteriores se optó por sustituir las camas permanentes (tratamientos 2 y 6) por una labranza mínima en líneas de siembra.

Es importante precisar que en cada uno de los ciclos se han establecido variedades comerciales propias de la región del valle del Mezquital y se ha centrado la atención en el cultivo de maíz, siendo este, el cultivo de mayor predominio en la zona. Durante la evaluación del proyecto de investigación se han efectuado una serie de capacitaciones, vistas y recorridos de campo a productores de la región del valle del Mezquital y zonas aledañas, con la finalidad de difundir y efectuar la transferencia de tecnología a los diferentes productores de la zona. Dentro de las capacitaciones se han abordado temáticas como lo son: uso efectivo de feromonas sexuales para el control del gusano cogollero, manejo agroecológico de plagas y enfermedades, manejo poscosecha de grano, uso y manejo adecuado de agroquímicos así como diversas prácticas demostrativas en campo sobre las ventajas del sistema de Agricultura de Conservación, tales como: infiltración de agua, toma de muestras de suelo para posteriores análisis de suelos en laboratorios certificados, pruebas sobre la estabilidad de agregados y toma de pH, entre otras.

## Materiales y Métodos

### *Tratamientos*

En la plataforma se evalúan seis tratamientos en un diseño de bloques al azar con dos repeticiones, comparando la agricultura convencional con agricultura de conservación (cuadro 1).

### *Resumen del ciclo del reporte*

La siembra se efectuó el 25 de abril de 2018, utilizando la variedad Dk1b-2069 para los tratamientos: MA, LC, R (tratamiento 1); MA, LM, D (tratamiento 2); MA, CL, D (tratamiento 3); y MA, LC, D (tratamiento 4) y el 18 de mayo para Ocelote en los tratamientos MT, LC, R y MT, LM, D. Se manejaron surcos de 0.75 m según fuera el caso y se le dejó los primeros 20 cm de la pata de avena y trigo del ciclo anterior, de acuerdo al orden antes mencionado, para posteriormente efectuar la siembra de maíz. Antes se efectuó el manejo necesario en cada uno de los lotes experimentales, entre ellos la labranza mínima en líneas de siembra para los tratamientos 2 y 6, aclarando que es el primer año efectuando este sistema de labranza al

sustituirlo por camas permanentes. Se efectuaron 5 riegos para todos tratamientos. En lo que respecta daños por plaga, el gusano cogollero y *diabrotica ssp* fueron las principales plagas, los cuales fueron controladas mediante agroquímicos.

Cabe mencionar que para este ciclo el pasado 26 de julio del presente año se presentó una granizada en la región, lo cual afecto seriamente el rendimiento de la mayoría de los productores; debido a que dicha granizada se presentó justo en fechas de polinización para varias parcelas afectando por ende el llenado de la mazorca.

El rendimiento, altura y la cantidad de granos en estado de pudrición fueron evaluados mediante comparación de medias con t-test, considerando significativas diferencias con  $p \leq 0.05$ ; en apoyo con R Core Team (2018).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma de Francisco I. Madero, Hidalgo PV 2018.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	MA, LC, R	Maíz (PV)-avena (OI)	Labranza convencional en plano	Remover
2	MA, LM, D	Maíz (PV)-avena (OI)	Labranza mínima en líneas de siembra	Dejar
3	MA, CL, D	Maíz (PV)-avena (OI)	Cero labranza en plano: surcos de 0.75m para maíz, cobertura total para grano pequeño.	Dejar
4	MA, LC, D	Maíz (PV)-avena (OI)	Labranza convencional en plano	Incorporar
5	MT, LC, R	Maíz (PV)-trigo (OI)	Labranza convencional en plano	Remover
6	MT, LM, D	Maíz (PV)-trigo (OI)	Labranza mínima en líneas de siembra	Dejar

## Resultados

No existió diferencia significativa entre los tratamientos. Las alturas de planta de maíz fluctuaron entre 302 a 341 cm (figura 1). Numéricamente, el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento de cero labranza en plano, rotación maíz-avena, en donde se dejó el rastrojo sobre la superficie (9486 kg/ha), seguido del tratamiento de labranza mínima en líneas de siembra al que se le dejó el rastrojo (8689 kg/ha), ubicando al sistema de labranza que usualmente utiliza el productor en la región (MA,LC,R) en el tercer lugar en rendimiento (8420 kg/ha).

Durante estos años de evaluación se ha evidenciado que se alcanzan mayores rendimientos con rotación maíz-avena (ya que se puede sembrar un híbrido de ciclo más largo), principalmente dejando el rastrojo. Por otra parte, con el sistema de labranza MA,CL,D se obtiene 11.23% más de rendimiento, que el sistema de labranza convencional (MA,LC,R) es decir, 1,066 kg/ha más de lo que usualmente produce el sistema convencional. Como se mencionó en apartados anteriores, la siembra se efectuó el 25 de abril de 2018, utilizando la variedad Dk1b-2069 para los experimentos (MA, LC, R; MA, LM, D; MA, CL, D y MA, LC, D) y el 18 de mayo del mismo año para Ocelote en los tratamientos (MT, LC, R y MT, LM, D).

Otra de las variables evaluadas ha sido la cantidad de grano podrido en cada uno de los tratamientos. Cabe mencionar que los lotes experimentales con mayor cantidad de grano de maíz podrido han sido aquellos en los que se ha efectuado una rotación con trigo. El tratamiento MT,LM,D ha sido el que tuvo mayor cantidad de grano podrido (793 kg/ha) seguido del tratamiento MT,LC,R (615 kg/ha). Es importante mencionar y considerar que el tratamiento MA,CL,D reporta menor cantidad de grano podrido, siendo éste mismo tratamiento quién alcanzo el mayor tonelaje para este año de evaluación.

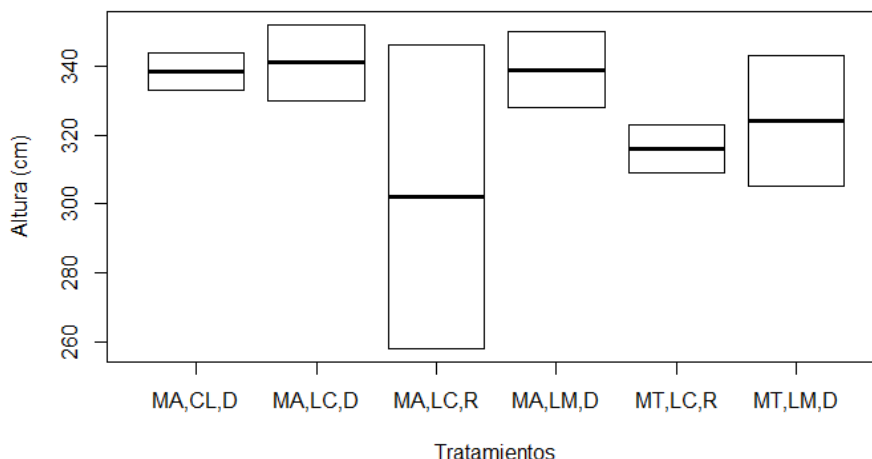


Figura 1. Altura promedio de planta de maíz bajo seis diferentes tratamientos. Abreviaciones: MA = rotación maíz-avena; MT = rotación maíz-trigo; CL = cero labranza en plano; LM = labranza mínima en líneas de siembra; LC = labranza convencional en plano, D = dejar rastrojo y R = rastrojo retirado.

La altura del maíz es importante ya que el productor podrá aprovechar al máximo su inversión, al adoptar el sistema de agricultura de conservación y dejar del 25% a 30% de rastrojo sobre sus parcelas, así como continuar con sus prácticas de venta de forraje. Con dichas prácticas lograrían beneficiarse económicamente, así como mejorar la calidad de sus suelo y micro fauna.

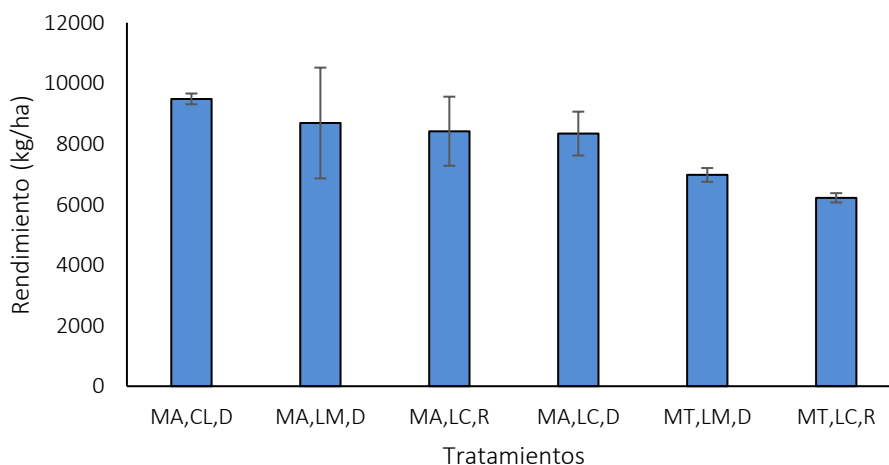


Figura 2. Rendimiento promedio de grano de maíz en el ciclo PV 2018. Abreviaciones: MA = rotación maíz-avena; MT = rotación maíz-trigo; CL = cero labranza en plano; LM = labranza mínima en líneas de siembra; LC = labranza convencional en plano, D = dejar rastrojo y R = rastrojo retirado.

A pesar de no presentar diferencia significativa entre los tratamientos el sistema cero labranza en plano reporta el mayor tonelaje (1066 t/ha más que lo que usualmente el productor convencional obtiene), lo anterior indica que el sistema cero labranza en plano y labranza mínima en líneas de siembra es mejor que el sistema convencional en donde retiran el rastrojo (MA,LC,R). Finalmente, se evaluó la cantidad de grano podrido en cada uno de los tratamientos, la figura 3 representa que los tratamientos sembrados con la variedad Ocelote (MT,ML,D y MT,MC R) reportan mayor cantidad de grano podrido, eso podría deberse a que la variedad precoz se encuentra más susceptible a las fechas de huracanes y días de lluvia.

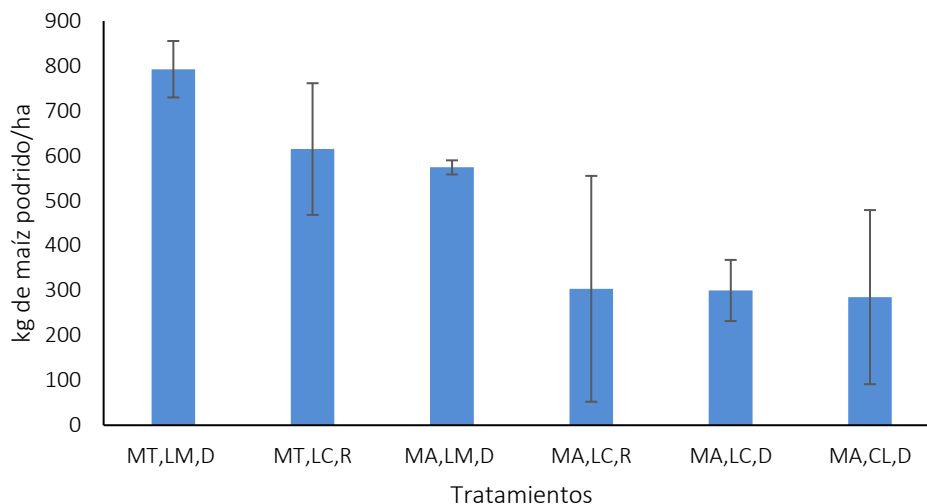


Figura 3. Grano podrido por tratamiento. Abreviaciones: MA = rotación maíz-avena; MT =rotación maíz-trigo; CL = cero labranza en plano; LM = labranza mínima en líneas de siembra; LC = labranza convencional en plano, D = dejar rastrojo y R = rastrojo retirado.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron un total de 3 eventos en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero con la participación de extensionistas, productores, estudiantes y demás personalidades interesadas en el proyecto MasAgro. Durante las capacitaciones se atendieron demandas básicas de los productores principalmente de los municipios de colonia Veracruz, El Durazno, Progreso de Obregón, Mixquiahuala, Actopan, Francisco I. Madero, colonia La Puerta, Santiago de Anaya Huichapan, Pachuca, Dengandho, y Tepatepec abordando diferentes temáticas. Durante el recorrido se dio a conocer cada uno de los lotes experimentales establecidos en la plataforma, así como las ventajas y desventajas que se han tenido en cada uno de ellos, se efectuó una visita al laboratorio de Maguey Invitro, en donde se dio a conocer a los productores la importancia de mantener la reproducción y conservar algunas especies vegetales en peligro de extinción, con las que cuentan los productores dentro de sus predios y especies de maguey nativas de la región, también se realizó la demostración de prácticas de labranza y manejo de rastrojo para establecer el cultivo de maíz, de igual manera se efectuaron prácticas demostrativas sobre los beneficios del sistema de Agricultura de Conservación mediante pruebas de infiltración de agua, toma de muestras de suelo para posteriores análisis de suelos en laboratorios certificados, pruebas sobre la estabilidad de agregados y toma de pH, siendo este parámetro de vital importancia para la problemática que actualmente tienen algunos de los suelos del valle de Mezquital por el riego por inundación que se efectúa como práctica agrícola, al igual que una visita a la unidad de lombricomposta, donde se impartió una plática al respecto sobre los beneficios de dicha lombricomposta, invitando a los productores a

relacionarse con la temática para aprovechar de esta manera los residuos de estiércol ovino, porcino y bovino así como residuos orgánicos domésticos. Todo esto se realizó en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Se evidenciaron las ventajas del sistema AC al observar las características físicas de cada lote experimental establecido, y se exhortó a los visitantes a disminuir el uso de agroquímicos para el cuidado del medio ambiente y la salud pública.

Cuadro 2. Asistentes a eventos en la plataforma de Francisco I. Madero, Hidalgo PV 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	30	4
Técnicos	0	0
Otros	41	72
Total de asistentes	71	76

### Conclusiones

Las diferentes actividades realizadas durante el proyecto, permitieron involucrar a productores de la región. Las capacitaciones y los días de campo demostrativos en la plataforma impactó a diversos productores de la zona. De manera general los productores se mostraron atraídos por las ventajas del sistema AC debido a que comienzan a visualizar problemas de salinidad en sus suelos; con las diferentes prácticas demostrativas ellos comprendieron la importancia del sistema y las ventajas que podrían tener al adoptarlo.

Es importante mencionar que a pesar de que dicho proyecto se ha evaluado año con año las condiciones agroclimáticas son diferentes en cada año, por consiguiente para este ciclo PV se ha demostrado por medio de los valores estadísticos y gráficas adjuntas en el reporte el mejor sistema para obtener mayor cantidad de biomasa, grano y menor grano podrido ha sido el sistema de cero labranza en plano, con lo cual, se evidencia que los productores pueden producir más disminuyendo sus costos de producción en maquinaria y beneficiando la calidad de suelos, para acercarse cada vez más a un sistema de producción sustentable.



Recorrido de campo con los alumnos, evidenciando las innovaciones aplicadas en la plataforma el 4 de septiembre de 2018 en Francisco I. Madero, Hidalgo.



Práctica de campo con productores del Distrito de Riego Alto Tepatepec en plataforma ubicada en Francisco I. Madero Hidalgo, 19 de septiembre de 2018.



Práctica demostrativa sobre estabilidad de agregados y determinación de pH del suelo de la plataforma Francisco I. Madero Hidalgo con productores del Valle del Mezquital Hidalgo, 26 de septiembre de 2018.

# Metepec, Estado de México - PV 2018 – Año cinco

Nele Verhulst, Ana Rosa García y Fabián Enyanche  
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

## Introducción

La plataforma de investigación Metepec, Estado de México está ubicada en la estación experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) localizada en Metepec, Toluca, ubicada a una altitud de 2,640 msnm, con coordenadas 19°13'37.64"N 99°33'1.83"O. La plataforma comenzó sus actividades en 2014 con el fin de analizar diferentes prácticas agronómicas, incluyendo prácticas de labranza, rotación de cultivos y manejos de rastrojos sobre el comportamiento de maíz y triticale bajo condiciones de temporal

## Materiales y Métodos

Los factores de labranza que se incluyen en esta plataforma son labranza convencional (rastra, nivelación y siembra en plano, aporque en V5-V6), camas con labranza convencional (rastra, nivelación y formación de camas), camas permanentes y camas permanentes con labranza vertical (en pre-siembra la fertilización es en hilera de siembra a 15 cm de profundidad, en V2-3 se reforma fondos con un timón ancho) (cuadro 1). El manejo de rastrojo va desde remover todo, dejar todo o remover parcialmente (remover rastrojo de maíz desde debajo de la mazorca, cortar triticale a 25 cm y remover paja suelta), también se estudia el monocultivo de maíz y la rotación de maíz con triticale. La precipitación durante el ciclo de abril a octubre fue de 1,096 mm, con un periodo seco en la segunda mitad de mayo hasta la primera semana de junio (figura 1).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma Metepec, Estado de México.

Trt #	Abreviación	Rotación*	Labranza	Manejo de rastrojo
1	MM, LC, R	Maíz - maíz	Labranza convencional	Remover
2	MM, CC, D	Maíz - maíz	Camas con labranza convencional	Dejar
3	TM, CP, P	Triticale - maíz	Camas permanentes angostas	Parcial
4	MM, CP, D	Maíz - maíz	Camas permanentes angostas	Dejar
5	MT, CP, D	Maíz - triticale	Camas permanentes angostas	Dejar
6	TM, CP, D	Triticale - maíz	Camas permanentes angostas	Dejar
7	MT, CP, P	Maíz - triticale	Camas permanentes angostas	Parcial
8	MT, CLV, P	Maíz - triticale	Camas con labranza vertical	Parcial
9	TM, CLV, P	Triticale - maíz	Camas con labranza vertical	Parcial

\*En años pares se usa el segundo cultivo de la rotación. T=triticale, M=maíz; LC=labranza convencional, CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes angostas, CLV=camas con labranza vertical; D=dejar todo el rastrojo, R=remover todo el rastrojo y P=retención parcial de rastrojo.



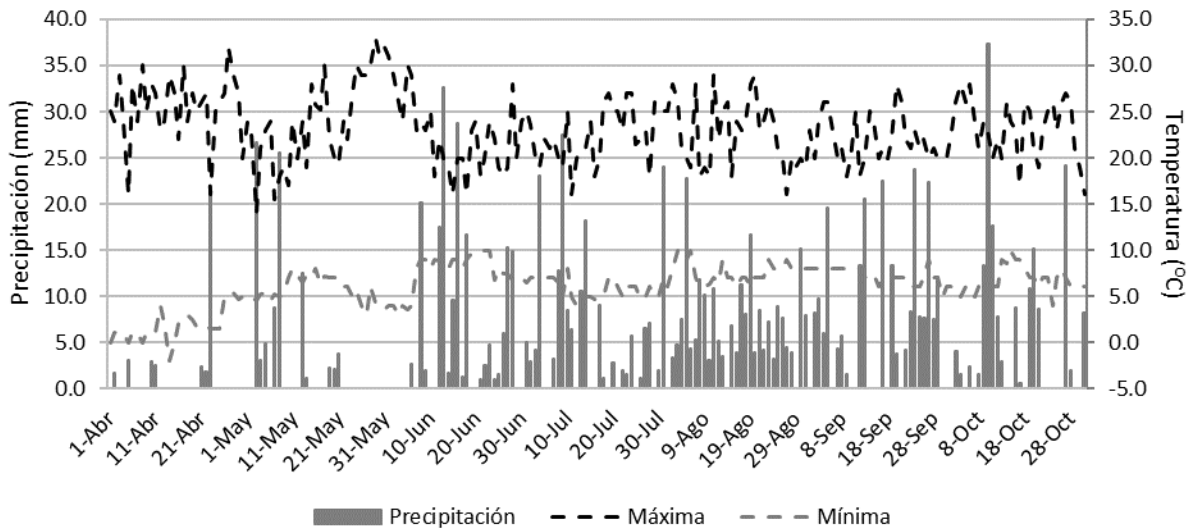


Figura 1. Gráfica del clima durante el desarrollo de los cultivos en la plataforma Metepec, estado de México en el año 2018.

La siembra de este ciclo se realizó el día 12 de abril (maíz) la variedad utilizada fue Albatros de Asgrow a una densidad de 90,000 plantas/ha y el 16 de mayo (triticale) variedad Bicentenario a una densidad de 110 kg/ha. La fertilización en pre siembra fue de 163.5 kg N/ha + 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha + 100 kg KCl/ha, haciéndose una segunda fertilización antes del primer riego de auxilio de 75 kg N/ha para maíz y 45 kg N/ha para triticale.

En el ciclo se hicieron mediciones del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI), los datos fueron colectados utilizando el sensor óptico portátil NDVI (GreenSeeker™, Trimble, USA). Las mediciones se llevaron a cabo una vez por semana, pasando el sensor por el centro de la cama a una altura aproximada de 0.8 m sobre la superficie del cultivo. La cobertura de la franja del sensor es aproximadamente 0.6 m de ancho.

La evaluación de incidencia de la podredumbre de raíz se realizó por parcela, haciendo una colecta al azar de 15 plantas de triticale y 10 plantas de maíz, las cuales fueron sacudidas para quitarles el suelo suelto ahí mismo en campo. Las raíces de triticale y maíz fueron lavadas con agua corriente para llevar a cabo su evaluación de las lesiones producidas mediante el uso de una lupa. Para las raíces de triticale, en cada planta se evaluó el daño con una escala de 0-7 lo que se interpreta como; 0: ninguna lesión evidente, 1: 1-25% de raíces con una sola lesión, 2: 25-50% de raíces con pocas lesiones, 3: 50% de raíces con pocas lesiones, 4: 25-50% de raíces con pocas lesiones dentro de los 10 mm desde la semilla a corona, 5: más del 50% de raíces con lesiones dentro de los 10 mm desde la semilla a corona, 6: más del 50% de raíces cortas, no mayor a 30 mm y 7: casi sin raíces o con entrenudos necróticos. En el caso de las raíces de maíz, fueron evaluadas las raíces primarias y secundarias con una escala de 0-4, donde 0: sin lesión evidente, 1: 1-25% de raíces con pocas lesiones, 2: 25-50% de raíces con lesiones, 3: 50-75% de raíces con lesiones y 4: 75-100% de raíces con lesiones. También en las raíces de maíz se revisó el daño ocasionado por insectos con una escala de 1-9 donde, 1: ningún daño, 2: pocas raíces mordidas, 3: muchas raíces mordidas, 4: 1-3 raíces comidas, 5: más de 3 raíces comidas, 6: casi 1 anillo comido + muchas raíces mordidas, 7: 1 anillo comido, 8: 2 anillos comidos y 9: 3 o más anillos comidos.

Antes de dar inicio a la cosecha de los cultivos, se contabilizó el acame de plantas de maíz tanto el provocado desde la raíz como desde el tallo. Las dos camas centrales de cada parcela fueron cosechadas y se determinó rendimiento de grano y sus componentes del rendimiento.

Para el análisis de las curvas de NDVI se empleó la función Proc Mixed del paquete estadístico SAS y la instrucción Repeated para las mediciones repetidas. Las curvas se dividieron en periodos y cada uno se analizó por separado (por periodo y por cultivo). Los periodos para maíz fueron los siguientes: periodo I (62-84 días después de la siembra (DDS)), periodo II (91-160 DDS) y periodo III (167-208 DDS). Para triticale los periodos fueron: periodo I (28-50 DDS), periodo II (57-126 DDS) y periodo III (133-154 DDS). Los datos de pudrición de raíces y los de rendimiento se analizaron mediante el análisis de varianza de Proc glm (ANOVA) utilizando el paquete estadístico SAS. La comparación de medias de los tratamientos se hizo con la prueba del rango estudentizado de LSD, considerando como diferencias significativas con  $p \leq 0.05$ .

## Resultados

### ***Curvas de crecimiento con el Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI)***

En las curvas de NDVI del cultivo de maíz (figura 2a), se muestra que durante el primer periodo de desarrollo los tratamientos donde se realizó algún tipo de labranza tuvo mayores valores (MM, LC, Rem; MM, CC, Dej y MTr, CLV, Par) siendo significativamente menores donde no hubo movimiento de suelo (MTr, CP, Par; MM, CP, Dej y MTr, CP, Dej). En el segundo y tercer periodo no hubo diferencia significativa entre sus tratamientos ( $p=0.08$  y  $0.79$  respectivamente), los mayores valores se presentaron en rotación con triticale, dejando todo y de manera parcial el rastrojo (MTr, CP, Dej y MTr, CLV, Par) y el menor en el tratamiento de monocultivo en camas permanentes con retención total de rastrojo (MM, CP, Dej).

En el cultivo de triticale (figura 2b), solamente en el primer periodo hubo diferencia significativa entre los tratamientos siendo mayor los valores en rotación con maíz, camas con labranza vertical, retención parcial de rastrojo (TrM, CLV, Par) y menor en donde se hizo misma rotación, camas permanentes, dejando rastrojo (TrM, CP, Dej), mientras que en periodo II y III no hubo diferencias entre tratamientos ( $p=0.8$  y  $0.4$  respectivamente)

### ***Daño en raíces***

La pudrición de raíces primarias y secundarias de las plantas de maíz fueron analizadas por separado (figura 3). En las primarias, no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Los promedios por tratamiento varían entre 1.8 en escala de 0-4 en camas permanentes, dejando rastrojo con rotación de triticale (MTr, CP, Dej) y 2.3 donde se realizó labranza convencional, remoción de rastrojo con monocultivo de maíz (MM, LC, Rem) y en rotación con triticale, camas con labranza vertical, dejando parcialmente el rastrojo (MTr, CLV, Par). En las raíces secundarias, tampoco hubo diferencia significativa entre tratamientos. El promedio por tratamiento estaba entre 1.2 y 1.6.

En el daño ocasionado por insectos, fue mayor en monocultivo de maíz, camas permanentes con retención total de rastrojo (4.8 en escala de 1-9), y menor de 3.5 en donde se realizó camas con labranza vertical, retención parcial de rastrojo y rotación con triticale.

a)

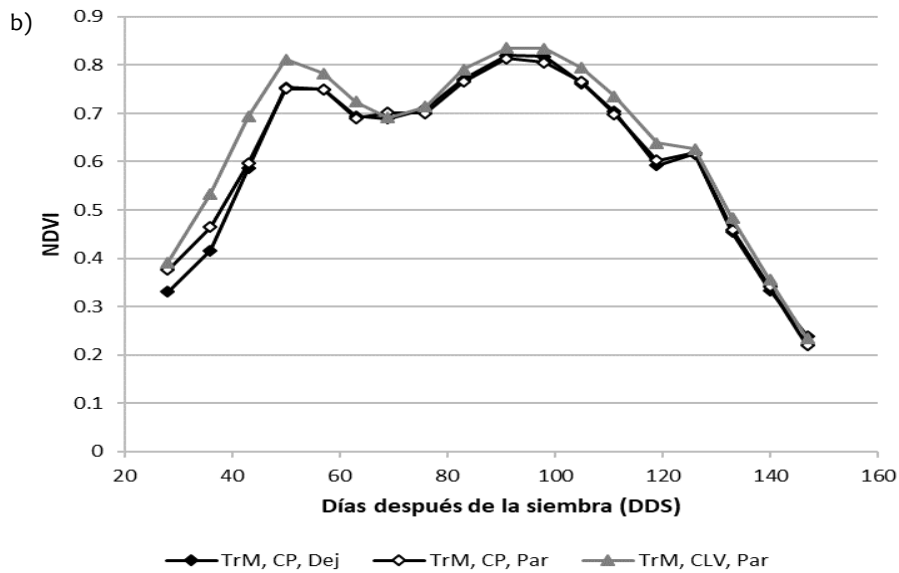
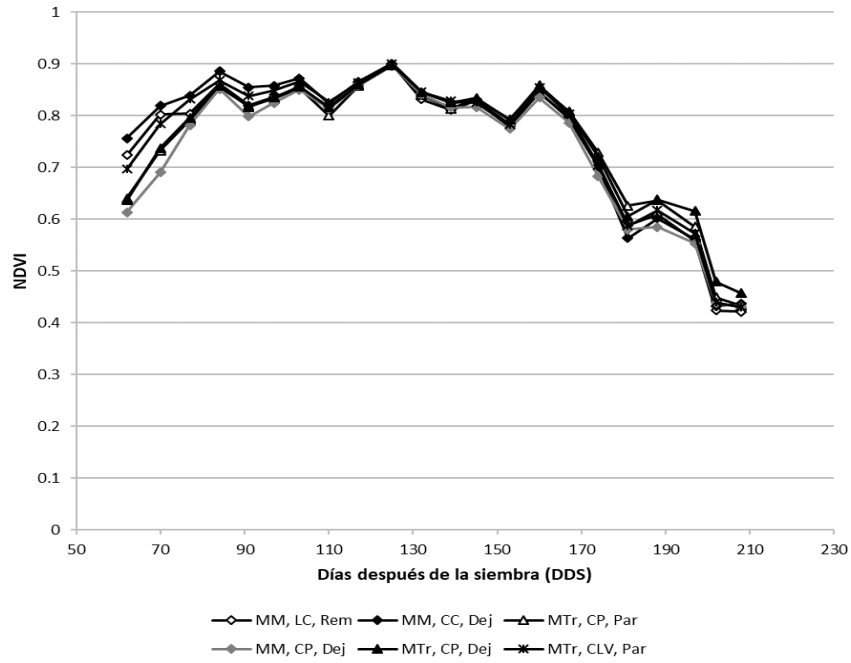


Figura 2. Curvas (NDVI vs Días después de la siembra) de crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz (a) y triticale (b) de la plataforma Metepec en el ciclo 2018 en Metepec, Estado de México. Práctica de labranza: LC= Labranza convencional, CC= Camas con labranza convencional, CP= Camas permanentes, CLV= Camas con paso de labranza vertical; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Cultivos: M= Maíz y Tr= Triticale.

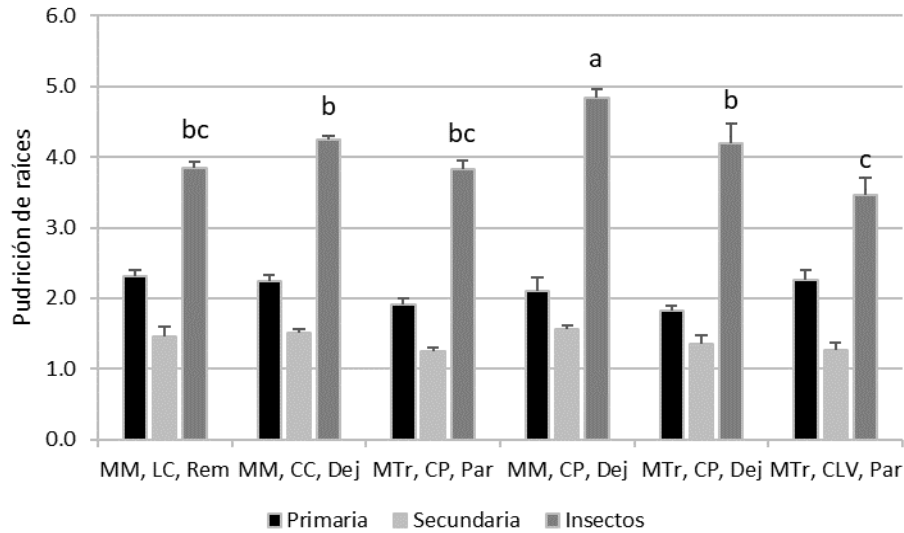


Figura 3. Daño de raíces en el cultivo de maíz (primarias, secundarias y por insectos) de la plataforma Metepec en el ciclo 2018 en Metepec, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: LC= Labranza convencional, CC= Camas con labranza convencional, CP= Camas permanentes, CLV= Camas con paso de labranza vertical; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Cultivos: M= Maíz y Tr= Triticale.

En el cultivo de triticale (figura 4), no hubo diferencia significativa en ninguna de las categorías de las raíces analizadas (seminal, corona y tallo), aunque el daño pareció ligeramente menor en rotación de triticale con maíz, camas con labranza vertical, retención parcial de rastrojo (TrM, CLV, Par).

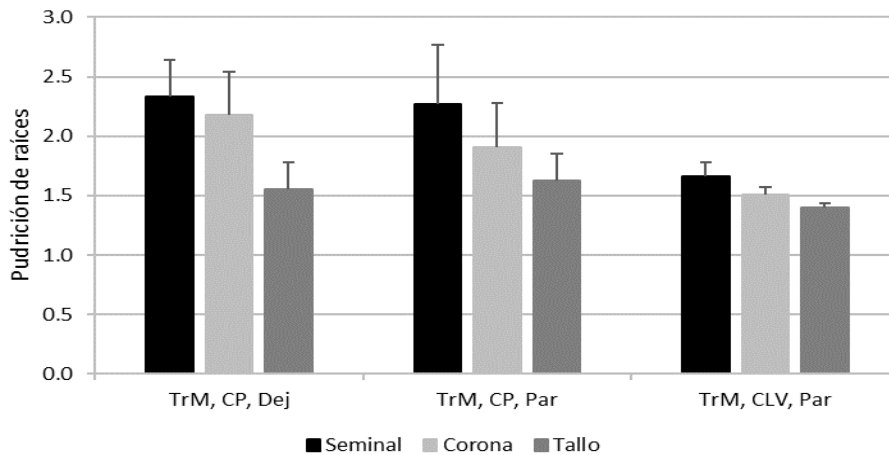


Figura 4. Pudrición de raíz del cultivo de triticale (seminal, corona y tallo) de la plataforma Metepec en el ciclo 2018 en Metepec, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CLV= Camas con paso de labranza vertical, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Cultivos: M= Maíz y Tr= Triticale.

### Acame de plantas en maíz

En el acame desde la raíz (figura 5a) y desde el tallo (figura 5b), no hubo diferencia significativa entre sus tratamientos, presentando en promedio 7,472 plantas acamadas/ha desde la raíz y 1,706 plantas acamadas/ha desde el tallo. Numéricamente, el tratamiento de camas permanentes, dejando rastrojo, monocultivo de maíz tuvo mayor presencia de acame en ambas categorías (16,569 plantas/ha desde la raíz y 3,899 plantas/ha desde el tallo).

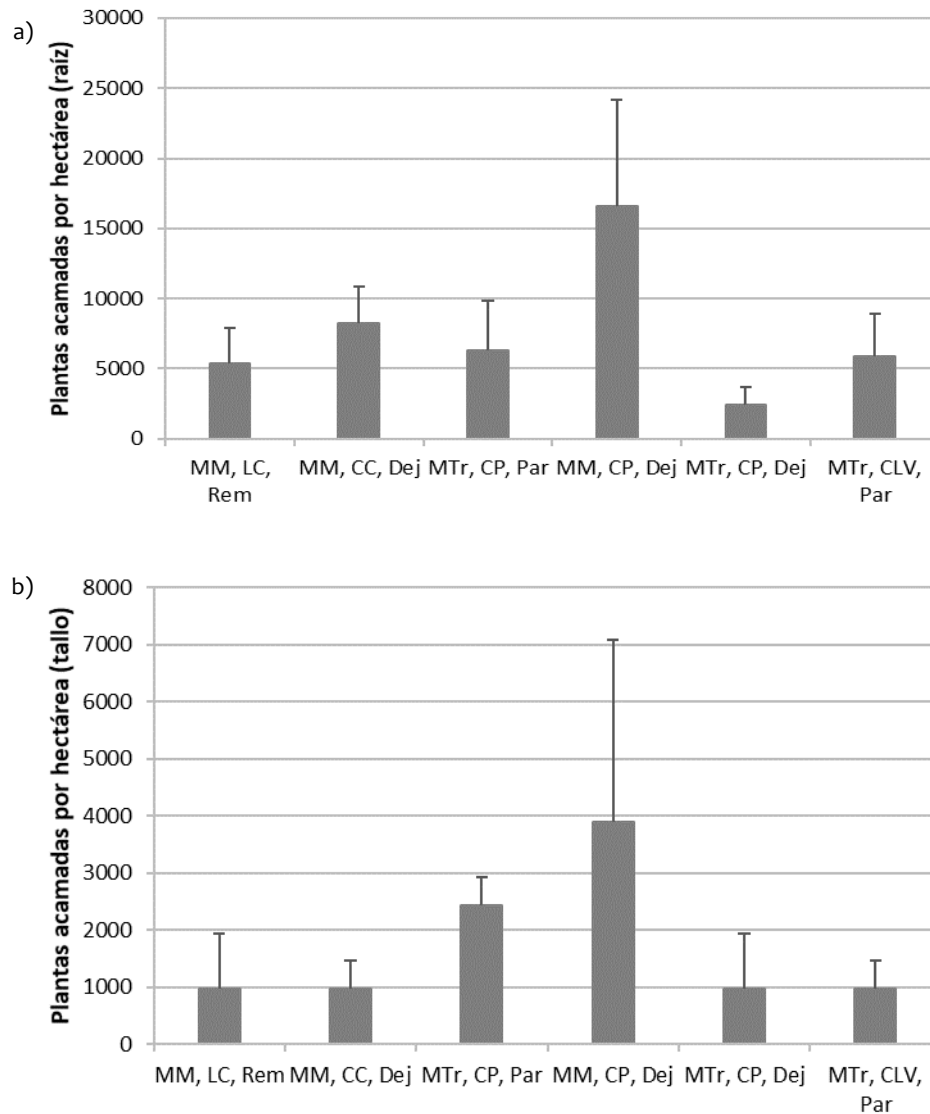


Figura 5. Número de plantas acamadas desde la raíz (a) y de tallo (b) por hectárea de la plataforma Metepec en el ciclo 2018 en Metepec, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: LC= Labranza convencional, CC= Camas con labranza convencional, CP= Camas permanentes, CLV= Camas con paso de labranza vertical; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Cultivos: M= Maíz y Tr= Triticale.

### Rendimiento de grano

Los mayores rendimientos de maíz (promedio de 7.5 t/ha, figura 6a) se presentaron en la mayoría de los tratamientos siendo un poco más elevados aquellos donde se hace rotación con triticale (MTr, CLV, Par; MTr, CP, Dej y MTr, CP, Par). El tratamiento de monocultivo, en camas permanentes, dejando rastrojo (MM, CP, Dej) tuvo un rendimiento de 5.7 t/ha, siendo este el menor al igual que en el ciclo anterior, por lo que se debe evitar el monocultivo en camas permanentes. En el rendimiento de triticale, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos (figura 6b). El rendimiento promedio fue de 4.5 t/ha. El peso hectolitrico también fue similar entre los tratamientos, con un valor promedio de 63.8 kg/hL.

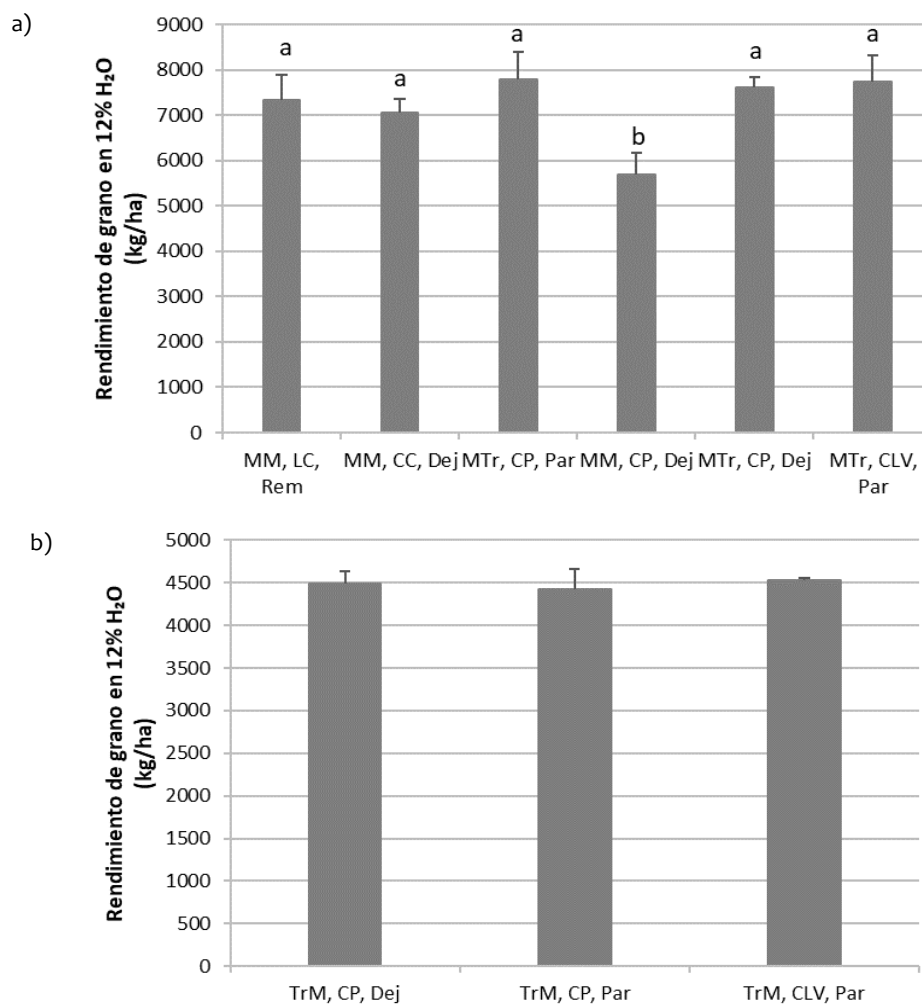


Figura 6. Resultados de rendimiento de maíz (a) y triticale (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Metepec ubicada en Metepec, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Practica de labranza: LC= Labranza convencional, CC= Camas con labranza convencional, CP= Camas permanentes, CLV= Camas con paso de labranza vertical; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Cultivos: M= Maíz y Tr= Triticale.

## Conclusión

El rendimiento promedio de triticale fue de 4.5 t/ha y el de maíz de 7.5 t/ha. Se debe evitar el monocultivo de maíz en camas permanentes, ya que este tratamiento resultó en el rendimiento más bajo (1.8 t/ha más bajo que el promedio de los otros tratamientos), el daño en raíces por insectos y el acame más elevado.



Desarrollo vegetativo de maíz y triticale en la plataforma de Metepec, Estado de Mexico, PV 2018.

# Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo – PV 2018 – Año nueve

Jaime Ortega Bernal  
Comercializadora Agrovartner SPR de RL

## **Introducción**

La plataforma se ubica sobre la carretera Mixquiahuala Tezontepec, km 3.5, Mixquiahuala, Hgo. (Lote 19674) Coordenadas: 20°11'26.31"N 99°14'30.40"O, a una altitud de 2012 msnm. Las tierras son irrigadas con aguas negras provenientes de la Ciudad de México, el tipo de suelo que predomina es franco arenoso con pH de 8, en esta zona se siembran alrededor de 35,800 hectáreas de maíz para grano y 41,923 hectáreas de alfalfa verde. Como se puede observar la problemática en estos cultivos son de carácter de importancia. El cultivo de maíz se siembra en monocultivo lo que ha generado un incremento con problemas de plagas, malezas, enfermedades y mercados copados de ineficiencias, problemas de fotoperiodo y agua, altas temperaturas y efectos del cambio climático. En el cultivo de alfalfa, el efecto del clima con humedades relativas altas por las mañanas, altas temperaturas a medio día, dificulta el empacado por lo tanto baja la calidad, ante esta situación la plataforma está trabajando de la mano con productores, empresas y gobierno para dar solución de manera organizada a toda la problemática que se genera en torno a estos cultivos representativos en la región.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma se inició en el año 2010, actualmente se encuentra en el noveno año de trabajo con el objetivo de fortalecer la estructura del Hub Valles Altos Maíz en la región valle del Mezquital en Hidalgo, mediante la generación y adaptación de sistemas de producción sustentables con base en agricultura de conservación y tecnologías promovidos por MasAgro, para dar solución a las necesidades productivas y fortalecer el esquema de capacitación para productores y técnicos.

## **Materiales y métodos**

### ***Tratamientos***

La plataforma tiene un diseño experimental de bloques al azar con 2 repeticiones, parcelas con un ancho de 6.00 m por 38 m de largo (228 m<sup>2</sup>) y evalúa 10 tratamientos, cinco bajo labranza convencional y cinco bajo agricultura de conservación (cuadro 1).

### ***Manejo de la plataforma***

En el ciclo PV 2018 se tuvo problemas con elevadas temperaturas, granizadas, sequía y plagas, tales como el picudo del maíz el cual ocasiono problemas fuertes en algunos tratamientos.

En este ciclo en los tratamientos convencionales se realizó un paso de barbecho y un paso de rastra, removiendo todo el rastrojo del cultivo del ciclo anterior. Para la parte de agricultura de conservación solo se utilizó el mínimo movimiento del suelo con un paso del equipo de labranza en franjas. Ambos sistemas de producción se sembraron a 0.75 cm de distancia entre surco y surco, a una profundidad de 5 cm. La aplicación del fertilizante y mejorador de suelo se realizó al momento de la preparación del terreno, las fuentes para los tratamientos fueron las siguientes: 200 kg/ha de bioquimax, 500 kg/ha de yeso agrícola, 800 kg/ha de azufre. Para el tratamiento de bacterias se utilizó un consorcio bacteriano y se aplicó en drench después de la siembra y 2 aplicaciones más, a partir de V6 hasta R1. Dentro del manejo del cultivo se realizó tres aplicaciones de foliares a base de micro-elementos, aminoácidos y reguladores de



crecimiento en etapa V2, V6-V7. Híbrido sembrado: híbrido blanco de maíz P3289W de la empresa Pioneer a la densidad de siembra: 75,000 semillas por hectárea. Se realizaron 6 riegos a lo largo del ciclo P-V en el cultivo de maíz, comprendiendo desde riego de nacencia hasta etapas fisiológicas de R4 (grano masoso) y R5 (grano dentado). En ambos tratamientos se realizó la aplicación de herbicida selectivos pos-emergentes a los 29 días después de la siembra 2 kg de Atrazina + 1 L de Loop y 0.250 L de AF Optimus (Adherente) por/ ha. Posteriormente después de la etapa de floración se aplicó 1.2 L de Fínale ultra + 0.250 L de AF Optimus (Adherente) por hectárea para control de zacates y de hojas anchas. Para el control de gusano cogollero se utilizaron 4 trampas con 8 feromonas desde la nacencia hasta antes de floración. Para el control de diabrótica se aplicó en etapa de maíz V6-V7 0.250 L/ha de Muralla Max (Betacylfutrin + Imidacloprid), así mismo para el control de roya se realizó una aplicación de 0.30 L/ha de Consist Max (tebuconazole + trifloxystrobina).

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de Mixquiahuala, Hidalgo.

No. de trat.	Abreviación	Rotación (ver nota)	Práctica de labranza	de Manejo de rastrojo	Uso de mejorador de suelo ●	Uso de fertilizante*	Uso de Bacterias &
1	MTr, CL, R, cm, sf, sb	Maíz triticales	- Cero Labranza	Dejar todo el rastrojo	Con mejorador azufre	Sin fertilizante	Sin Bacterias
2	MT, CL, R, cm, sf, sb	Maíz triticales	- Cero Labranza	Dejar Todo el rastrojo	Con mejorador yeso	Sin fertilizante	Sin Bacterias
3	MT, CL, R, sm, sf, cb	Maíz triticales	- Cero Labranza	Dejar Todo el rastrojo	Sin mejorador	Sin fertilizante	Con Bacterias
4	MT, CL, R, sm, cf, sb	Maíz triticales	- Cero Labranza	Dejar Todo el rastrojo	Sin mejorador	Con fertilizante Bioquimax	Sin Bacterias
5	MT, CL, R, th	Maíz Triticales	Cero Labranza	Dejar Todo el rastrojo	x	x	testigo
6	MT, LC, R, cm, sf, sb	Maíz triticales	- Labranza convencional	Remove	Con mejorador azufre	Sin fertilizante	Sin Bacterias
7	MT, LC, R, cm, sf, sb	Maíz triticales	- Labranza convencional	Remove	Con mejorador yeso	Sin fertilizante	Sin Bacterias
8	MT, LC, R, sm, sf, cb	Maíz triticales	- Labranza convencional	Remove	Sin mejorador	Sin fertilizante	Con Bacterias
9	MT, LC, R, sm, cf, sb	Maíz triticales	- Labranza convencional	Remove	Sin mejorador	Con fertilizante Bioquimax	Sin bacterias
10	MT, LC, R, v	Maíz triticales	Labranza convencional	Remove	x	x	testigo

## Resultados

Los resultados obtenidos con respecto a los tratamientos de mejoradores de suelo, se observa los rendimientos en cada uno de ellos sobresaliendo el tratamiento con baterías dentro del componente de labranza convencional y el tratamiento con Bioquimax dentro del componente de AC (figura 1). Así mismo se observa la relación de la afectación de los tratamientos por el ataque del picudo del maíz (*Geraeus senilis*) en donde sobresalen los mismos tratamientos con la menor incidencia de ataque (figura 2). El ensayo de mejoradores de suelo en este año se dio un fenómeno con respecto al ataque de una plaga conocida como el picudo del maíz (*Geraeus senilis*), la cual afecto directamente varios tratamientos dentro

de los 2 componentes (CL y AC), aunque cabe mencionar que la mayor afectación se dio en el componente de (AC) ya que los porcentajes de afectación llegaron hasta en un 48% de plantas afectadas lo cual impacto directamente en el rendimiento comparado contra el del componente (CL).

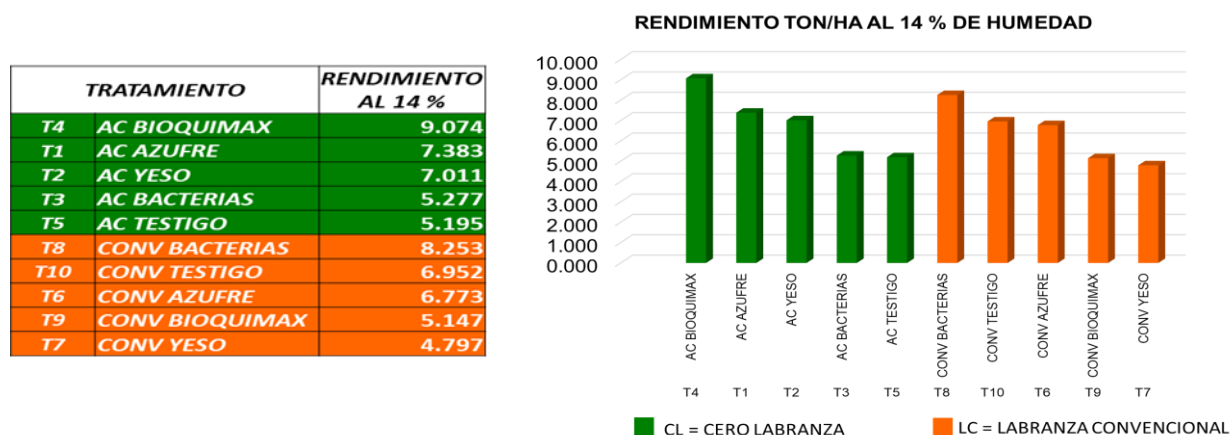


Figura 1. Rendimiento promedio en tratamientos de uso de mejoradores de suelo con cero labranza y labranza convencional.

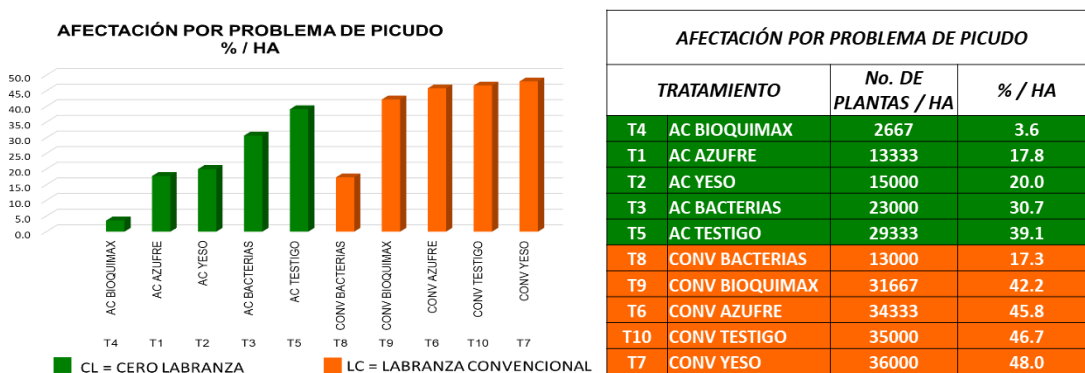


Figura 2. Cuadro y gráfica de la afectación del picudo del maíz en el experimento de mejoradores de suelo.

### Área de validación

En el área de validación de los ensayos de híbridos comerciales este año, debido a condiciones agroclimáticas que prevalecieron en este ciclo agrícola también se vieron afectados los rendimientos comparados contra los de los dos años anteriores lo cual refleja una pérdida económica para los productores y a la vez se agudiza la problemática del cambio climático con fenómenos atípicos a la zona y con consecuencias críticas para la región.

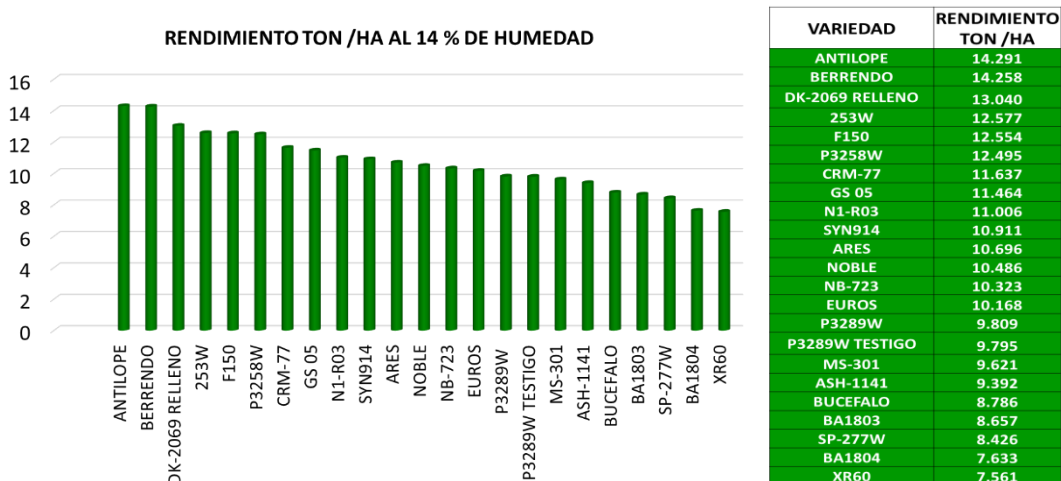


Figura 3. Cuadro y gráfica de rendimiento del experimento híbridos comerciales.

### Resumen de capacitaciones a la plataforma

Se realizaron 6 eventos en plataforma de los cuales derivó una asistencia de 423 personas entre productores, técnicos, estudiantes, funcionarios públicos e investigadores.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	215	24
Técnicos	91	26
Otros	52	15
<b>Total, de asistentes</b>	<b>358</b>	<b>65</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

En este año la plataforma se enfrentó a condiciones muy adversas en el aspecto agroclimático el incremento en la temperatura, la falta de agua de lluvia, fenómenos como las granizadas y el aumento de plagas hizo en toda la región que los rendimientos disminuyeran en comparación con otros años agrícolas. Aún así, los estudios de investigación realizados dentro de la plataforma están siendo un referente en la toma de decisiones por parte de los productores y para las industrias de la transformación de los productos del campo y la creación de nuevos esquemas de comercialización más seguros y mejor pagados para los productores, todo esto bajo una agricultura más sustentable.



Plataforma Mixquiahuala preparación de terreno agricultura convencional.



Plataforma Mixquiahuala preparación de terreno agricultura de conservación.



Plataforma Mixquiahuala, aplicación de Mejoradores de suelo en CL.



Plataforma Mixquiahuala, aplicación de mejoradores de suelo en AC.



Plataforma Mixquiahuala, aplicación del consorcio bacteriano.



Plataforma Mixquiahuala, siembra en plataforma experimento mejoradores de suelo.



Plataforma Mixquiahuala, trazo de experimento híbridos comerciales.



Plataforma Mixquiahuala, siembra experimento híbridos comerciales.



Plataforma Mixquiahuala, toma de datos de emergencia y raleo en experimento híbridos comerciales.



Plataforma Mixquiahuala, toma de datos de altura de planta y mazorca.





Plataforma Mixquiahuala, etiquetado de híbridos comerciales.



Plataforma Mixquiahuala, toma de datos de incidencia carbón de la espiga.



Plataforma Mixquiahuala, daño de picudo del maíz.



Plataforma Mixquiahuala, Hidalgo, larva de picudo del maíz.

# Molcaxac, Puebla – PV 2018 – Año ocho

Antonio López Ramírez y Arturo Ismael Nieves Navarro  
CBTA Núm. 305

## Introducción

La plataforma de investigación del CBTA Núm. 305 Molcaxac, Puebla, se encuentra ubicada en el municipio de Molcaxac, localizado al centro-sur del estado de Puebla, en la región llamada Mixteca Poblana. Los suelos que predominan en el área de influencia de la plataforma presentan características de ser someros y muchos de ellos degradados. La agricultura en su mayoría es de temporal y bajo un sistema de labranza convencional donde los cultivos principales son el maíz y frijol, la práctica para producir estos granos ha llevado a la pérdida de la capa arable del suelo, teniendo como consecuencia bajos rendimientos por hectárea y altos costos de producción, ya que cada año aumentan los precios y la cantidad a utilizar de insumos, como los fertilizantes, pesticidas y maquinaria alterando enormemente al suelo. Aunado a lo anterior los ciclos de lluvia se han presentado muy irregulares o se ausentan en etapas determinantes del cultivo para obtener rendimientos aceptables. Para poder aportar en la solución de la problemática que se presenta en la región, los trabajos de la plataforma proponen alternativas para el cuidado y conservación del suelo, aplicando los tres principios de la Agricultura de Conservación (AC): una perturbación mínima del suelo; cobertura permanente del suelo; y la rotación de cultivos, utilizando materiales nativos e híbridos que tengan buen comportamiento, además de probar cultivos alternativos que puedan incrementar la diversificación de producción en la zona, todo esto con el objetivo de lograr una agricultura sustentable y rentable para tener como consecuencia el mejoramiento del nivel de vida de los agricultores de la región.

## Materiales y métodos

### *Tratamientos*

La plataforma tiene 10 tratamientos, evaluados en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. Los tratamientos 1 y 6 están bajo un sistema de labranza convencional, el cultivo es maíz con material criollo, el rastrojo se retira en su totalidad y la fertilización en el tratamiento 1 es solo química, en el tratamiento 6 la fuente es química/orgánica. En el tratamiento 2 la práctica de labranza es convencional, el cultivo es maíz con material criollo, el rastrojo se deja y la fertilización es química/orgánica. En el tratamiento 3 se utilizan camas permanentes angostas, el cultivo es maíz con material criollo, el rastrojo se deja y su fuente de fertilización es química/orgánica. Los tratamientos 4 y 5 son en camas permanentes angostas, el cultivo es de rotación maíz - frijol con material criollo, el rastrojo se deja y la fuente de fertilización es química/orgánica. Los tratamientos 7 y 8 son bajo cero labranza y labranza convencional, el cultivo es de rotación avena/ebo – maíz, con material criollo en maíz y la variedad Chihuahua en avena asociada con ebo común, el rastrojo se deja y la fuente de fertilización es química/orgánica. En los tratamientos 4, 5, 9 y 10 se utilizan camas permanentes angostas, el cultivo es de rotación maíz - frijol con material híbrido y criollo respectivamente, el rastrojo se deja y la fuente de fertilización es química/orgánica.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de investigación Molcaxac, Puebla.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Tipo de semilla	Fertilización
1	MM,LC,R,V1,Q	Maíz-Maíz	Labranza Convencional	Remove	Criollo	Química
2	MM,LC,D,V1,Q/O	Maíz-Maíz	Labranza Convencional	Dejar	Criollo	Química/Orgánica
3	MM,CP,D,V1,Q/O	Maíz-Maíz	Camas permanentes angostas	Dejar	Criollo	Química/Orgánica
4	MF,CP,D,V1,Q/O	Maíz-Frijol*	Camas permanentes angostas	Dejar	Criollo	Química/Orgánica
5	FM,CP,D,V1,Q/O	Frijol-Maíz*	Camas permanentes angostas	Dejar	Criollo	Química/Orgánica
6	MM,LC,R,V1,Q/O	Maíz-Maíz	Convencional	Remove	Criollo	Química/Orgánica
7	MAE,LC,D,V1,Q/O	Maíz-Avena/Ebo*	Cero labranza/labranza convencional*	Dejar	Criollo	Química/Orgánica
8	AEM,CL,D,V1,Q/O	Avena/Ebo-Maíz*	Labranza Convencional/Cero labranza*	Dejar	Criollo	Química/Orgánica
9	MF,CP,D,V2,Q/O	Maíz-Frijol*	Camas permanentes angostas	Dejar	Híbrido/criollo*	Química/Orgánica
10	FM,CP,D,V2,Q/O	Frijol-Maíz*	Camas permanentes angostas	Dejar	Criollo/híbrido*	Química/Orgánica

- El cultivo que aparece en \* es el sembrado en 2018 (para el caso de los tratamientos con rotación y sistema de labranza) Abreviaciones: MM= maíz-maíz, MF= maíz-frijol, AEM= avena/ebo-maíz, CP= camas permanentes angostas, CL= cero labranza, LC= labranza convencional, D= dejar, R= remove, Q= química, O= orgánica, V1= criollo e V2= híbrido.

En el área de validación se tiene como objetivo identificar cultivos de oleaginosas y asociados para la diversificación sustentable en el hub Valles Altos, se utilizó un diseño experimental de bloques aleatorizados con 3 repeticiones, la práctica de labranza fue convencional y los cultivos a evaluar fueron girasol, canola, garbanzo, grasspea (5 variedades), amaranto (variedades Nutrisol, Agim, L50 y Revancha)) y maíz criollo.

### **Resumen del ciclo del reporte**

La precipitación fue de menos de 650 mm y la presencia de lluvias en la temporada no tuvo buena distribución para la obtención de mejores rendimientos en los tratamientos. Se tuvo problemas de control de plagas en los tratamientos con frijol afectándolos de manera directa en el aspecto de rendimiento. En el área de validación, se tuvo problemas de germinación en el tratamiento con garbanzo y en los tratamientos con grasspea se observaron deficiencias de nutrición provocadas por las características del suelo. Con respecto a los cultivos alternativos en específico el amaranto y el girasol, consideramos que, si se establecen en una fecha más oportuna, se pueden tener mejores resultados en el desarrollo del cultivo.

## **Resultados**

### **Ensayo principal**

En la figura 1 se muestran los rendimientos de los tratamientos con maíz, en el tratamiento FM,CP,D,V1,Q/O se aplican los tres principios de AC y presentó los mejores rendimientos, a pesar que los rendimientos en general fueron menores con respecto al ciclo anterior, los mejores resultados en rendimiento los siguen manifestando los tratamientos que están bajo el esquema de AC, teniendo en cuenta que el año pasado en la región se tuvo un ciclo de lluvia muy irregular, entre los tratamientos 10, 3, 2 y 8 no hubo diferencias significativas. Los rendimientos más bajos se presentaron en los tratamientos 1 y 6 que están bajo el sistema convencional, pero presentaron diferencias significativas con los tratamientos 2 y 8 que están bajo el mismo sistema de labranza convencional, podemos mencionar que

aún es consecuencia de que en los años anteriores los tratamientos 2 y 8 estuvieron bajo el esquema de AC y aún sigue manifestándose los efectos positivos de este tipo de labranza.

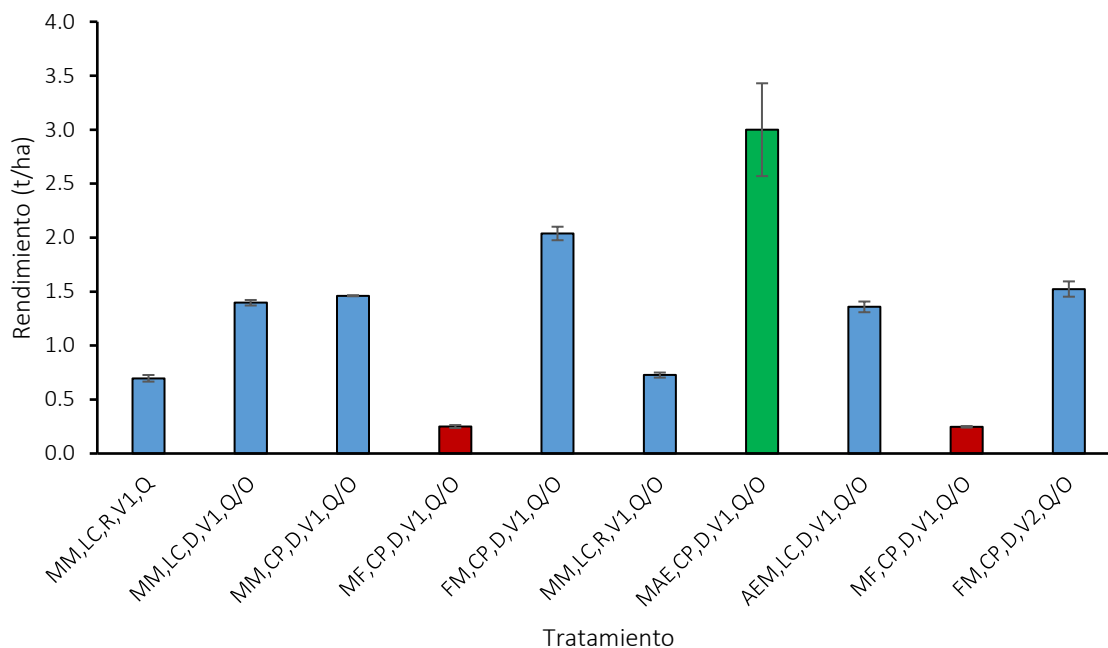


Figura 1. Comportamiento del rendimiento en los tratamientos con maíz en la plataforma de investigación Molcaxac, Puebla. Abreviaciones: MM= maíz–maíz, MF= maíz–frijol, AEM= avena/ebo–maíz, CP= camas permanentes angostas, CL= cero labranza, LC= labranza convencional, D= dejar, R= remover, Q= química, O= orgánica, V1= criollo e V2= híbrido. Cultivos= azul: maíz, rojo: frijol y verde: avena+ebo.

En los tratamientos con sistema de rotación, se cultivó frijol y su comportamiento en rendimiento fue menor al ciclo anterior, posiblemente ocasionado por el mismo factor que afectó a los demás tratamientos, el cual fue la falta de lluvia en etapas determinantes para el rendimiento. Aunque no se tienen referentes de rendimiento en la región de la avena en asociación con ebo; se puede considerar que el tratamiento de avena con ebo se comportó de forma aceptable, ya que el rendimiento obtenido fue un 16.6% mayor al ciclo anterior.

### Área de validación

En el cuadro 2, se muestran los rendimientos obtenidos en grano y biomasa de los cultivos alternativos establecidos en el área de validación, donde destacan las variedades de amaranto. Se puede considerar que el amaranto tiene un alto potencial de introducción en la zona, ya que sus rendimientos no son tan bajos considerando las características del suelo y condiciones climáticas de la región. A diferencia del amaranto, los demás cultivos como por ejemplo las variedades de grasspea, no tuvieron un buen desarrollo vegetativo y por consecuencia un bajo rendimiento en grano y biomasa, por consiguiente, su potencial de introducción en la zona es bajo. Con respecto a los cultivos de girasol y canola se puede mencionar que su potencial de introducción en la zona es de nivel medio, ya que a pesar de que su rendimiento de grano y biomasa fue bajo, se tiene buenas expectativas de estos cultivos. En el garbanzo no se obtuvieron datos, ya que se tuvieron problemas de germinación, por último, en el maíz se tienen

resultados a bajo de la media de la región, ocasionados por el desfase de la fecha de siembra que comúnmente se utiliza en la zona.

**Cuadro 2. Rendimiento de los cultivos alternativos en grano y biomasa en kg/ha.**

Cultivo	Rendimiento grano	Rendimiento en biomasa seca
Grasspea Ent 01	12	176
Grasspea Ent 02	8	169
Girasol	77	497
Grasspea Ent 19	11	271
Amaranto revancha	461	544
Maíz criollo	551	594
Canola	48	457
Amaranto agim	418	487
Garbanzo	0	0
Grasspea Ent 07	10	303
Amaranto L50	713	730
Grasspea Ent 11	12	180
Amaranto nutrisol	503	563

### **Resumen de capacitaciones en la plataforma**

Se realizaron 2 eventos de capacitación en la plataforma, donde asistieron productores y estudiantes de la región de Molcaxac, Puebla, los temas centrales de las capacitaciones fueron: recorrido en los trabajos de la plataforma experimental CBTA 305 – CIMMYT y estimación de rendimiento de biomasa de avena en asociación con ebo, el objetivo de los eventos realizados fue mostrar los trabajos que se llevan a cabo en la plataforma, para que los productores y estudiantes conozcan las ventajas de la Agricultura de Conservación, además de las opciones para producir que pueden observar en los cultivos alternativos tanto en grano como en forraje. La providencia de los asistentes fue de Molcaxac, Santa Clara Huitziltepec, Xochitlan Todos Santos, Tepeaca, San José de Gracia, Zacapala, San Andres Mimiahupán, Tepeyahualco de Cuauhtemoc, Tecamachalco, Tepexi de Rodríguez y Santa Cruz huitziltepec.

**Cuadro 3. Número de participantes que asistieron a los dos eventos realizados en la plataforma experimental.**

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	21	19
Técnicos	1	0
Otros	28	31
Total de asistentes	50	50

## Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

La Agricultura de Conservación, es una alternativa viable para el desarrollo agropecuario, por lo que se está promoviendo con los productores y otros actores clave, como son los estudiantes del CBTA 305 de Molcaxac, ya que ellos en un futuro serán los responsables del sector productivo de la región, con los cultivos establecidos y la forma de producción que se desarrolla en la plataforma, atiende a dar alternativas viables no solo para la producción de grano, sino también en la de forraje. Se puede mencionar esto, porque a pesar de las condiciones climáticas que se presentaron en este ciclo productivo, como por ejemplo una complicada distribución de lluvias, los mejores resultados obtenidos en rendimiento, se manifestaron en los tratamientos donde se aplican los tres principios de AC, a diferencia de los resultados que se obtuvieron en los tratamientos bajo el sistema de producción tradicional. Los resultados que presenta el tratamiento 5 que está bajo el esquema de AC, no solo se manifiestan el mejor rendimiento en grano, sino en otro aspecto tan importante como lo es la rentabilidad. En el área de validación se probaron cultivos alternativos que pueden representar buenas opciones de producción para los agricultores, los cultivos que mostraron una mejor adaptabilidad fueron la canola, girasol y destacándose un poco más el amaranto.



Preparación del terreno en los tratamientos con labranza convencional.



Aplicación en banda del abono orgánico en los tratamientos con camas permanentes.



Siembra de los tratamientos de la plataforma realizada con una sembradora neumática de cuatro cuerpos tipo dobladenses.





Siembra de los cultivos alternativos en el área de validación.



Toma de datos de las plantas y control de maleza en los tratamientos del área de validación.



Toma de datos de las plantas en los tratamientos en la plataforma.



Delimitación del área de cosecha y recolección de la muestra del cultivo de avena-ebo.



Eventos demostrativos de los trabajos realizados en la plataforma.

# Texcoco I, Estado de México – PV 2018 – Año 28

Nele Verhulst, Ana Rosa García y Fabián Enyanche  
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

## Introducción

La plataforma de investigación Texcoco I, Estado de México está establecida en la estación experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en el Batán, Texcoco, Estado de México ubicado a una altitud de 2,240 msnm, con coordenadas 19°31'46.83"N 98°51'9.81"O. La precipitación media anual es de 703 mm, con una temperatura media anual de 16.2 °C. La plataforma comenzó sus operaciones en 1991 con el propósito de evaluar diferentes prácticas agronómicas bajo condiciones de temporal (cuadro 1). El estudio incluye tipos de labranza como convencional, cero y camas permanentes de dos tipos: angostas de 0.75 m y anchas de 1.5 m (las camas permanentes el único movimiento que reciben es al momento de la reformación de los fondos en cada ciclo, dejando intacto la superficie a sembrar). Se estudia el manejo de rastrojo: en el caso de labranza convencional se incorpora todo el residuo al efectuarse el laboreo, mientras que en las camas permanentes y cero labranza el rastrojo se mantiene en la superficie; también se tiene la remoción y retención parcial (en el caso del trigo se dejan 25 cm de paja parada, mientras que en el maíz se conserva la parte debajo de la mazorca). En esta plataforma se cuenta con monocultivos de trigo y maíz, con rotaciones de cultivo como maíz-trigo y trigo-maíz, o bien alternados con cultivos como frijol o triticale.

## Materiales y Métodos

En el ciclo 2018, la siembra de trigo se realizó el día 24 de mayo y maíz el día 23 del mismo mes. En trigo se utilizó la variedad Mutus a una densidad de 110 kg/ha y en maíz Albatros a densidad de 75,000 semillas/ha. La fertilización en pre siembra fue de 150 kg N/ha + 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Durante el desarrollo de los cultivos no se presentaron heladas en 2018. La precipitación total de abril a noviembre fue de 666 mm, con un periodo de sequía a finales de mayo y todo el mes de julio (figura 1). En el ciclo se hicieron mediciones del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI), utilizando el sensor óptico portátil NDVI (GreenSeeker™, Trimble, USA). Las mediciones se llevaron a cabo dos veces por semana, pasando el sensor por el centro de la cama a una altura aproximada de 0.8 m sobre la superficie del cultivo. La cobertura de la franja del sensor es 0.6 m de ancho aproximadamente. En cada parcela se realizó un conteo de plantas, en el caso de maíz fueron 3 conteos utilizando un marco de 3 m de longitud y en trigo se hicieron 6 conteos con marcos de 0.5 m. En cada marco se contó una hilera de cultivo.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma Texcoco I, Estado de México.

# Trat.	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	T- <u>T</u> *	Cero labranza	Dejar
2	T- <u>I</u>	Cero labranza	Remover
3	M- <u>M</u>	Cero labranza	Dejar
4	M- <u>M</u>	Cero labranza	Remover
5	T- <u>M</u>	Labranza convencional	Dejar
6	T- <u>M</u>	Labranza convencional	Remover
7	T- <u>M</u>	Cero labranza	Dejar
8	T- <u>M</u>	Cero labranza	Remover
9	T- <u>I</u>	Labranza convencional	Dejar
10	T- <u>I</u>	Labranza convencional	Remover
11	M- <u>M</u>	Labranza convencional	Dejar
12	M- <u>M</u>	Labranza convencional	Remover
13	M- <u>I</u>	Cero labranza	Dejar
14	M- <u>I</u>	Cero labranza	Remover
15	M- <u>I</u>	Labranza convencional	Dejar
16	M- <u>I</u>	Labranza convencional	Remover
17	T- <u>M</u>	Camas permanentes angostas	Dejar
18	T- <u>M</u>	Camas permanentes angostas	Parcial: remover trigo cortado con combinada; remover maíz por arriba de la mazorca
19	M- <u>I</u>	Camas permanentes angostas	Dejar
20	M- <u>I</u>	Camas permanentes angostas	Parcial: remover trigo cortado con combinada; remover maíz por arriba de la mazorca
21	T- <u>F</u>	Camas permanentes angostas + diques para trigo	Dejar trigo, remover frijol
22	F- <u>I</u>	Camas permanentes angostas + diques para trigo	Dejar trigo, remover frijol
23	M- <u>I</u>	Cero labranza	Parcial: remover trigo cortado con combinada; retener maíz
24	T- <u>M</u>	Cero labranza	Parcial: remover trigo cortado con combinada; retener maíz
25	TrG- <u>M</u>	Camas permanentes angostas + diques para maíz	Parcial: remover triticales cortado con combinada; remover maíz por arriba de la mazorca
26	M- <u>TrG</u>	Camas permanentes angostas + diques para maíz	Parcial: remover triticales cortado con combinada; remover maíz por arriba de la mazorca
27	T- <u>F</u> -M	Cero labranza	Parcial: Dejar trigo y maíz; remover frijol
28	<u>I</u> -T-M	Camas permanentes anchas	Parcial: remover maíz por arriba de la mazorca; remover trigo cortado con combinada
29	T- <u>M</u>	Cero labranza	Parcial: remover maíz por arriba de la mazorca; remover trigo cortado con combinada
30	M- <u>I</u>	Cero labranza	Parcial: remover maíz por arriba de la mazorca; remover trigo cortado con combinada
31	<u>I</u> -F-M	Cero labranza	Parcial: dejar trigo y maíz; remover frijol
32	T-F- <u>M</u>	Cero labranza	Parcial: dejar trigo y maíz; remover frijol

\*T=trigo, M=maíz, Tr=triticales, F=frijol y G= Chicharo. Cultivo subrayado es el sembrado en este ciclo.

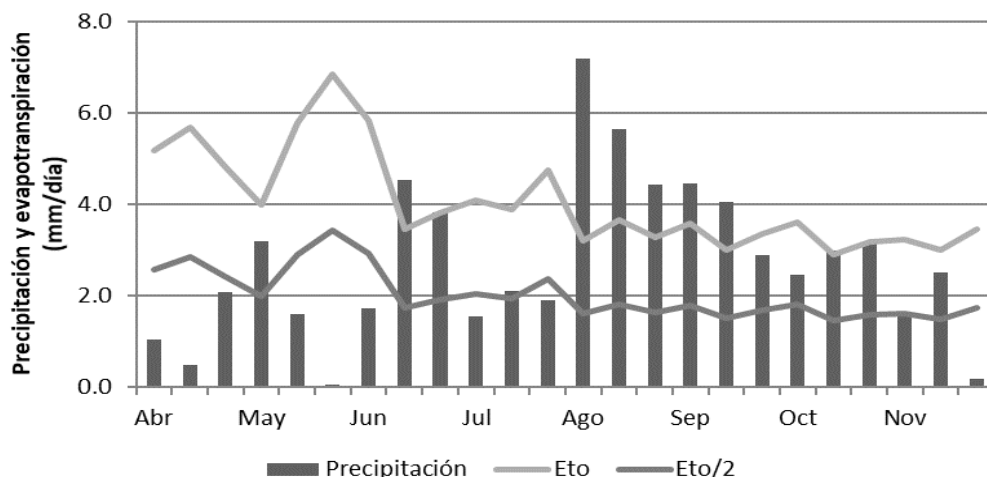


Figura 1. Condiciones climáticas presentadas durante el desarrollo de los cultivos en el ciclo primavera-verano 2018 en la plataforma Texcoco I, Estado de México.

La evaluación de incidencia de la podredumbre de raíz se realizó por parcela, haciendo una colecta al azar de 15 plantas de trigo y 10 plantas de maíz, las cuales fueron sacudidas para quitarles el suelo suelto ahí mismo en campo. Las raíces de trigo y maíz fueron lavadas con agua corriente para llevar a cabo su evaluación mediante las lesiones producidas mediante el uso de una lupa. Para las raíces de trigo, en cada planta se evaluó el daño con una escala de 0-7 lo que se interpreta como; 0: ninguna lesión evidente, 1: 1-25% de raíces con una sola lesión, 2: 25-50% de raíces con pocas lesiones, 3: 50% de raíces con pocas lesiones, 4: 25-50% de raíces con pocas lesiones dentro de los 10 mm desde la semilla a corona, 5: más del 50% de raíces con lesiones dentro de los 10 mm desde la semilla a corona, 6: más del 50% de raíces cortas, no mayor a 30 mm y 7: casi sin raíces o con entrenudos necróticos. En el caso de las raíces de maíz, fueron evaluadas las raíces primarias y secundarias con una escala de 0-4, donde 0: sin lesión evidente, 1: 1-25% de raíces con pocas lesiones, 2: 25-50% de raíces con lesiones, 3: 50-75% de raíces con lesiones y 4: 75-100% de raíces con lesiones. También en las raíces de maíz se revisó el daño ocasionado por insectos con una escala de 1-9 donde, 1: ningún daño, 2: pocas raíces mordidas, 3: muchas raíces mordidas, 4: 1-3 raíces comidas, 5: más de 3 raíces comidas, 6: casi 1 anillo comido + muchas raíces mordidas, 7: 1 anillo comido, 8: 2 anillos comidos y 9: 3 o más anillos comidos.

Antes de dar inicio a la cosecha de los cultivos, se contabilizó el acame de plantas de maíz las cuales se dividieron en acame provocado desde la raíz y acame desde el tallo. Al finalizar la temporada del cultivo, cada parcela fue cosechada y se determinó rendimiento de grano y sus componentes del rendimiento.

Para el análisis de las curvas de NDVI se empleó la función Proc Mixed del paquete estadístico SAS y la instrucción Repeated para las mediciones repetidas. Las curvas se dividieron en periodos y cada uno se analizó por separado (por periodo y por cultivo). Los periodos para maíz fueron los siguientes: periodo I (20-51 días después de la siembra (DDS)), periodo II (55-93 DDS), periodo III (97-128 DDS) y periodo IV (132-160 DDS). Para trigo los periodos fueron: periodo I (19-42 DDS), periodo II (47-96 DDS) y periodo III (99-124 DDS).

Los datos de pudrición de raíz y los de rendimiento se analizaron mediante el análisis de varianza de Proc glm (ANOVA) utilizando el paquete estadístico SAS. La comparación de medias de los tratamientos se hizo con la prueba del rango estudentizado de LSD, considerando como diferencias significativas con  $p \leq 0.05$ .

## Resultados

### Población de plantas

En la población de plantas de maíz no hubo diferencia significativa entre los tratamientos (figura 2). En promedio la población fue de 7 plantas de maíz/m<sup>2</sup>. En la población de trigo, las mayores poblaciones fueron donde no se hizo labranza con retención total o parcial de rastrojo y rotación trigo-maíz con promedio de 197 plantas/m<sup>2</sup>. Caso contrario ocurrió cuando el rastrojo fue retirado por completo o de manera parcial en varios de los tratamientos, siendo el menor en rotación con maíz, camas permanentes, con retención parcial de rastrojo (129 plantas/m<sup>2</sup>).

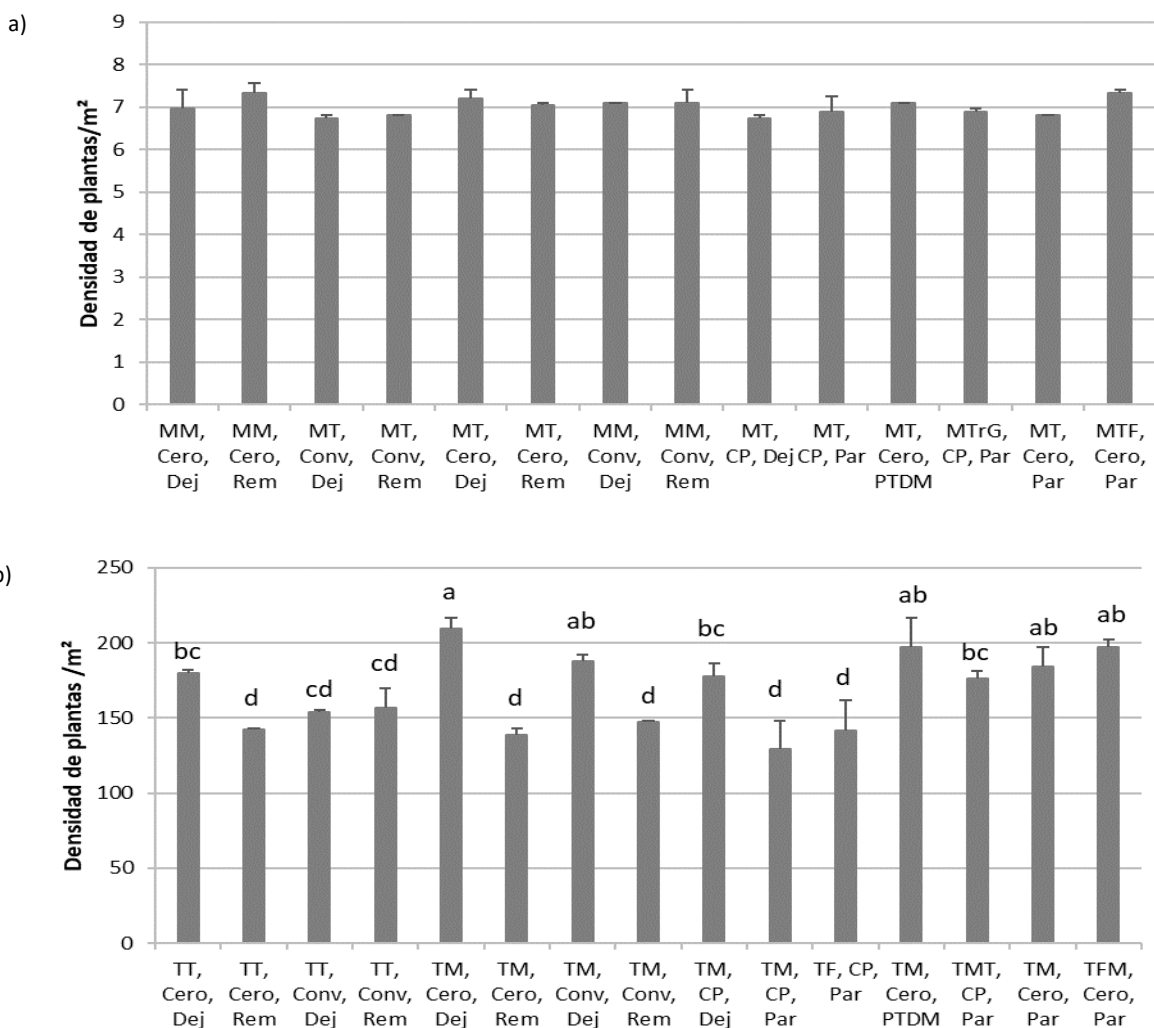


Figura 2. Densidad de plantas por metro cuadrado de los cultivos de maíz (a) y de trigo (b) en la plataforma Texcoco I en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F= Frijol, Tr= Triticale y G= Chicharo; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

### ***Curvas de crecimiento con el Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI)***

En las curvas de NDVI del cultivo de maíz durante su primer periodo (figura 3), los mayores valores se dieron en los tratamientos con labranza convencional, tanto en rotación con trigo como en monocultivo, cuando el rastrojo fue dejado y removido (MT, Conv, Rem; MT, Conv, Dej; MM, Conv, Dej y MM, Conv, Rem), mientras que los menores fueron en cero labranza, monocultivo y rotación con retención total de rastrojo (MM, Cero, Dej y MT, Cero, Dej). En el segundo periodo la mayoría de los tratamientos tuvieron altos valores, los cuales fueron afectados por la existencia de malezas en las parcelas con labranza convencional, viéndose reflejado en las mediciones que se hicieron después de los 72 días hasta el día 86 (Imagen 1). Los menores valores se presentaron en monocultivo de maíz, remoción de rastrojo con cero labranza y convencional (MM, Cero, Rem y MM, Conv, Rem). En el tercer y cuarto periodo los mayores valores fueron en camas permanentes, rotación trigo, dejando rastrojo (MT, Cp, Dej), seguido de los tratamientos en cero labranza, dejando todo o de manera parcial el rastrojo y rotación con trigo (MT, Cero, Dej; MT, Cero, PTDM y MT, Cero, Par), mientras que los menores continuaron en monocultivo de maíz, labranza convencional, remoción de cultivo (MM, Conv, Rem).

En la última parte del ciclo, los tratamientos principalmente se separaron en dos grupos: un grupo con valores bajos, incluyendo tratamientos con labranza convencional y cero labranza con remoción de rastrojo y un grupo con valores altos, incluyendo tratamientos con cero labranza y camas permanentes con retención (parcial) de rastrojo.

En las curvas de NDVI del cultivo de trigo durante el primer periodo (figura 4) los mayores valores se tuvieron en los tratamientos de labranza convencional, rotación con maíz, dejando y removiendo rastrojo (TM, Conv, Dej y TM, Conv, Rem) y menores en los tratamientos de cero labranza, monocultivo dejando y removiendo rastrojo al igual que cuando se hizo rotación con maíz (TT, Cero, Dej; TT, Cero, Rem y TM, Cero, Rem). En el segundo periodo, los valores de NDVI fueron menores en rotación trigo-maíz, remoción de rastrojo en cero labranza (TM, Cero, Rem) que el resto de los tratamientos. Esto se debe al mayor estrés hídrico en este tratamiento, lo que se ha observado también en otros ciclos. Los mayores valores fueron en rotación con maíz, cero labranza, dejando rastrojo (TM, Cero, Dej). En el tercer periodo los mayores valores se tuvieron en los tratamientos de monocultivo, labranza convencional, remoción de rastrojo, al igual que los de rotación con maíz, labranza convencional, dejando y retirando rastrojo (TT, Conv, Rem; TM, Conv, Rem y TM, Conv, Dej), siendo significativamente mayores al resto de los tratamientos. En los tratamientos con labranza convencional estuvo reducido el macollamiento y desarrollo de espigas por estrés hídrico durante el mes de julio. Debido a la alta precipitación en agosto y septiembre, se formaron espigas secundarias en estos tratamientos, resultando en diferentes fechas de madurez en los mismos tratamientos, retrasando la cosecha y la pérdida de grano que maduró primero (Imagen 2).



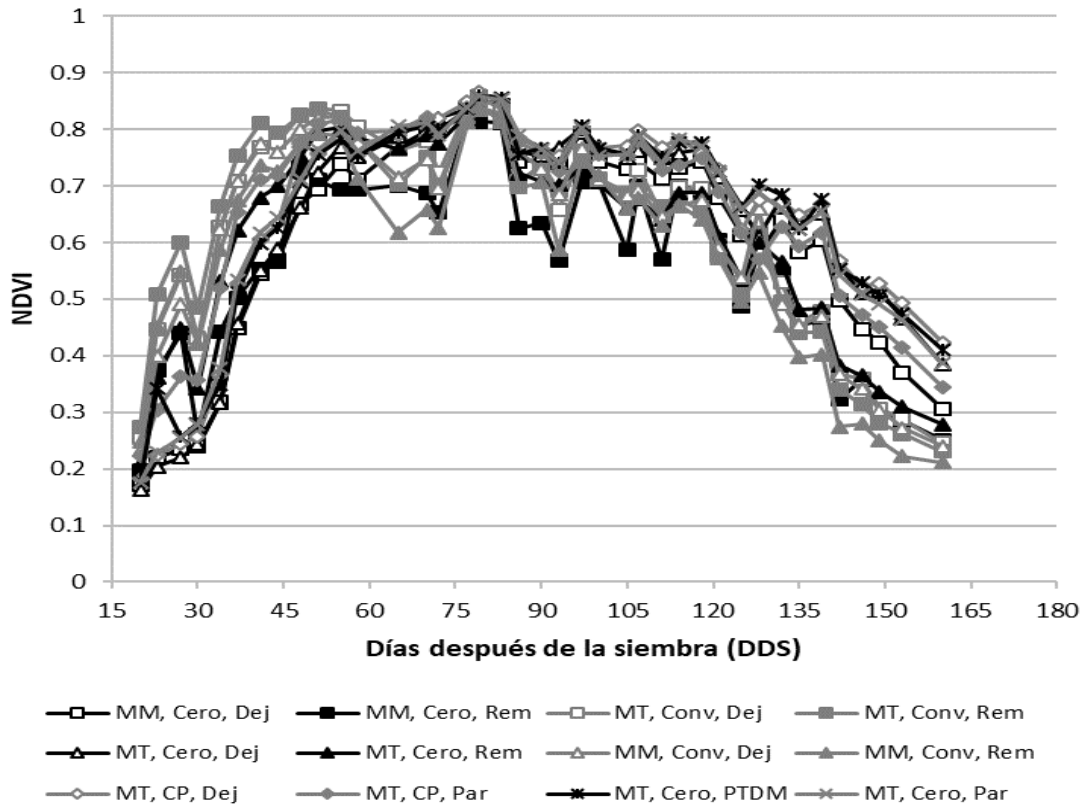


Figura 3. Curvas (NDVI vs Días después de la siembra) de crecimiento y desarrollo del maíz de la plataforma Texcoco I en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

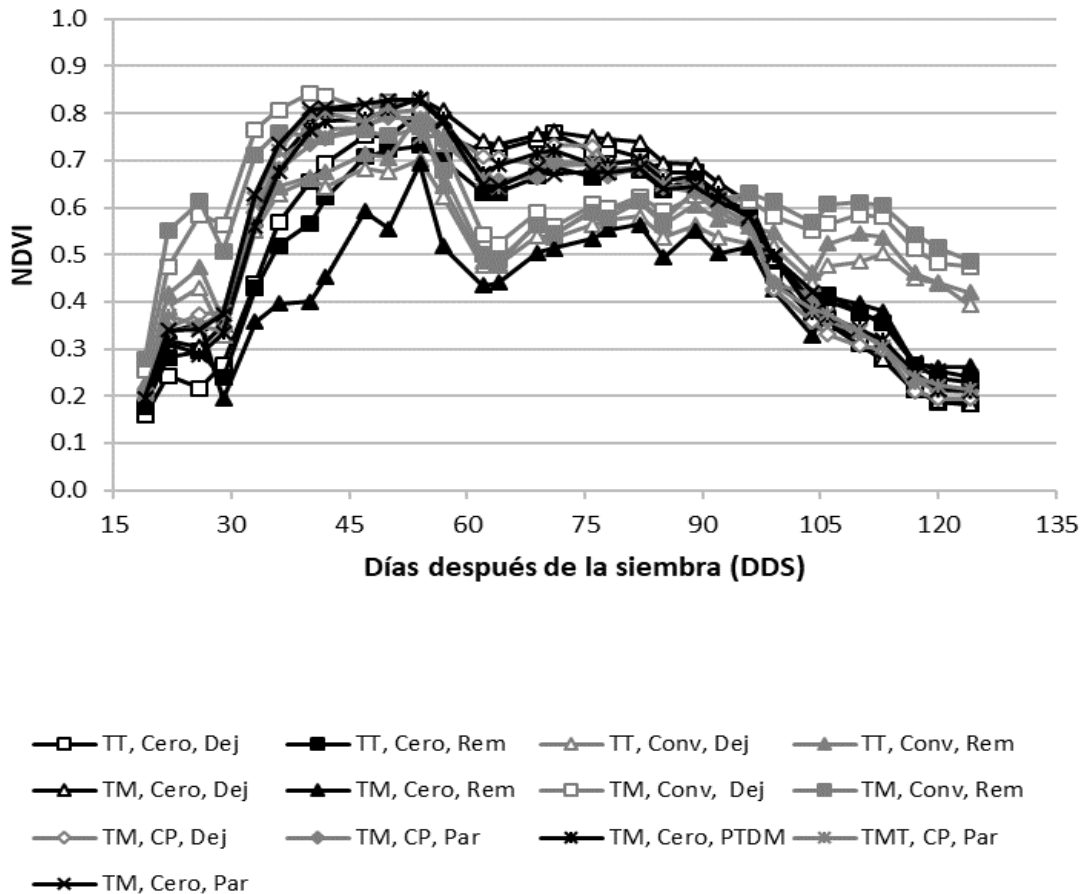
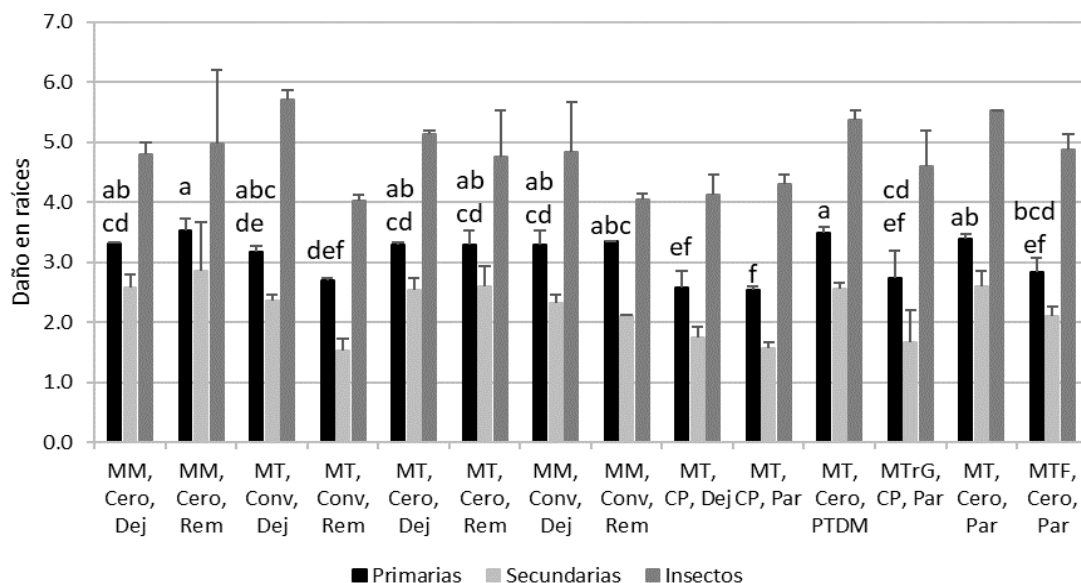


Figura 4. Curvas (NDVI vs Días después de la siembra) de crecimiento y desarrollo del trigo de la plataforma Texcoco I en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

#### ***Daño en raíces***

Los daños de las raíces de las plantas de maíz (figura 5a) se analizaron por separado en primarias, secundarias y ocasionado por insectos. El daño en las raíces primarias, fue mayor (3.5 en escala de 0-4) en monocultivo, cero labranza, removiendo rastrojo (MM, Cero, Rem) y en rotación con trigo, cero labranza y retención parcial de rastrojo (MT, Cero, PTDM), mientras que, en camas permanentes, rotación con trigo, retención parcial de rastrojo (MT, CP, Par) el daño fue menor (2.5). En las raíces secundarias, no hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $p=0.2$ ), con un escoring promedio de 2.2. Tampoco hubo diferencias significativas en el daño ocasionado por insectos ( $p=0.5$ , promedio 4.8). El daño ocasionado en las raíces de trigo (figura 5b) se analizó por seminal, corona y tallo; sin embargo, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos de ninguna de las partes analizadas.

(a)



(b)

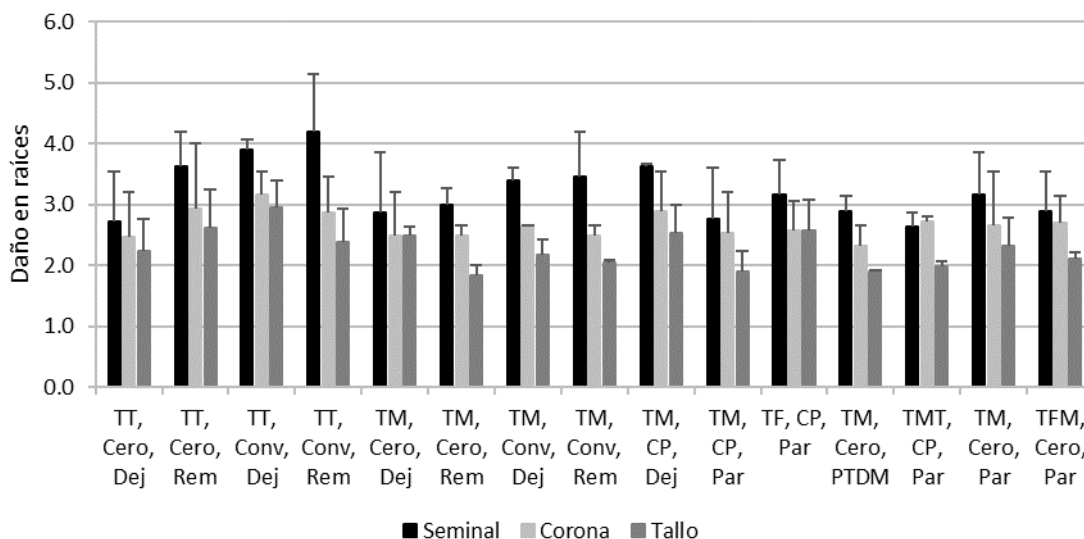


Figura 5. Daño en raíces del cultivo de maíz (primarias, secundarias e insectos) (a) y trigo (seminal, corona y tallo) (b) de la plataforma Texcoco I en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F= Frijol, Tr= Triticale y G=Chícharo; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

#### Acame de plantas en maíz

En acame desde raíz, por la alta variabilidad en los datos, las diferencias no fueron significativas (figura 6a). El mayor valor de plantas acamadas se presentó en rotación con trigo, cero labranza, remoción de

rastrojo (14,888 plantas/ha) con valores similares en monocultivo (MM, Cero, Rem) y MT, Conv, Dej. Los otros tratamientos con labranza convencional, camas permanentes y cero labranza con retención parcial de rastrojo y rotación maíz-trigo tuvieron valores bajos (promedio 3,950 plantas/ha). En acame de tallo (figura 6b), el valor mayor se presentó en rotación maíz-trigo, labranza convencional, retirando rastrojo (MT, Conv, Rem) con 8,196 plantas/ha, en los tratamientos de camas permanentes, rotación con trigo y rotación con triticale-chicharo forrajero el acame fue menor presentando 909 plantas/ha cuando el rastrojo es retenido de manera parcial (MTrG, CP, Par) y 760 plantas/ha cuando es dejado sobre la superficie (MT, CP, Dej).

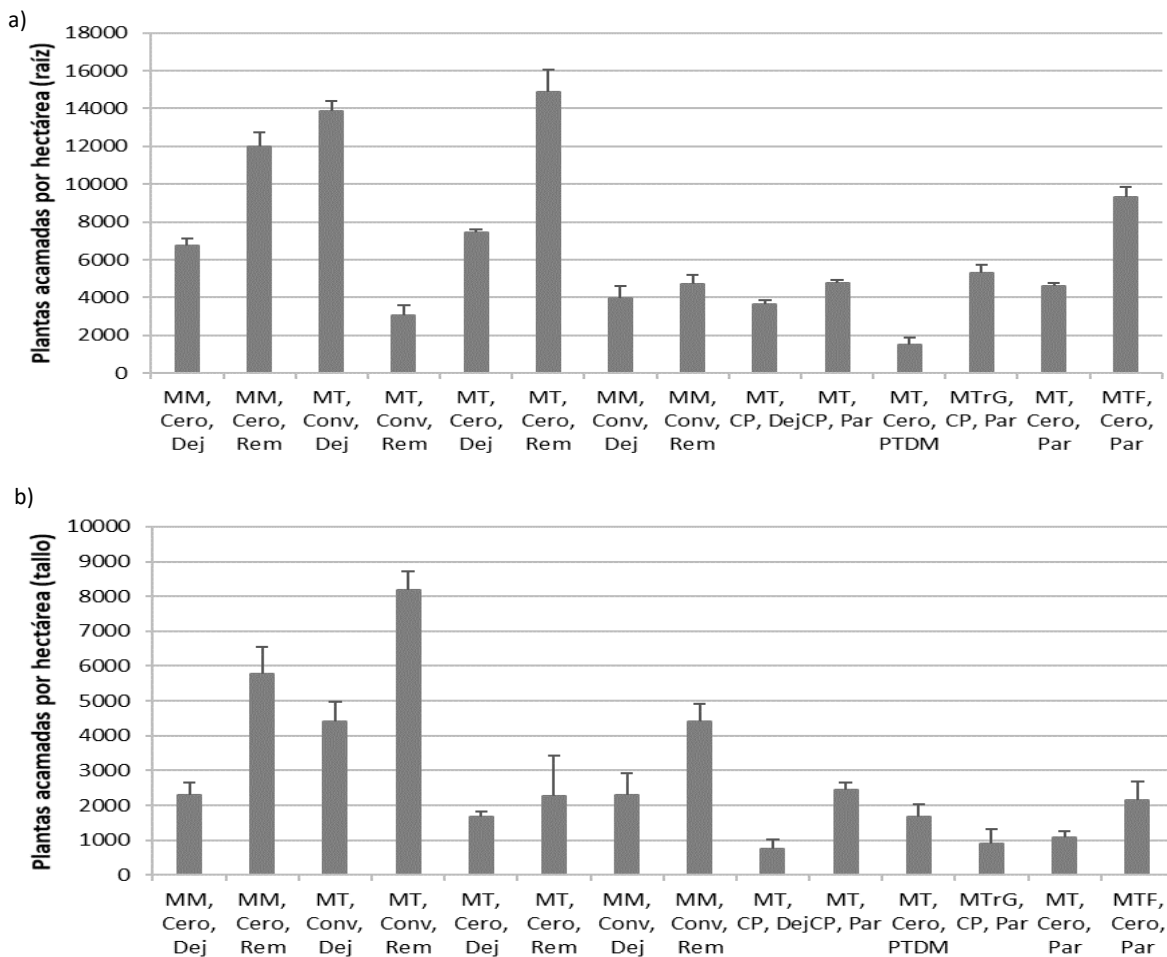


Figura 6. Plantas acamadas de maíz desde raíz (a) y desde tallo (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco I ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F= Frijol, Tr= Triticale y G=Chicharo; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

**Rendimiento de grano**

Los tratamientos con mayor rendimiento de maíz (promedio de 9.0 t/ha, figura 7a) fueron en rotación maíz-trigo, cero labranza, dejando rastrojo de maíz y removiendo rastrojo de trigo (MT, Cero, PTDM),

también en misma labranza, retención parcial de rastrojo, pero en rotación maíz-trigo-frijol (MTF, Cero, Par) y en camas permanentes, dejando rastrojo, rotación con trigo (MT, CP, Dej); sin haber diferencia significativa con los otros tratamientos de agricultura de conservación. El menor rendimiento se presentó en monocultivo, labranza convencional y remoción de rastrojo (MM, Conv, Rem) y el mismo tratamiento, pero en cero labranza (MM, Cero, Rem), con 4.2 t/ha y 4.3 t/ha, respectivamente. El rendimiento promedio de trigo fue muy bajo (2.8 t/ha), debido al estrés hídrico que se presentó al inicio de la temporada impidiendo un buen amacollamiento y desarrollo de espigas fértiles, especialmente en los tratamientos sin suficiente rastrojo en la superficie. Los rendimientos de trigo más bajos (promedio de 1.2 t/ha, figura 7b) se tuvieron en los tratamientos de monocultivo, labranza convencional, tanto dejando como removiendo el rastrojo (TT, Conv, Rem y TT, Conv, Dej). Seguido del tratamiento de cero labranza, rotación trigo-maíz, removiendo rastrojo (TM, Cero, Rem; 1.4 t/ha). Los mayores rendimientos (promedio de 4.5 t/ha) fueron en los tratamientos de cero labranza con retención completa de rastrojo, tanto en monocultivo (TT, Cero, Dej) como en rotación con maíz (TM, Cero, Dej). Los otros tratamientos de agricultura de conservación tuvieron rendimientos intermedios, en promedio 3.2 t/ha. El rendimiento de frijol fue de 3.4 t/ha en cero labranza en rotación maíz-trigo frijol y de 2.1 t/ha en camas permanentes en rotación con trigo. El rendimiento de biomasa de triticale fue de 2.0 t/ha y de biomasa de chícharo forrajero fue de 3.8 t/ha.

#### ***Contenido de proteína en grano y rastrojo***

El contenido de proteína en grano de maíz fue similar en todos los tratamientos, con un promedio de 9.3% (figura 8). El mayor contenido de proteína en grano de trigo (promedio de 16.6%) se presentó en los tratamientos de monocultivo, labranza convencional, con retención y remoción de rastrojo (TT, Conv, Dej y TT, Conv, Rem), significativamente más alto que en los otros tratamientos (figura 9), seguidos por el tratamiento de rotación con maíz, cero labranza, remoción de rastrojo (TM, Cero, Rem; 16.2%), caso contrario cuando el rastrojo fue dejado, ya que resultó ser el de menor contenido de proteína (TM, Cero, Dej; 13.6%). El contenido de proteína en el rastrojo de trigo (figura 10) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el valor fue menor (4.0%) en camas permanentes, retención parcial de rastrojo, con rotación trigo-maíz-trigo (TMT, CP, Par). El mayor valor (6.0%) se tuvo en monocultivo, labranza convencional, remoción de rastrojo (TT, Conv, Rem), disminuyendo 0.4% al dejarle el rastrojo (TT, Conv, Dej; 5.6%). Los valores tendieron a disminuir aún más cuando no se hizo ningún tipo de labranza y se utilizó rotación de cultivo por ejemplo en rotación maíz, cero labranza, dejando rastrojo (TM, Cero, Dej; 4.2%).

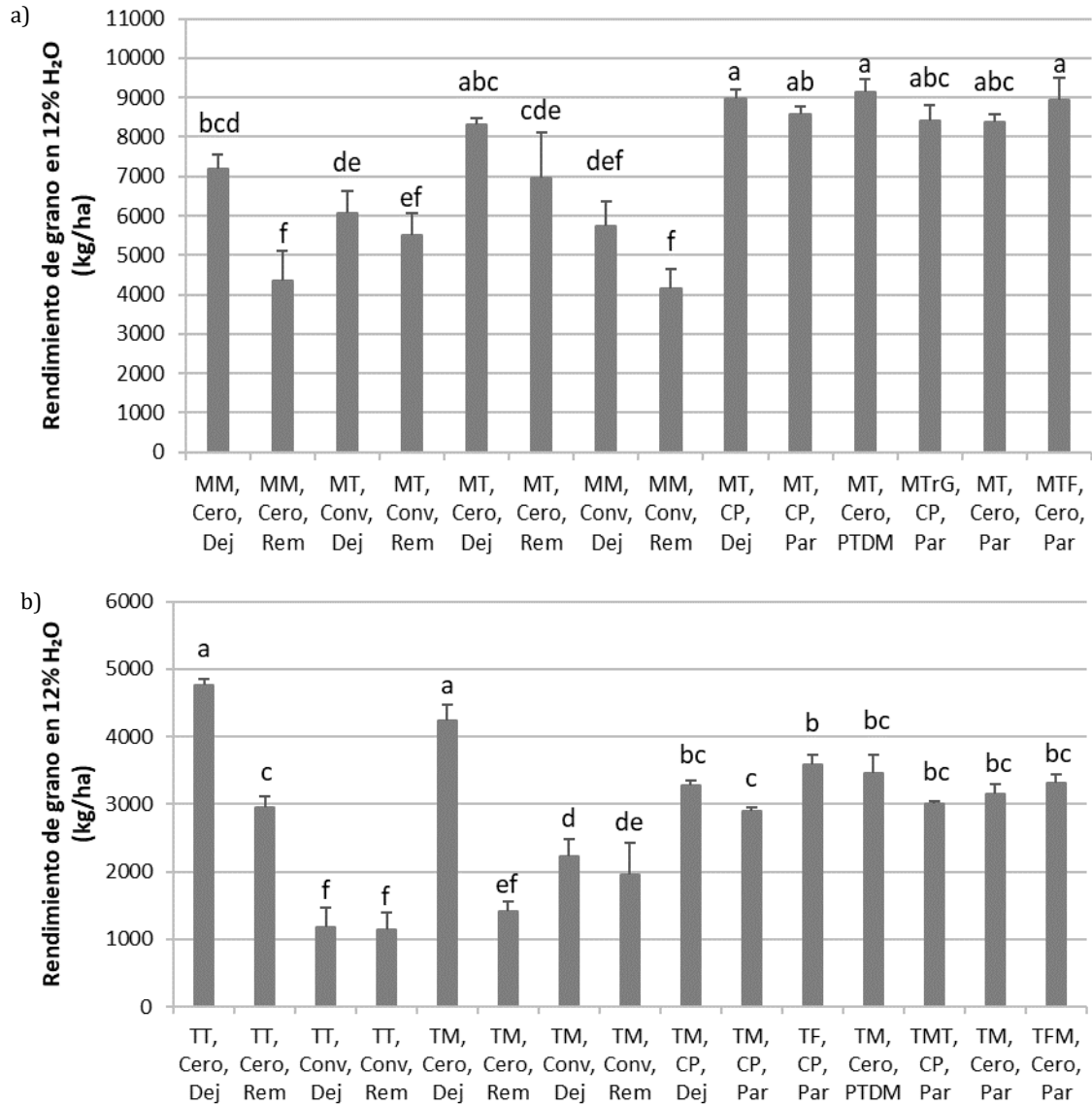


Figura 7. Resultados de rendimiento de maíz (a) y trigo (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco I ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F=Frijol, Tr= Triticale y G= Chicharo; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte, PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

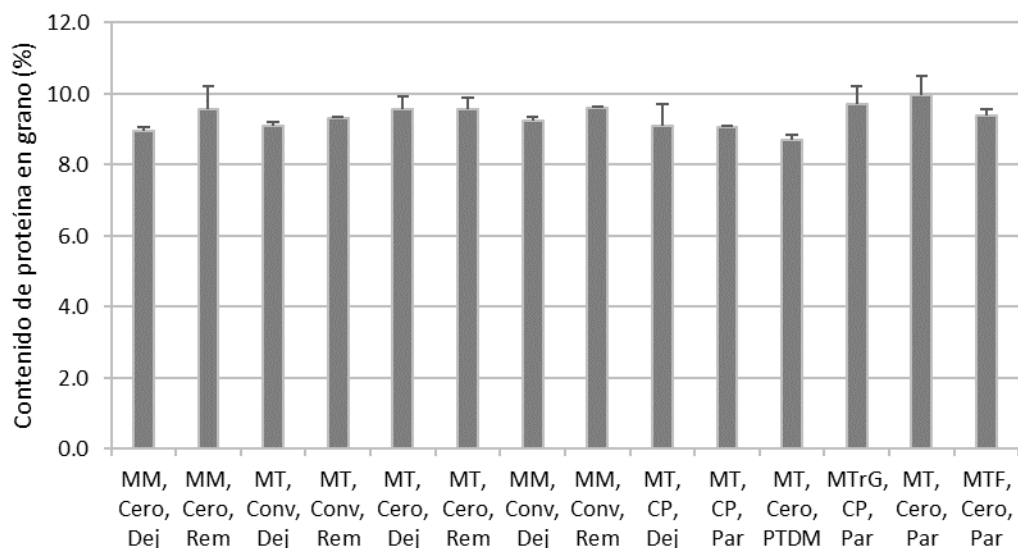


Figura 8. Porcentaje de proteína en grano de maíz en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco I ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F=Frijol, Tr= Triticale y G= Chícharo; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrotejo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte, PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

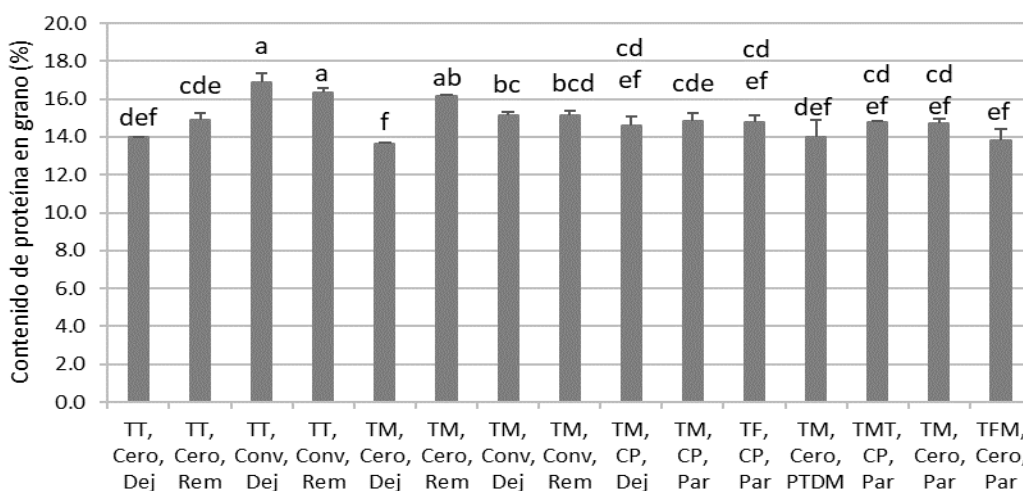


Figura 9. Porcentaje de proteína en grano de trigo en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco I ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F= Frijol, Tr= Triticale; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrotejo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo y Par= Dejar parte, PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

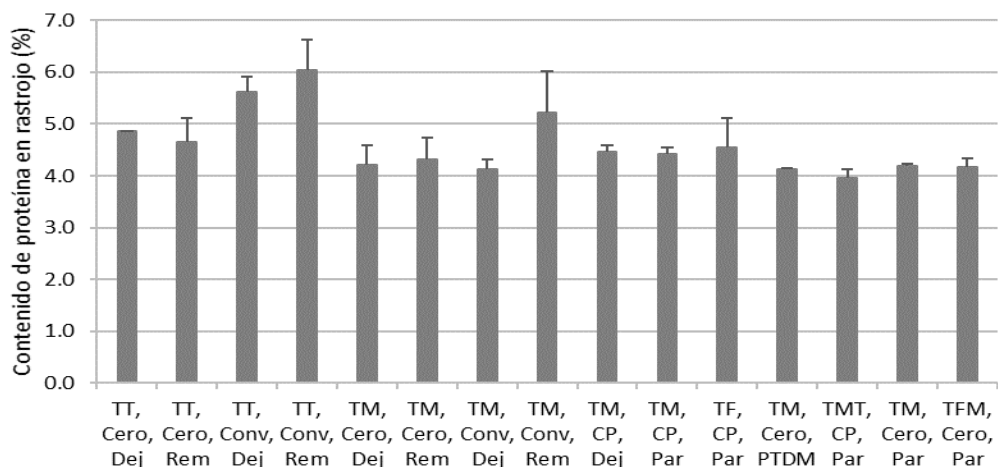


Figura 10. Porcentaje de proteína en rastrojo de trigo en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco I ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F= Frijol, Tr= Triticale; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

### Peso hectolítrico

El peso hectolítrico mostro un efecto significativo de tratamiento ( $p=0.0335$ ), pero las diferencias fueron pequeñas (figura 11). El mayor valor de esta característica de calidad física (76.0 kg/hL), fue en los tratamientos de rotación trigo-frijol, camas permanentes, retención parcial de rastrojo (TF, CP, Par) y en monocultivo, cero labranza, retención de rastrojo; mientras que el menor valor (68.0 kg/hL) fue en el tratamiento de monocultivo, labranza convencional, dejando rastrojo (TT, Conv, Dej).

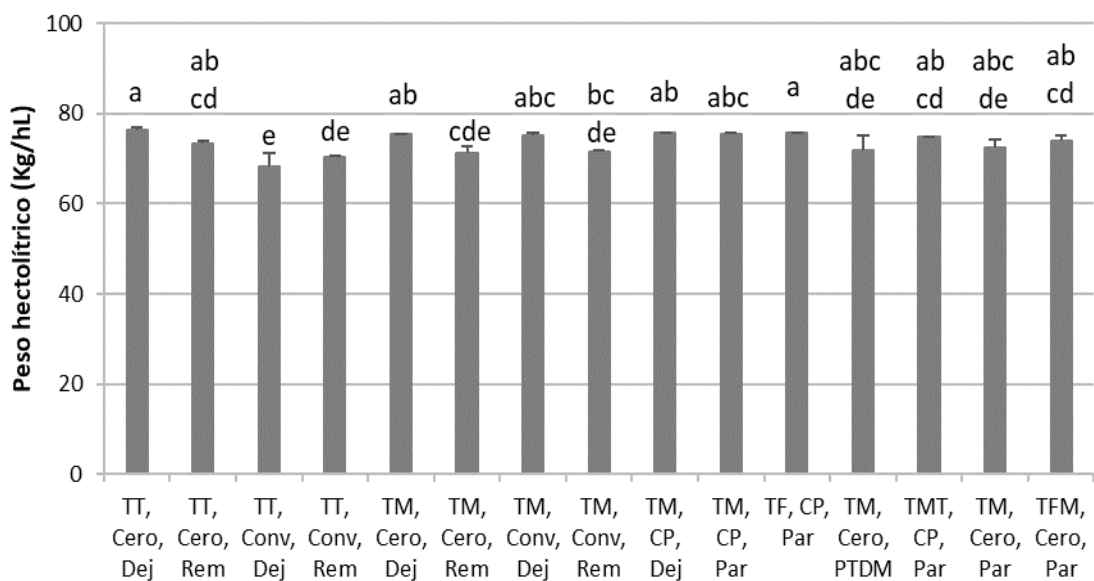


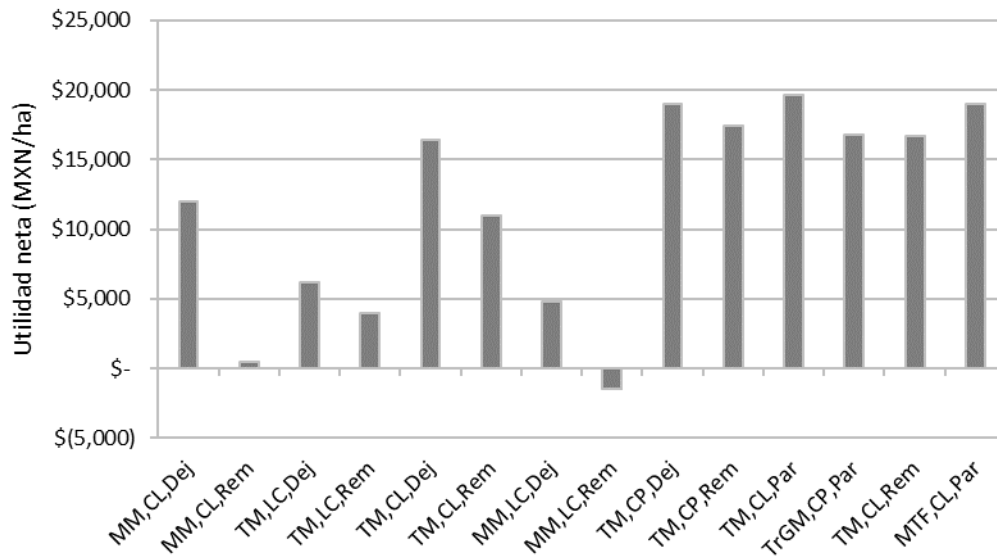


Figura 11. Representación del peso hectolítrico de los tratamientos de trigo en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco I ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F= Frijol; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

**Análisis de rentabilidad**

En el cultivo de maíz la mayor utilidad (\$19,634 MXN/ha) se presentó en el tratamiento de rotación con trigo, cero labranza, dejando parcialmente el rastrojo (MT, Cero, Par), seguido por la rotación con trigo, camas permanentes, dejando rastrojo (MT, CP, Dej) con \$18,985 MXN/ha y en rotación maíz-trigo-frijol, retención parcial de rastrojo en cero labranza (TFM, Cero, Par) con una utilidad neta de \$18,953 MXN/ha (figura 12a). La utilidad más baja se obtuvo en tratamiento de labranza convencional, remoción de rastrojo en monocultivo de maíz (MM, LC, Rem; pérdida de \$1,421 MXN/ha)), mismo tratamiento, pero en cero labranza (MM, CL, Rem), incremento poco la utilidad a \$497 MXN/ha. En el caso de trigo, la mayor utilidad fue en monocultivo, cero labranza, dejando rastrojo (\$1,274 MXN/ha, figura 12b). El resto de los tratamientos tuvieron utilidades negativas, con pérdidas entre \$723 MXN/ha para TM, Cero, Dej y \$12,770 MXN/ha con monocultivo y labranza convencional.

a)



b)

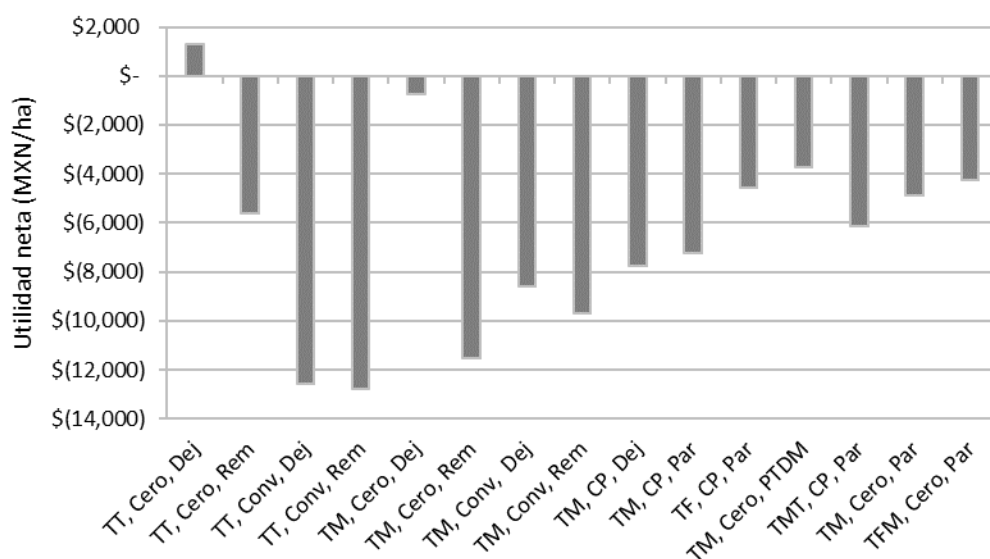


Figura 12. Utilidad neta de los cultivos de maíz (a) y trigo (b) de la plataforma Texcoco I ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México en el ciclo 2018. Cultivos: T= Trigo, M= Maíz, F= Frijol, Tr= Triticale y G= Chicharo; Practicas de labranza: Cero= Cero, Conv= Convencional, CP= Camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo, Rem= Remover todo, Par= Dejar parte y PTDM= Dejar parte de trigo y dejar todo maíz.

Debido al precio alto de grano de frijol (20 MXN/kg), ambos tratamientos de frijol tuvieron las utilidades más altas, con \$26,594 MXN/ha para la rotación trigo-frijol (FT, CP, Par) y \$53,934 MXN/ha para la rotación frijol-maíz-trigo (FMT, CL, Par).

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

En 2018 se organizaron más de 75 visitas a la plataforma. 14 grupos de productores visitaron a la plataforma, proviniendo de Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. Se recibieron visitantes proviniendo de México, Argentina, Colombia, Hungría, Japón, Bélgica, El Salvador, Estados Unidos, China, Kenia, Francia, Guatemala, entre otros. Se recibieron 272 visitantes de institutos y empresas, 1548 visitantes de universidades nacionales y 97 visitantes de universidades extranjeras.

Cuadro 2. Asistentes a la plataforma Texcoco I, México, 2018.

Tipo de visita	Número de visitas	Número de visitantes
1 - Productores	14	370
2 – Institucional	35	272
3 – Universidades nacionales	17	1548
4 – Universidades extranjeras	9	97
Total	75	2287

## Conclusiones

El ciclo PV 2018 fue un buen ciclo para maíz, con rendimientos de aproximadamente 9 t/ha en agricultura de conservación, debido a la ausencia de heladas y la buena precipitación en octubre y noviembre. Para trigo, el rendimiento solo fue bueno en los tratamientos con retención completa de rastrojo en la superficie en cero labranza (4.5 t/ha). Retención parcial redujo el rendimiento en 1.3 t/ha. En los tratamientos con labranza convencional, el estrés hídrico en julio redujo el desarrollo vegetativo, mientras la alta precipitación en agosto y septiembre causó la formación de espigas secundarias, resultando en diferentes fechas de madurez dentro de la misma parcela. Frijol fue el cultivo más rentable, seguido por maíz, haciendo de la rotación más diversa maíz-trigo-frijol una buena opción para la región.



Presencia de biomasa en parcelas de maíz de la plataforma Texcoco I en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México.



Diferencia en desarrollo entre labranza convencional (izquierda) y agricultura de conservación (derecha) en parcelas de maíz de la plataforma Texcoco I en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México.



Presencia de espigas secundarias en parcelas de trigo con labranza convencional en la plataforma Texcoco I, Estado de México, el 5 de septiembre de 2018.

# Texcoco II, Estado de México – PV 2018 – Año 19

Nele Verhulst, Ana Rosa García y Fabián Enyanche  
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

## Introducción

La plataforma de investigación Texcoco II, Estado de México está establecida en la estación experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en El Batán, Texcoco, Estado de México ubicado a una altitud de 2,240 msnm, con coordenadas 19°31'46.83"N 98°51'9.81"O, la precipitación media anual es de 703 mm, con una temperatura media anual de 16.2 °C. La plataforma se implementó en el año 1999 en ésta se evalúan diferentes prácticas agronómicas para la rotación trigo con maíz bajo condiciones de temporal (cuadro 1). En la plataforma se busca maneras de reducir la necesidad de dejar residuos en la agricultura de conservación, ya que la alta demanda para residuos es un limitante de la implementación de AC en los Valles Altos. Las prácticas de labranza evaluadas incluyen camas con labranza convencional (cincel, rastra, danesa y formación de camas), camas permanentes angostas de 0.75 m y anchas de 1.5 m, en las que el único movimiento es durante la reformación de los fondos en cada ciclo. Los manejos de rastrojo van desde su retención total a la remoción total; además se incluye la retención parcial de rastrojo, en el caso del trigo se deja 25 cm de paja parada y en maíz por debajo de la mazorca. Además, se evalúa con la técnica de pileteo para ayudar a almacenar agua.

## Materiales y Métodos

En el ciclo 2018, la siembra de los cultivos se realizó el día 22 de mayo. En trigo se utilizó la variedad Kasuko a una densidad de 110 kg/ha y en maíz CHLHW09035 a densidad de 75,000 semillas/ha. La fertilización en pre-siembra fue de 50 kg N/ha + 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; la segunda fertilización fue de 100 kg N/ha en banda cuando el trigo tiene el primer nudo y el maíz está en etapa V4-V5. Durante el desarrollo de los cultivos no se presentaron heladas en 2018. La precipitación total de abril a noviembre fue de 666 mm, con un periodo de sequía a finales de mayo y todo el mes de julio (figura 1).

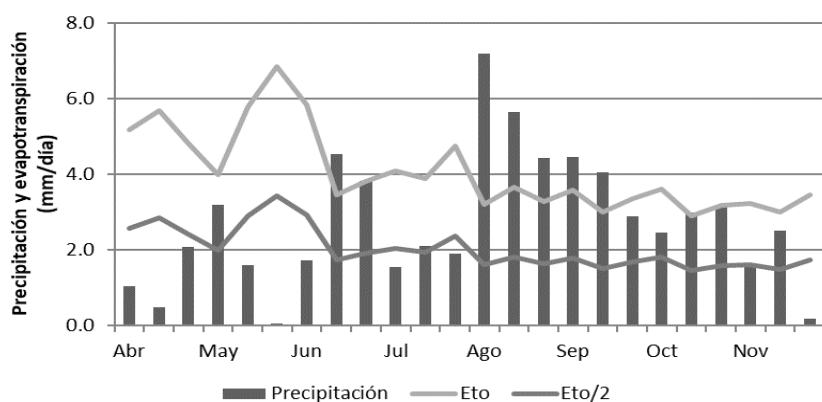


Figura 1. Condiciones climáticas presentadas durante el desarrollo de los cultivos en el ciclo 2018 en la plataforma Texcoco II, Estado de México.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma Texcoco II, Estado de México.

Trt. no.	Abreviación	Rotación	Labranza	Manejo de rastrojo	de Diques (pileteo)
1	CCAng, Dej, -Diq	T-M*	Camas con labranza convencional	Dejar	No
2	CCAng, Dej, -Diq	M-T	Camas con labranza convencional	Dejar	No
3	CPAng, Dej, -Diq	T-M	Camas permanentes angostas	Dejar	No
4	CPAng, Dej, -Diq	M-T	Camas permanentes angostas	Dejar	No
5	CPAnch, Dej, -Diq	T-M	Camas permanentes anchas	Dejar	No
6	CPAnch, Dej, -Diq	M-T	Camas permanentes anchas	Dejar	No
7	CPAng, Rem, -Diq	T-M	Camas permanentes angostas	Remover	No
8	CPAng, Rem, -Diq	M-T	Camas permanentes angostas	Remover	No
9	CPAng, Rem, +Diq	T-M	Camas permanentes angostas	Remover	Si
10	CPAng, Rem, +Diq	M-T	Camas permanentes angostas	Remover	Si
11	CPAng, Par, -Diq	T-M	Camas permanentes angostas	Parcial	No
12	CPAng, Par, -Diq	M-T	Camas permanentes angostas	Parcial	No
13	CPAng, Par, +Diq	T-M	Camas permanentes angostas	Parcial	Si
14	CPAng, Par, +Diq	M-T	Camas permanentes angostas	Parcial	Si

\*En años pares la última letra de la rotación indica el cultivo; Abreviaciones: T=trigo, M=maíz; CCAng=camas con labranza convencional angosta, CPAng= camas permanentes angostas, CPAnch= camas permanentes anchas; D=dejar todo el rastrojo, R=remover todo el rastrojo, P=retención parcial de rastrojo; +Diq=uso de pileteo o diques.

En el ciclo se hicieron mediciones del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI), los datos fueron colectados utilizando el sensor óptico portátil NDVI (GreenSeeker™, Trimble, USA). Las mediciones se llevaron a cabo una vez por semana, pasando el sensor por el centro de la cama a una altura aproximada de 0.8 m sobre la superficie del cultivo. La cobertura de la franja del sensor es aproximadamente 0.6 m de ancho.

En cada parcela se realizó un conteo de plantas, en el caso de maíz fueron 3 conteos utilizando un marco de 3 m de longitud y en trigo se hicieron 6 conteos con marcos de 0.5 m. En cada marco se contó una hilera de cultivo.

La evaluación de incidencia de la podredumbre de raíz se realizó por parcela, haciendo una colecta al azar de 15 plantas de trigo y 10 plantas de maíz, las cuales fueron sacudidas para quitarles el suelo suelto ahí mismo en campo. Las raíces de trigo y maíz fueron lavadas con agua corriente para llevar a cabo su evaluación mediante las lesiones producidas mediante el uso de una lupa. Para las raíces de trigo, en cada planta se evaluó el daño con una escala de 0-7 lo que se interpreta como; 0: ninguna lesión evidente, 1: 1-25% de raíces con una sola lesión, 2: 25-50% de raíces con pocas lesiones, 3: 50% de raíces con pocas lesiones, 4: 25-50% de raíces con pocas lesiones dentro de los 10 mm desde la semilla a corona, 5: más del 50% de raíces con lesiones dentro de los 10 mm desde la semilla a corona, 6: más del 50% de raíces cortas, no mayor a 30 mm y 7: casi sin raíces o con entrenudos necróticos. En el caso de las raíces de maíz, fueron evaluadas las raíces primarias y secundarias con una escala de 0-4, donde 0: sin lesión evidente, 1: 1-25% de raíces con pocas lesiones, 2: 25-50% de raíces con lesiones, 3: 50-75% de raíces con lesiones y 4: 75-100% de raíces con lesiones. También en las raíces de maíz se revisó el daño ocasionado por insectos con una escala de 1-9 donde, 1: ningún daño, 2: pocas raíces mordidas, 3: muchas raíces mordidas, 4: 1-3 raíces comidas, 5: más de 3 raíces comidas, 6: casi 1 anillo comido + muchas raíces mordidas, 7: 1 anillo comido, 8: 2 anillos comidos y 9: 3 o más anillos comidos.

Antes de la cosecha, se contabilizó el acame de plantas de maíz las cuales se dividieron en acame provocado desde la raíz y acame desde el tallo. Al finalizar la temporada, el área central (1.5 m de ancho) de cada parcela fue cosechada y se determinó rendimiento de grano y sus componentes del rendimiento. Para el análisis de las curvas de NDVI se empleó la función Proc Mixed del paquete estadístico SAS y la instrucción Repeated para las mediciones repetidas. Las curvas se dividieron en periodos y cada uno se analizó por separado (por periodo y por cultivo). Los periodos para maíz fueron los siguientes: periodo I (20-55 días después de la siembra (DDS)), periodo II (62-125 DDS) y periodo III (132-167 DDS). Para trigo los periodos fueron: periodo I (20-48 DDS), periodo II (55-83 DDS) y periodo III (90-118 DDS). Los datos de pudrición de raíz y los de rendimiento se analizaron mediante el análisis de varianza de Proc glm (ANOVA) utilizando el paquete estadístico SAS. La comparación de medias de los tratamientos se hizo con la prueba del rango estudentizado de LSD, considerando como diferencias significativas con  $p \leq 0.05$ .

## Resultados

### ***Población de plantas por metro cuadrado***

En la población de plantas de los cultivos de maíz y trigo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ( $p=0.48$  para maíz y  $p=0.0549$  para trigo; figura 2). En promedio la población de maíz fue de 7 plantas/m<sup>2</sup> y de 140 plantas/m<sup>2</sup> de trigo. En trigo, los tratamientos con rastrojo en la superficie mostraron una tendencia a una población más alta. En los otros tratamientos se observó durante la germinación que las plantulas estaban debiles debido a una falta de agua despues de la siembra, lo que redujo el número de plantas que logró establecerse.

### ***Curvas de crecimiento con el Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI)***

En las curvas de NDVI del cultivo de maíz, durante el primer periodo (figura 3a) los mayores valores fueron en el tratamiento de camas angostas con labranza convencional, dejando rastrojo, sin diques (CCAng, Dej, -Diq) y menores en camas permanentes angostas, remoción de rastrojo, sin diques (CPAng, Rem, -Diq). Durante el segundo periodo los mayores valores se presentaron con retención de rastrojo, sin la utilización de diques, en camas permanentes angostas y en camas permanentes anchas (CPAng, Dej, -Diq y CPAnch, Dej, -Diq), existiendo diferencia significativa con el tratamiento en camas permanentes angostas, remoción de rastrojo, sin diques (CPAng, Rem, -Diq). En el tercer periodo el comportamiento continuó similar al anterior.

En las curvas de NDVI del cultivo de trigo, se aprecia dos grupos durante todo el desarrollo del cultivo, siendo mayores valores donde el rastrojo fue retenido en su totalidad o de manera parcial y menores en los tratamientos donde fue removido. En todos los periodos, los menores valores fueron con los tratamientos donde se retiró rastrojo, con y sin utilización de diques en camas permanentes angostas (CPAng, Dej, +Diq y CPAng, Dej, -Diq; figura 3b). El resto de los tratamientos fueron significativamente mayores.

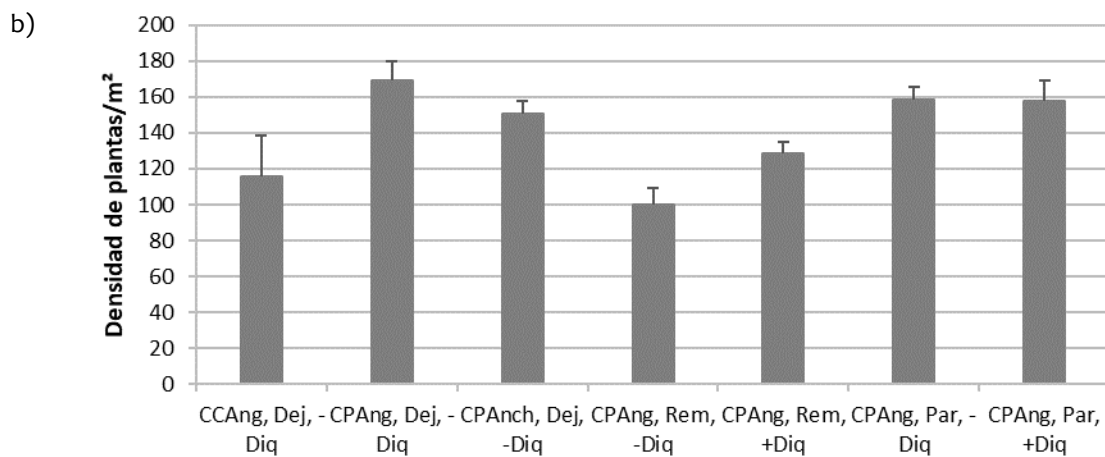
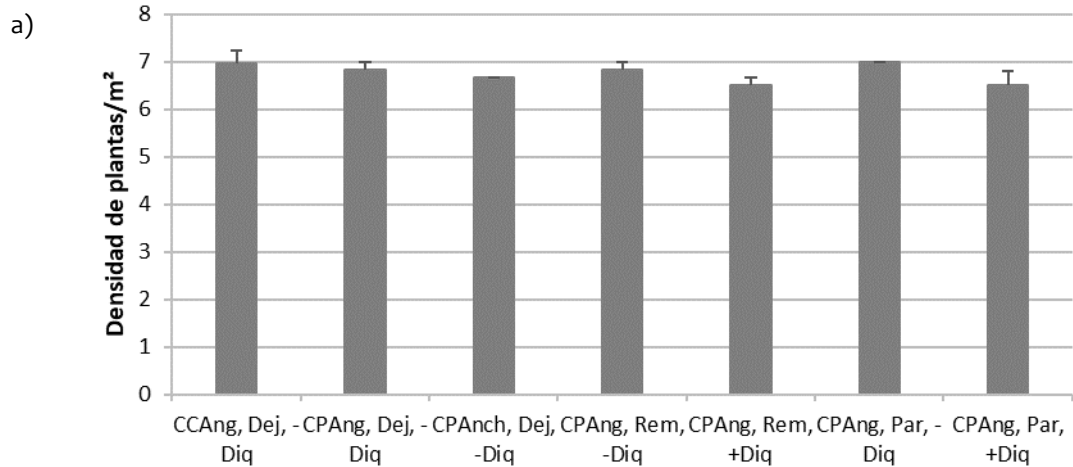


Figura 2. Densidad de plantas por metro cuadrado de los cultivos de maíz (a) y de trigo (b) en la plataforma Texcoco II en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng= Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAnch= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.



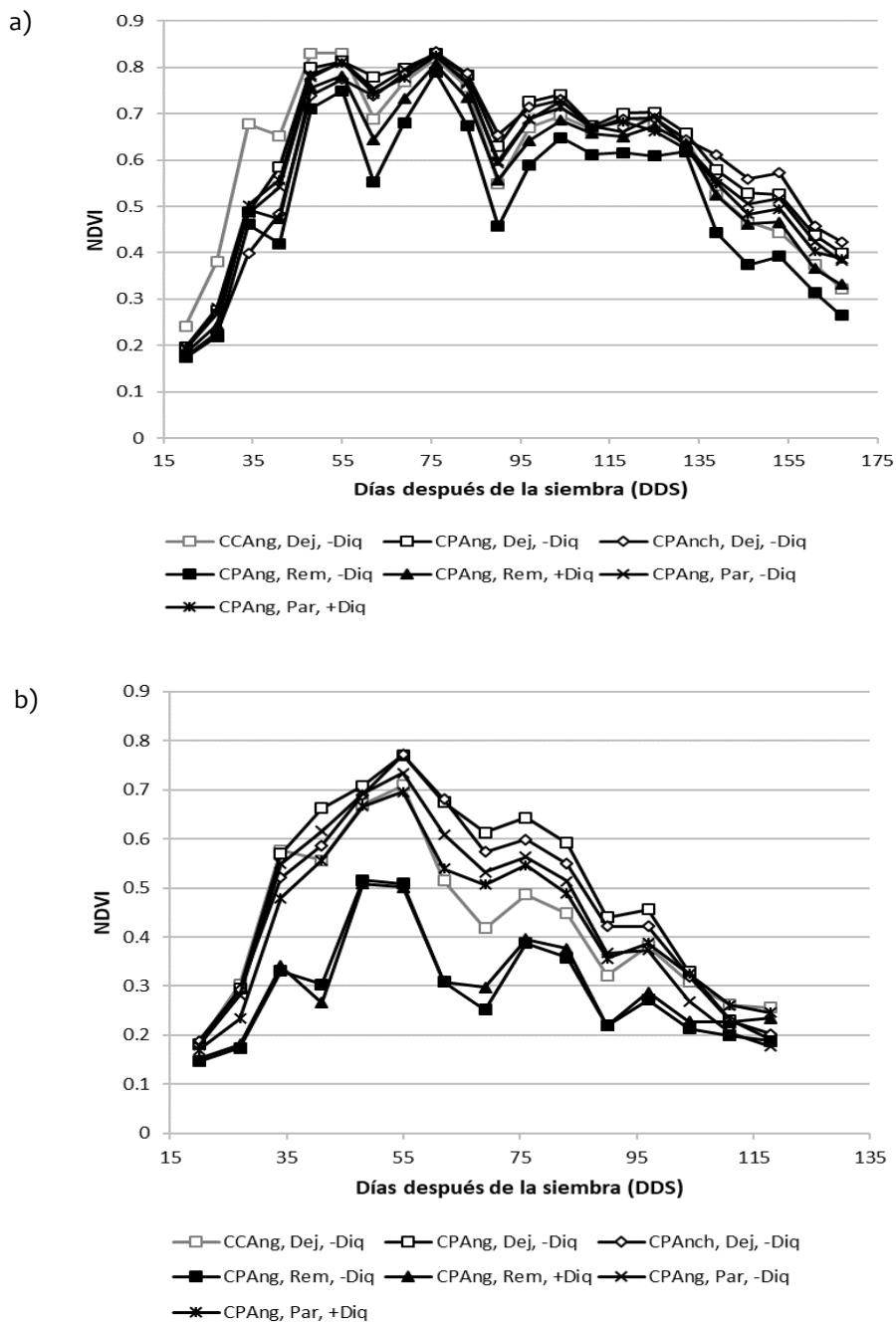


Figura 3. Curvas (NDVI vs Días después de la siembra) de crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz (a) y trigo (b) de la plataforma Texcoco II en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Práctica de labranza: CCAng= Camas angostas con labranza convencional de 0.75 m, CPAng= Camas angostas permanentes de 0.75m, CPAng= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques, +Diq= Con diques.

### ***Daño en raíces***

El efecto de tratamiento sobre el daño en raíces en maíz fue marginalmente significativo ( $p=0.078$  para raíces primarias,  $p=0.061$  para raíces secundarias y  $p=0.0497$  para daño por insectos; figura 4). En las primarias, el tratamiento donde se presentó mayor daño (3.6 en escala de 0-4) fue donde se dejó rastrojo, sin diques en camas permanentes anchas (CPAnch, Dej, -Diq), aunque no mostro diferencia significativa con el resto de los tratamientos, el daño menor se observó en remoción de rastrojo, camas permanentes angostas sin utilización de diques (CPAng, Rem, -Diq con un valor de 2.6). En las secundarias, continuaron los mismos tratamientos con daño, sin embargo, fue a menor escala.

El daño ocasionado por insectos fue mayor en camas permanentes angostas con remoción de rastrojo, con diques (CPAng, Rem, +Diq), camas permanentes angostas con retención parcial y diques (CPAng, Par, +Diq) y camas permanentes anchas, con rastrojo, sin diques (CPAnch, Dej, -Diq) (promedio 5.0). El menor daño se encontró en camas con labranza convencional angostas, retención de rastrojo, sin diques (3.2; CCAng, Dej, -Diq).

En las plantas de trigo (figura 5), no se encontró diferencia significativa entre el análisis de pudrición de sus componentes (seminal, corona y tallo).

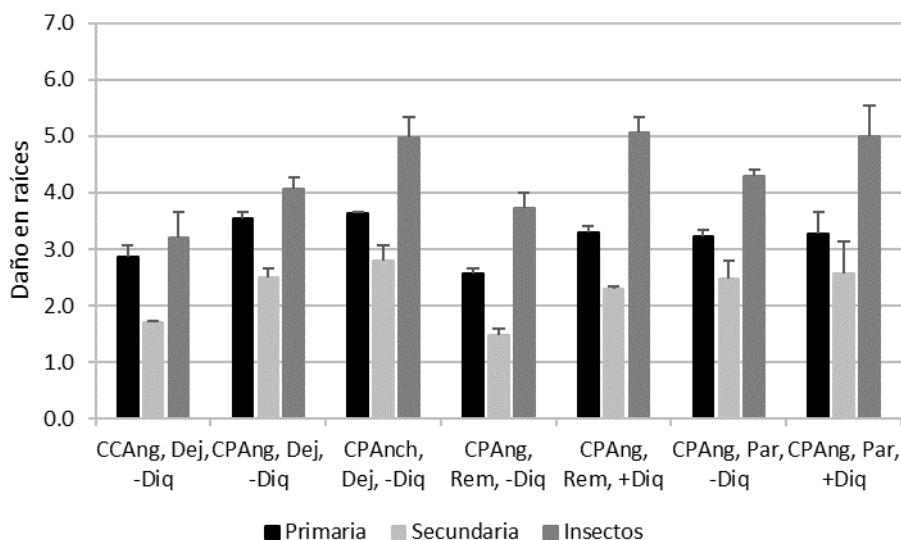


Figura 4. Daño en raíces del cultivo de maíz (primarias, secundarias e insectos) de la plataforma Texcoco II en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng= Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAnch= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.

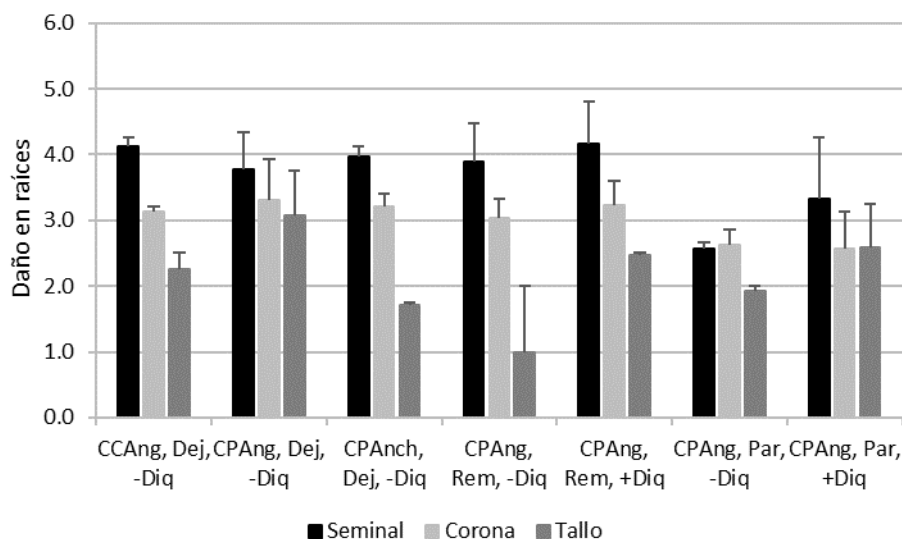


Figura 5. Pudrición de raíces del cultivo de trigo (seminal, corona y tallo) de la plataforma Texcoco II en el ciclo 2018 en El Batán, Texcoco, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng= Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAnch= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.

#### **Acame de plantas en maíz**

En acame desde la raíz y tallo (figura 6ab) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento donde se observó mayor presencia de acame de ambas fue el de camas angostas con labranza convencional, dejando rastrojo, sin la utilización de diques (3,518 plantas/hectárea desde la raíz y 6,538 plantas/hectárea desde el tallo). El tratamiento con menor acame desde la raíz fue donde se utilizó camas permanentes anchas, dejando rastrojo, sin diques (CPAnch, Dej, -Diq; 167 plantas/hectárea).

#### **Rendimiento de grano**

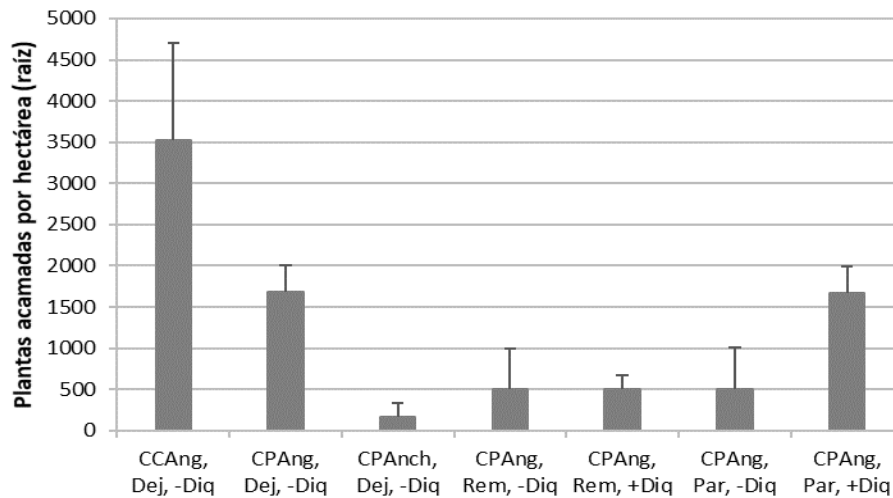
El mayor rendimiento de maíz (10.6 t/ha, figura 7a) se tuvo donde se dejó rastrojo de manera parcial, en camas permanentes angostas, con diques (CPAng, Par, +Diq), sin haber diferencia significativa con los otros tratamientos con retención (parcial) de rastrojo en camas permanentes. El menor rendimiento (6.2 t/ha) fue en caso contrario cuando se removió el rastrojo, camas permanentes angostas, sin la utilización de diques (CPAng, Rem, -Diq). Hacer labranza convencional resultó en un rendimiento intermedio de 8.9 t/ha. La utilización de diques en camas permanentes angostas con remoción total de rastrojo aumentó el rendimiento en 2.9 t/ha. Los altos rendimientos de maíz fueron posibles por la alta precipitación durante el llenado de grano, ya que el principal estrés hídrico fue concentrado en julio durante la etapa vegetativa. La precipitación en octubre y noviembre combinado con la ausencia de heladas permitieron prolongar el llenado de grano.

El rendimiento de trigo más bajo (0.5 t/ha, figura 7b) se tuvo en camas permanentes angostas, con remoción de rastrojo, con y sin la utilización de diques (CPAng, Rem, +Diq y CPAng, Rem, -Diq); incrementándose hasta 3.2 t/ha cuando se dejó el rastrojo, bajo las mismas condiciones de labranza y sin diques, siendo este tratamiento uno de los de mayor rendimiento en conjunto con el de camas permanentes anchas, dejando rastrojo, sin diques (promedio de 3.3 t/ha) (CPAng, Dej, -Diq y CPAnch, Dej,

-Diq), no existiendo diferencia significativa con los tratamientos donde se dejó el rastrojo de manera parcial. (CPAng, Par, -Diq y CPAng, Par, +Diq). El tratamiento con labranza convencional tuvo un rendimiento intermedio (1.5 t/ha). En general, los rendimientos de trigo fueron bajos. La sequía en julio bajó la acumulación de biomasa y el número de macollos con espiga y el cultivo no logró recuperarse lo suficiente durante agosto y septiembre para tener un buen rendimiento.

En el peso hectolítrico de trigo, no existió diferencia significativa entre tratamientos. El promedio fue de 71.0 kg/hL.

a)



b)

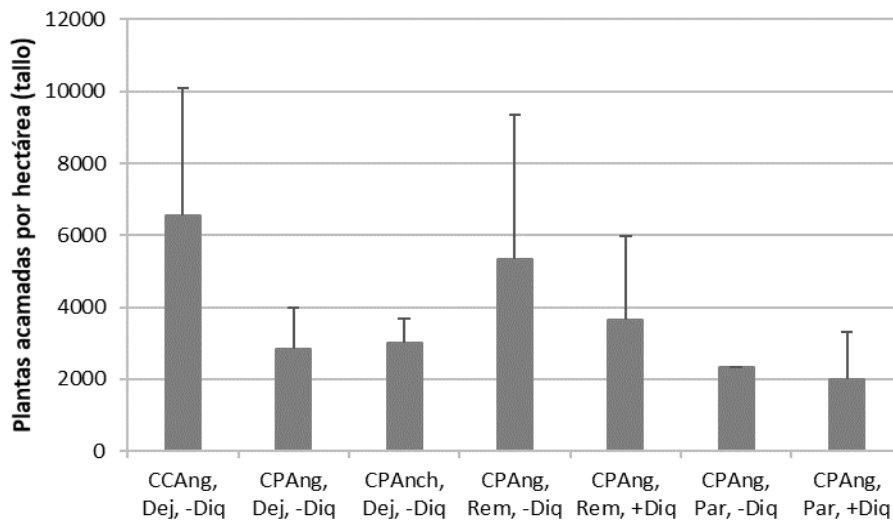


Figura 6. Plantas acamadas de maíz desde raíz (a) y desde tallo (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco II ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng= Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAngch= Camas anchas permanentes de 1.50

m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.

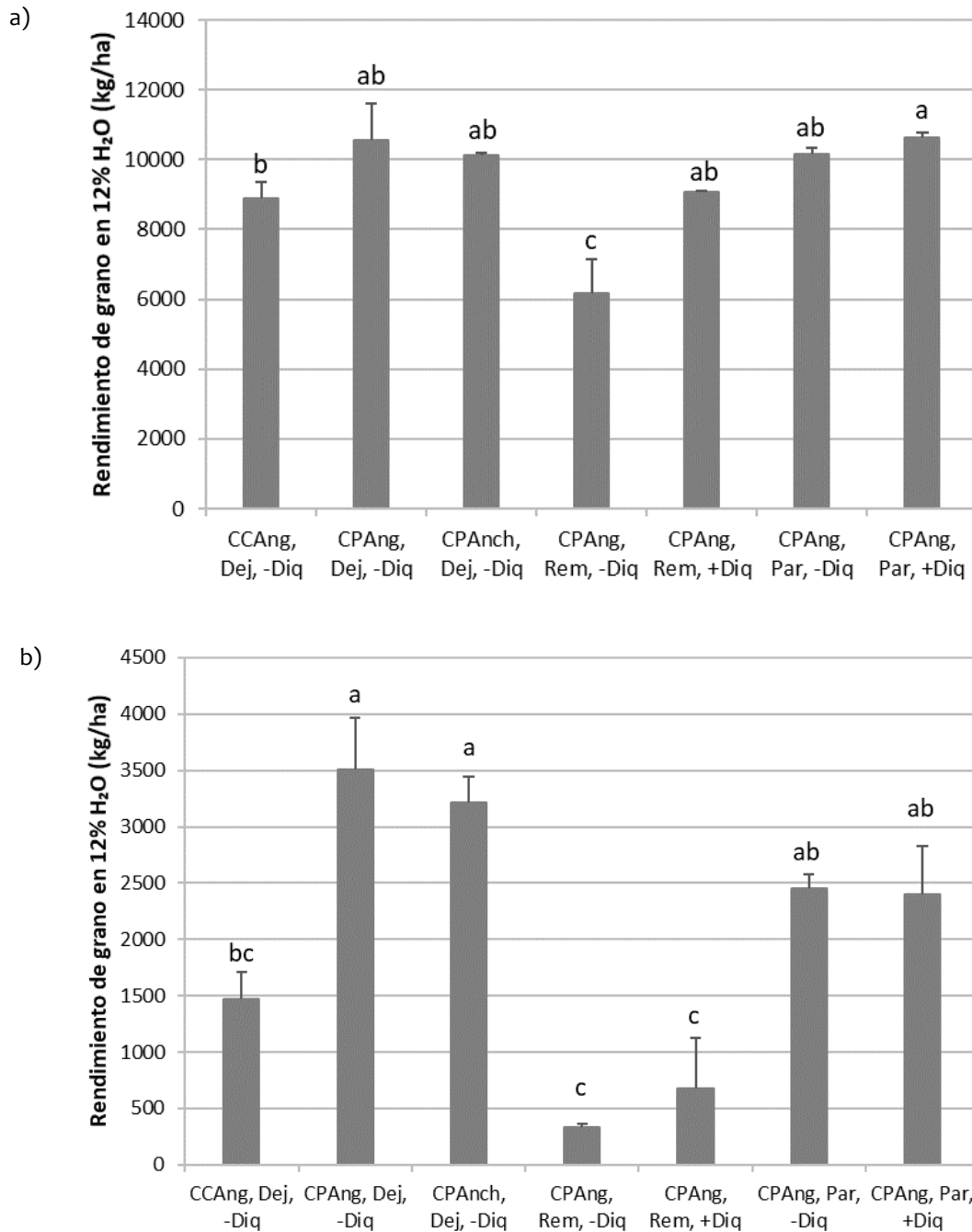


Figura 7. Resultados de rendimiento de maíz (a) y trigo (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco II ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng=

Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAnch= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.

**Contenido de proteína en grano y en rastrojo**

En el contenido de proteína en grano de maíz y de trigo (figura 8ab) no hubo diferencia significativa entre tratamientos. El contenido promedio de proteína en grano de maíz fue 9.6% y en trigo fue de 15.6%. Al igual que en grano, en el contenido de proteína en rastrojo (figura 9ab) tampoco existió diferencias significativas entre sus tratamientos. Los porcentajes promedios fueron de 3.6% en maíz y 5.2% en trigo.

**Análisis de rentabilidad**

En maíz, todos los tratamientos tuvieron una utilidad neta positiva (figura 10a). La utilidad en camas permanentes angostas con retención total y parcial de rastrojo, sin diques (CPAng, Dej, -Diq y CPAnch, Dej, -Diq) fue la mayor (promedio \$24,435 MXN/ha). Caso contrario ocurrió cuando el rastrojo fue retirado en su totalidad teniendo la menor utilidad (\$7,654 MXN/ha) en el tratamiento de camas permanentes angostas, remoción de rastrojo, sin diques (CPAng, Rem, -Diq).

En trigo, la utilidad neta fue negativa en todos los tratamientos. Siendo la mayor pérdida en los tratamientos de camas permanentes angostas, remoción de rastrojo, con y sin la utilización de diques (CPAng, Rem, -Diq y CPAnch, Rem, +Diq) (figura 10b). La menor pérdida en la utilidad de trigo fue en camas permanentes angostas, retención de rastrojo, sin diques (CPAng, Dej, -Diq) con \$3,631 MXN/ha.

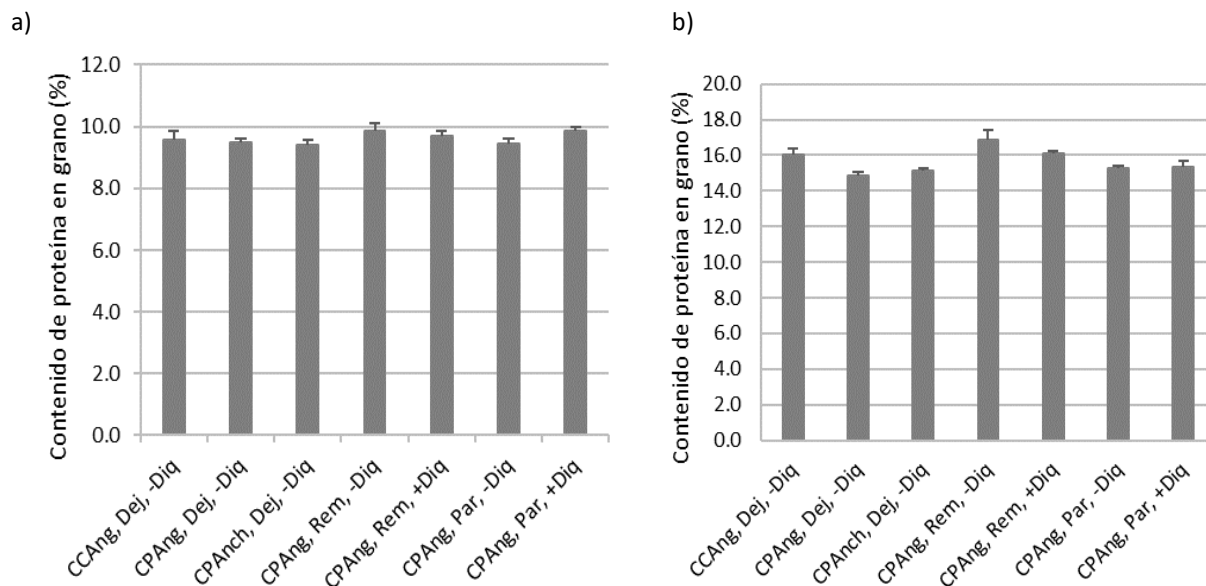
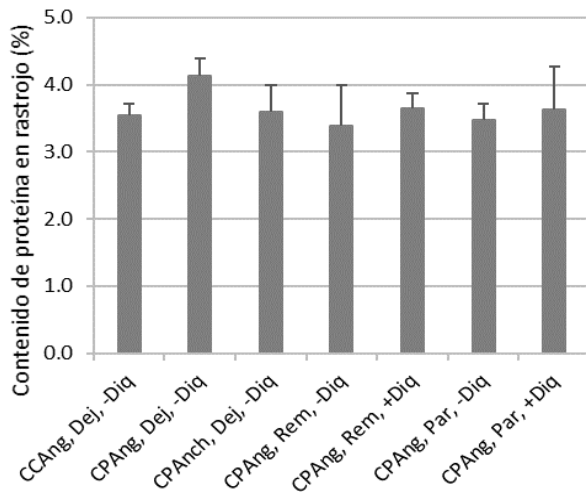


Figura 8. Porcentaje de proteína en grano de maíz (a) y trigo (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco II ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng= Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAnch= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.

a)



b)

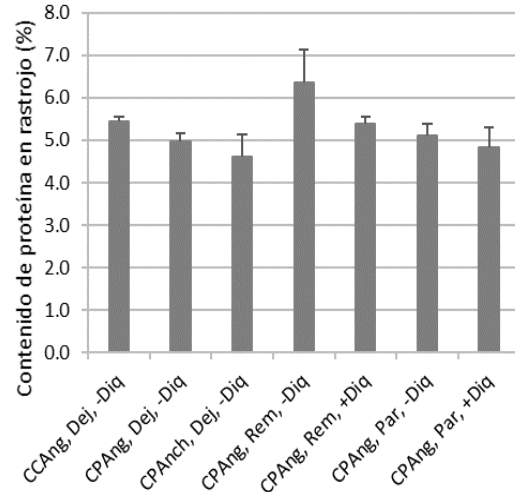
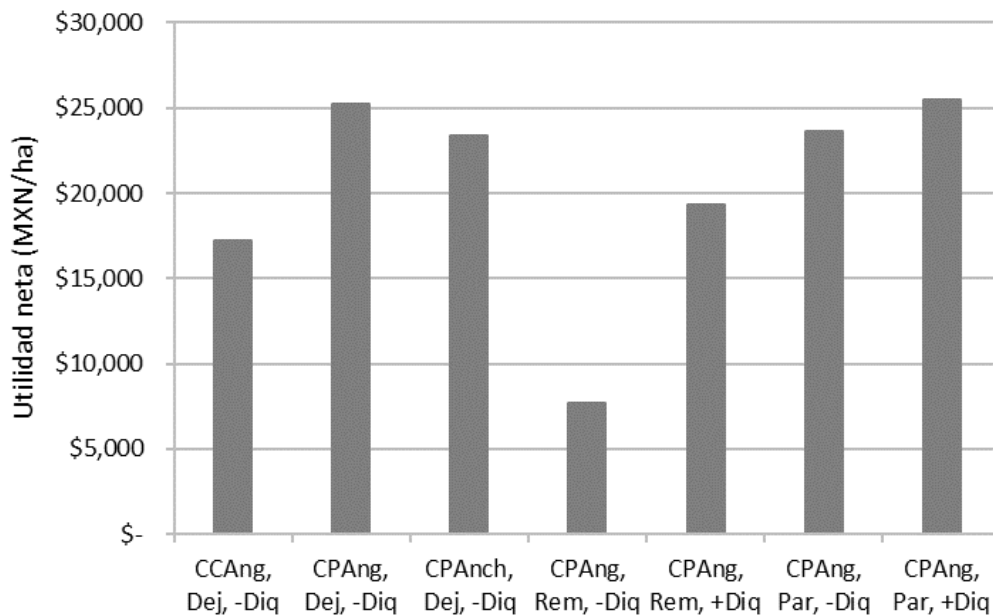


Figura 9. Porcentaje de proteína en rastrojo de maíz (a) y trigo (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco II ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng= Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAnch= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.

a)



b)

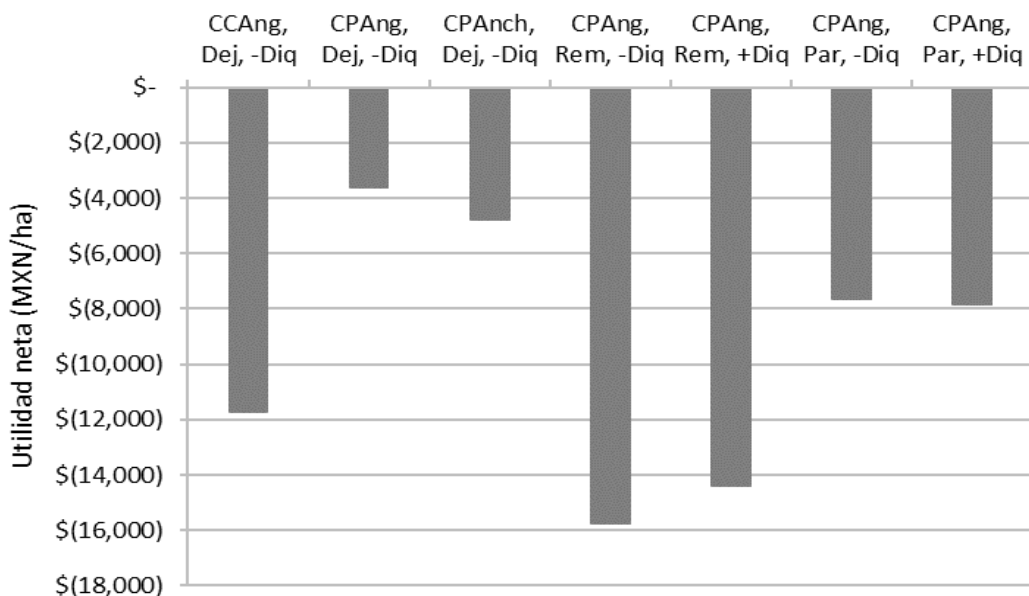


Figura 10. Análisis de rentabilidad de los tratamientos de maíz (a) y trigo (b) en el ciclo 2018 de la plataforma Texcoco II ubicada en El Batán, Texcoco, Estado de México. Práctica de labranza: CCAng= Camas con labranza convencional angostas de 0.75 m, CPAng= Camas permanentes angostas de 0.75 m, CPAnch= Camas anchas permanentes de 1.50 m; Manejo de rastrojo: Dej= Dejar todo el rastrojo, Rem= Remover todo el rastrojo, Par= Dejar parte del rastrojo; Diques: -Diq= Sin diques y +Diq= Con diques.

### Conclusión

El ciclo PV 2018 fue un buen ciclo para maíz, con rendimientos de al menos 6.2 t/ha en todos los tratamientos y hasta 10.6 t/ha en agricultura de conservación, mientras fue un ciclo con rendimiento bajo para trigo (entre 0.3 y 3.5 t/ha). Esto se vio reflejado en la rentabilidad, con una utilidad neta hasta 25,000 MXN/ha en maíz, mientras en trigo la utilidad neta fue negativa. No hubo diferencia entre tratamientos para el contenido de N en grano o rastrojo.





Camas permanentes sin rastrojo (izquierda) y con rastrojo (derecha), Plataforma Texcoco II, Estado de México, PV 2018.



# HUB INTERMEDIO GRANO PEQUEÑO

# Pabellón de Arteaga, Aguascalientes - PV2018 y OI2018-2019 - Año siete

Dolores Briones Reyes  
INIFAP

## Introducción

La plataforma de investigación está ubicada en el Campo Experimental Pabellón del INIFAP, localizado a 22° 09' 45.2" N y 102° 17' 28.8" O y una altitud de 1,918 msnm; en el municipio de Pabellón de Arteaga. Se ubica en la región semiárida del Norte-Centro de México, de clima seco templado. Es una zona productora de leche, donde los forrajes son la base de la alimentación del ganado, ya que son la fuente más barata de nutrimentos y proporcionan la fibra requerida para mantener la salud del ganado. En el estado de Aguascalientes se siembran 14,574 hectáreas de maíz para forraje bajo riego con un rendimiento promedio de 66 t/ha de materia verde (SIAP, 2017).

En México, el 80% de las tierras destinadas a la agricultura sufren degradación por labranza excesiva, uso de pesticidas, mal manejo del agua, entre otros, inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica. La agricultura de conservación es una opción para lograr la sostenibilidad de los recursos naturales suelo y agua, así como del rendimiento de los cultivos, debido a que se protege al suelo de ser removido por el agua y el viento, reduciendo las pérdidas de nutrimentos, además de incrementar la materia orgánica al incorporar residuos de cosecha. Aunque, la adopción de este sistema ha sido bajo, debido principalmente, al uso intensivo de los rastrojos en la alimentación de ganado.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de MasAgro en INIFAP Aguascalientes se estableció en 2012 y en 2013 inició su fase de aplicación de los principios de Agricultura de Conservación, para evaluar el efecto de los sistemas de labranza y manejo de residuos, en el rendimiento de materia seca del cultivo de maíz para forraje principalmente. El INIFAP es una Institución de excelencia científica y tecnológica con liderazgo y reconocimiento nacional e internacional por su capacidad de respuesta a las demandas de conocimiento e innovaciones tecnológicas en beneficio agrícola, pecuario y de la sociedad en general. El Campo Experimental Pabellón, cuenta con casi 80 años de antigüedad, sus áreas de investigación actualmente son: guayaba, ajo, maíz, eficiencia en uso de agua en cultivos, olivo, sanidad forestal, bovino leche, forrajes, frijol, entre otros. Cuenta con una infraestructura de laboratorios de fitopatología, entomología y sanidad forestal, así como el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos, el cual se encarga de ofrecer a los productores agropecuarios información meteorológica en tiempo real, aplicada a los procesos de producción y protección ante el clima adverso.

Tras cinco años de aplicar tratamientos de AC, se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el contenido de carbono orgánico del suelo (COS), materia orgánica (MO), nitrógeno total (NT). Los resultados del análisis estadístico indicaron que éstas variables en los 10 cm de profundidad, fueron significativamente mayor en labranza cero (LC) y mínima (LM) con 30% de residuo, lo anterior como consecuencia de una acumulación mayor en los 0-5 cm del suelo en ambos tratamientos. Esto indica que los rastrojos tienden a favorecer la calidad edáfica cuando permanecen en el suelo. Sin embargo, la

cantidad de residuo-rastrero que se aporte al suelo, es fundamental para mejorar sustancialmente la calidad y que esta se pueda reflejar como un incremento significativo del rendimiento.

## Materiales y métodos

En cuanto a labranza se refiere, se tienen tres variantes, los cuales son: 1) Labranza convencional, que es un programa de labranza completa que involucra la inversión del suelo; 2) Labranza mínima, definida como la menor cantidad de labranza, en la cual sólo se aplica la rastra y 3) Labranza cero o siembra directa, es una técnica de cultivo sin labrar el suelo; en cuanto al manejo de residuos con el objetivo de observar el aporte nutricional y mejora de las propiedades físicas del suelo, se tiene labranza mínima y Labranza cero con y sin manejo de residuos, los tratamientos se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Tratamientos de labranza y manejo de rastrojo, Aguascalientes 2019.

Tratamiento	Abreviación	Rotación	Practica de labranza	Manejo de rastrojo
1	M-Tr+e, LM, R	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Labranza mínima (rastreo y surcado)	Remover
2	M-Tr+e, LM, P	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Labranza mínima (rastreo y surcado)	Parcial
3	M-Tr+e, CL, R	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Cero labranza (siembra directa)	Remover
4	M-Tr+e, LC, R	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Labranza convencional (subsuelo, volteo, rastreo, surcado)	Remover
5	M-Tr+e, CL, P	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Cero labranza (siembra directa)	Parcial
Área de validación	M-A+e, LM, R	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Labranza mínima (rastreo y surcado)	Remover

Abreviaciones: M= maíz, Tr+e= triticales + ebo, A+e= avena + ebo, D= descanso, LM= labranza mínima, CL= cero labranza, LC= labranza convencional, R= remover todo el rastrojo de maíz y dejar 10 cm de triticales + ebo, P= dejar 30% de rastrojo de maíz y 10 cm de triticales + ebo.

Durante el ciclo PV 2018, se estableció el cultivo de maíz con el híbrido HE1 de INIFAP. En OI2018-2019 se estableció la asociación de triticales+ebo, adicionalmente se evaluó un ensayo de 13 líneas de grass pea para determinar el rendimiento de biomasa.

### Resumen del ciclo del reporte

Durante el ciclo del cultivo PV (mayo-septiembre), se registraron 460 mm de precipitación y la temperatura fluctuó de 9 a 33 °C, se observó un exceso de humedad por intensas lluvias en junio, que estresó al cultivo, sin embargo, no hubo daños graves al cultivo. Se realizó un adecuado control de malezas y plagas, principalmente gusano cogollero, que es la más agresiva para el cultivo en la región. En el caso de OI (octubre-marzo) se registraron 89.6 mm de precipitación y temperaturas de -5 a 32 °C. En ambos ciclos se aplicó riego conforme las necesidades del cultivo.

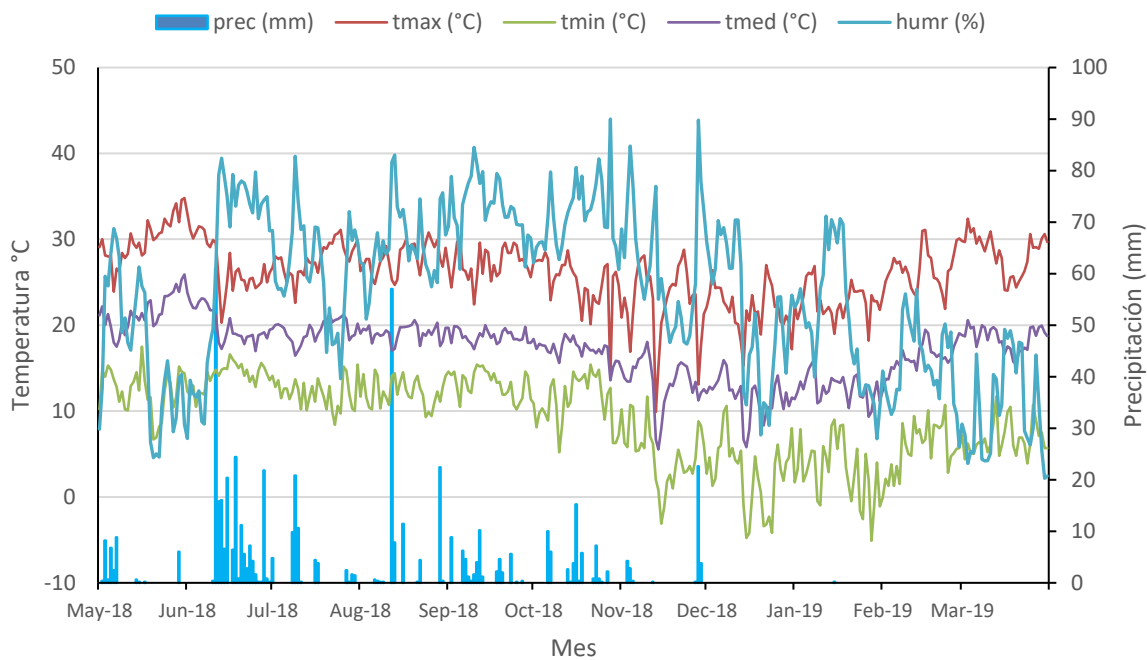


Figura 1. Precipitación y temperatura máxima, mínima y media ocurridas durante el desarrollo de los cultivos 2018-2019 medida en la estación meteorológico del CEPAP.

### **Manejo de la plataforma**

La preparación del suelo se realizó conforme los tratamientos de labranza, la siembra de maíz (PV) se realizó el día 24 de mayo de 2018 a una densidad de 80,000 semillas/ha. La fertilización fue 250-150-00, más 20 kg de una mezcla de elementos menores, aplicando 100 unidades de nitrógeno, todo el fósforo y los elementos menores en la siembra, el resto de nitrógeno en la escarda (132-00-00) y en floración (46-00-00). Para el control de malezas, en pre-emergencia se aplicó Keystone a una dosis de 4 L/ha y en post-emergencia Laudis 0.30 L/ha. Se realizaron dos aplicaciones de insecticidas para control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), además de la colocación de trampas con feromonas específicas para el adulto de esta plaga.

La siembra OI de la mezcla de triticale+ebo, se realizó el día 31 de octubre 2018, con la variedad Eronga (70 kg) y ebo común (50 kg) por hectárea, la cosecha se realizó 105 días después de la siembra. La fertilización fue 120-50-00, aplicando 60 unidades de nitrógeno y todo el fósforo en la siembra, el resto de nitrógeno en el amacollamiento (60-00-00).

La siembra de las variedades de grasspea se realizó el 8 de noviembre, bajo un diseño de bloques al azar, la unidad experimental fue de 2 surcos de 3 metros de largo, sembrados a doble hilera con una densidad de 55,000 semillas/ha.

Se dieron riegos de acuerdo con las necesidades hídricas de los cultivos.

Se estimó el rendimiento de forraje verde (t/ha) y % de materia seca, para cada tratamiento. Se realizó un análisis de varianza y comparación de promedios (Tukey  $\alpha=0.05$ ) con el programa de análisis estadístico SAS System 9.0.

## Resultados

### Ensayo principal PV 2018

La cosecha se realizó 124 días después de la siembra. El rendimiento de forraje verde y seco de maíz en cada uno de los tratamientos, no mostro diferencias estadísticamente significativas (cuadro 2, figura 2). El rendimiento de forraje verde (FV) y de materia seca (MS) de maíz, osciló entre 57.6 -62.5 y 19.6-21.8 t/ha, respectivamente.

El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento de labranza mínima sin residuos, esta tendencia de rendimiento ya se había observado en ciclos anteriores, y aún cuando las diferencias no son estadísticamente significativas, puede inferirse como efecto del sistema de labranza (figura 2), la preparación del suelo además se relaciona con el número de plantas a la cosecha, ya que en LM,R y LC,R se observó un mayor número de plantas aún cuando la diferencia de plantas entre tratamientos no es estadísticamente significativa, si es un punto a tener en consideración, pues aparentemente el residuo y el no movimiento del suelo en el caso de CL está afectando la germinación y/o establecimiento de las semillas.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje en la Plataforma Aguascalientes, 2018.

Tratamiento	FV	MS	%	APL	Densidad
	(t/ha)	(t/ha)	MS	(m)	(plantas/ha)
LM, R	62.5	20.5	33.7	3.1	73,026
LM, P	58.2	20.8	36.0	3.0	69,407
CL, R	57.6	19.6	34.3	3.0	66,447
CL,P	58.4	20.0	34.3	3.0	67,927
LC,R	61.5	21.8	35.5	3.1	75,986
CV (%)	11.4	10.2	9.3	4.2	11.0
MEDIA	59.7	20.5	34.8	3.0	70,559
DMS	9.8	3.0	4.6	0.2	11,164

FV=forraje verde, MS= materia seca, APL= Altura de planta, LM= labranza mínima, CL= cero labranza, LC= labranza convencional, R= remover todo el rastrojo, P= dejar 30% de rastrojo de maíz, CV= coeficiente de variación y DMS= Diferencia mínima significativa ( $p \leq 0.05$ ).

De manera general, aparentemente el rendimiento de forraje fue bajo tomando en cuenta que el híbrido utilizado tenía un mayor potencial de rendimiento (>70 t/ha), lo anterior puede estar relacionado con el estrés que sufrió por un exceso de humedad provocado por intensas lluvias en junio, aún cuando el cultivo se recuperó, el rendimiento fue menor al esperado. La lluvia también provocó mayor incidencia de malezas comparado con el ciclo anterior, las cuales fueron controladas con diversos productos químicos.

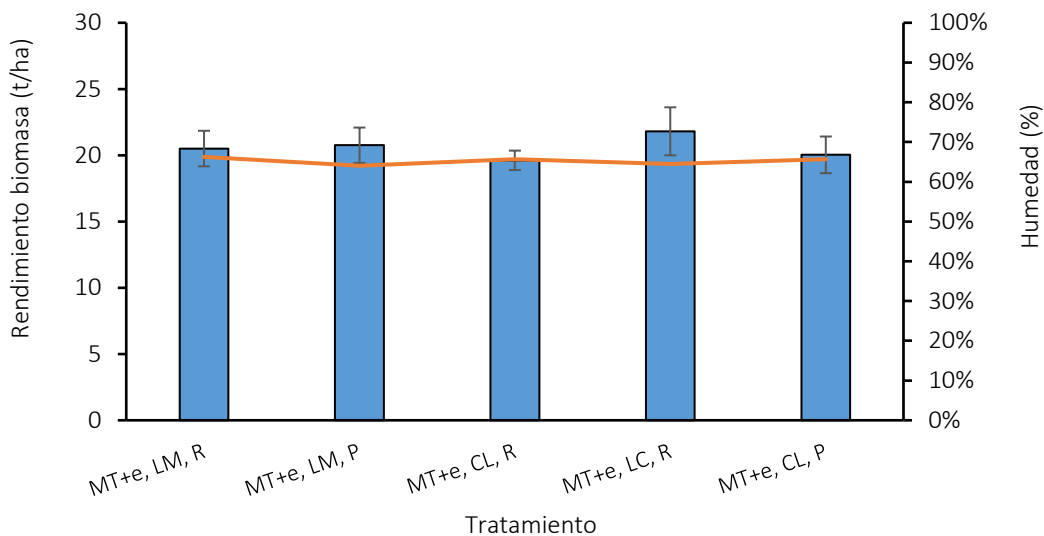


Figura 2. Rendimiento de forraje de maíz PV-2018.

### OI 2018-2019

El rendimiento de forraje verde varió de 14.5 a 19.6 t/ha y de 4.6 a 5.4 t/ha de materia seca los menores rendimientos se obtuvieron en labranza cero y el mayor en labranza convencional (figura 3). En el área flexible se estableció avena la cual en materia verde rindió 13 t/ha y la biomasa 8 t/ha, la cual también en una buena opción de cultivo en la región. El potencial de producción de biomasa de este cultivo, además de su valor nutritivo, tolerancia a factores adversos como las bajas temperaturas, lo hace una alternativa en la producción de forrajes de invierno para su uso en la alimentación de ganado lechero en la región. No obstante, lo anterior, en este ciclo se observó una mayor incidencia de roya en los cultivos, lo cual, de repetirse en los próximos ciclos, hace necesario el control de la enfermedad con productos químicos, aunque eso incremente los costos de producción.

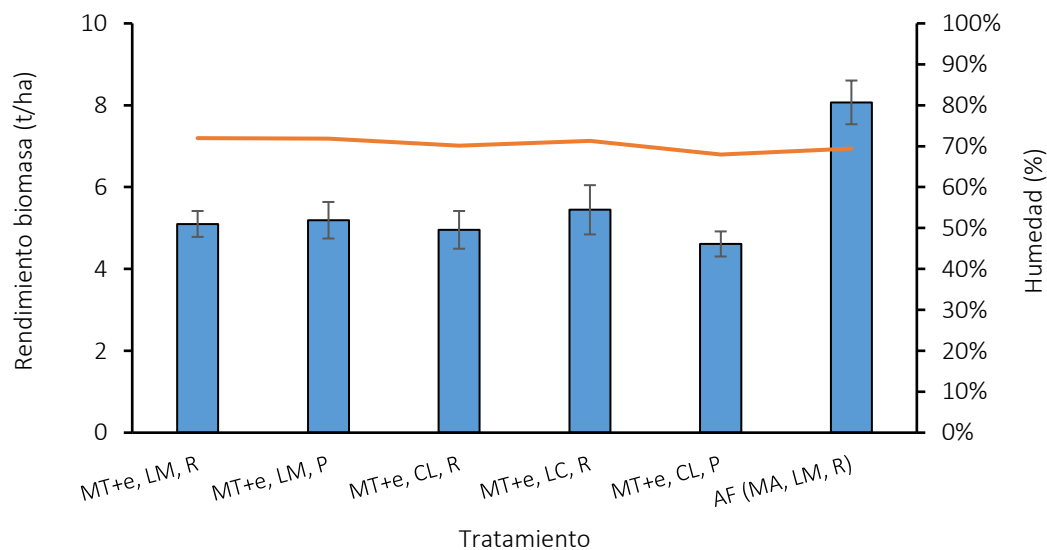


Figura 3. Rendimiento de forraje de triticale+ebo, OI2018-2019.

### Área de validación - Evaluación del rendimiento de biomasa de grass pea

El rendimiento de forraje verde varió de 5.5 a 13 t/ha y de 0.9 a 3.5 t/ha de materia seca, las variedades 6 y 7 fueron las de mayor rendimiento; sin embargo, en general los rendimientos fueron bajos de acuerdo con lo reportado por Flores *et al.*, 2007, en Zacatecas. Ellos mencionan que el crecimiento de este cultivo fue mejor en PV bajo temporal, razón por la cual, en Pabellón, se observó un crecimiento lento por efecto de las bajas temperaturas durante el establecimiento del cultivo aunque resiste a las heladas, su crecimiento y rendimiento se vio afectado aún bajo condiciones de riego.

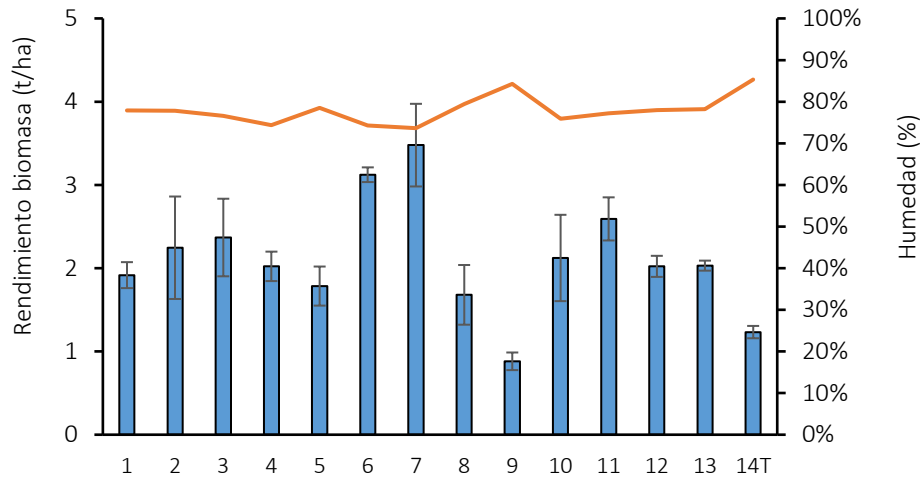


Figura 4. Rendimiento de forraje de líneas de grass pea, OI2018-2019.

### Costos del cultivo

En cuanto a comparación de costos de producción, los principales factores que determinan las diferencias entre tratamientos de labranza son la preparación de suelo y el control de malezas, en el caso de labranza cero el costo de laboreo se reduce sustancialmente; sin embargo, se incrementa por efecto del control de malezas, el cual resulta necesario para el buen establecimiento del cultivo; por tanto, el tratamiento con mejor relación beneficio-costos es la labranza mínima (figura 5 y 6).



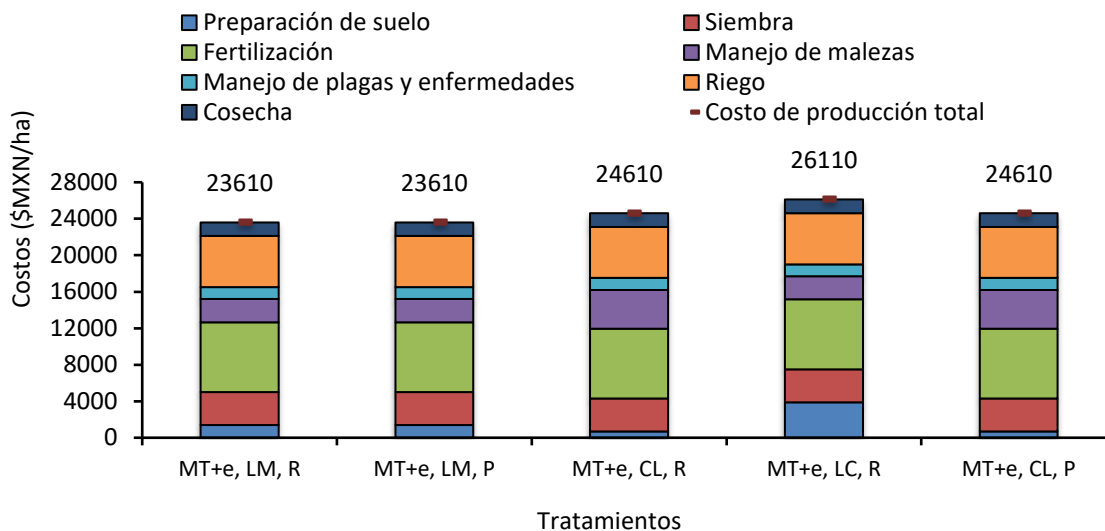


Figura 5. Costos de producción del cultivo de PV.

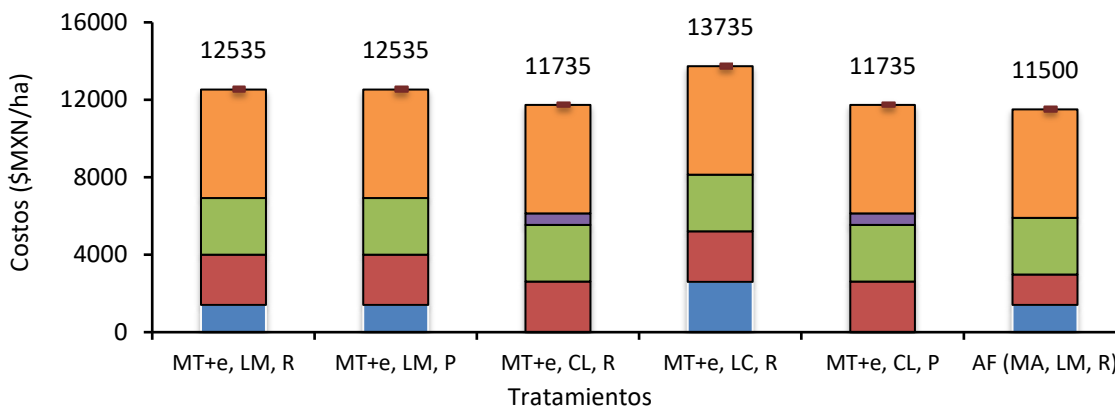


Figura 6. Costos de producción del cultivo de OI.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron tres eventos con productores y técnicos principalmente, los cuales consistieron de una reunión de trabajo, una visita y un recorrido de campo, en cada uno de ellos, se dio a conocer el objetivo de la plataforma, las bases y fundamentos de la agricultura de conservación y la presentación de resultados de investigación de la plataforma, con la intención de que el productor pueda implementar este sistema en sus parcelas. Los asistentes llegaron principalmente de comunidades cercanas al municipio de Pabellón de Arteaga como son: Rincón de Romos, Tepezalá, Cosío, Salitrillo, principalmente, quienes mostraron interés por el sistema sobre todo por la reducción de costos de laboreo, sin embargo, el manejo de residuos aún es un tema difícil, debido al valor del forraje en la región.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	23	5
Técnicos	3	7
Otros	2	3
Total de asistentes	28	15

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Se estableció el cultivo en la plataforma de acuerdo con las actividades del protocolo. Se llevaron a cabo los eventos programados, donde los presentes mostraron interés por el sistema y una vez más se evidenció al manejo de residuos de maíz como uno de los principales obstáculos para hacer conservación en áreas destinadas a producción de forrajes; sin embargo, se planteó la opción de utilizar algún otro cultivo de cobertura que permita aportar una cierta cantidad de residuo al suelo, sin afectar al productor.



Vista de la plataforma, preparación de terreno, 22 de mayo 2018.



Establecimiento del cultivo de maíz, 15 de junio de 2018.



Siembra y fertilización, ciclo OI, triticale+ebo, 31 de octubre de 2018.



Desarrollo del cultivo OI, 03 de diciembre de 2018.



Ensayo de evaluación para grasspea OI, 18 de enero de 2019.

# Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí – Resultados PV 2018 y OI 2018-2019 – Año 24

Miguel Ángel Martínez Gamiño  
INIFAP

## Introducción

La plataforma de investigación Soledad de Graciano Sánchez está ubicada en el Altiplano del Estado de San Luis Potosí. En esta región se siembran aproximadamente 20,000 ha de maíz de riego, durante el ciclo primavera-verano y 10,000 ha de cultivos forrajeros anuales de corte, principalmente la avena, durante el ciclo otoño-invierno. La preparación del suelo para los cultivos de maíz y avena forrajera se realiza tradicionalmente con un barbecho y uno o dos pasos de rastra, antes del riego de presiembra. Posteriormente, se surca para regar, se rastrea y se siembra cuando la humedad del suelo da punto. El maíz se siembra en surcos a 0.8 m entre sí y la avena al voleo. Durante el ciclo del cultivo de maíz se realizan una o dos escardas para control de la maleza y descompactar el suelo. No se realiza un control químico de la maleza, el control de plagas, como gusano cogollero y otros, es muy deficiente; de igual forma la fertilización química al suelo. La cosecha generalmente, se realiza en forma manual, cortando las plantas y amonándolas en la parcela, para luego pizarlas y desgranarlas manualmente. Ocasionalmente el desgrane se realiza con maquinaria. El rastrojo se retira en su totalidad de la parcela y se comercializa como forraje o se emplea para alimento del ganado del productor. Para el cultivo de la avena no se realiza control de maleza ni plagas, la cosecha se realiza en forma mecánica y se empaca. Los resultados de los métodos de preparación del suelo alternativos que se evalúan en la plataforma permiten mejorar la estructura del suelo, incrementar la materia orgánica del suelo e incrementar el rendimiento de los cultivos, además de mejorar y conservar la calidad del suelo y reducir costos de producción.

## **Resumen de la historia de la plataforma**

La plataforma Soledad de Graciano Sánchez, en el Altiplano de San Luis Potosí se incorporó al Proyecto MasAgro en el año 2012. Está establecida en el Campo Experimental San Luis del INIFAP, en un lote experimental que se inició en el año de 1995. En esto tiempo la plataforma ha generado datos por un número substancial de notas técnicas y artículos científicos (Fonteyne *et al.*, 2019; Martínez Gamiño and Jasso Chaverría, 2005). Se realiza una rotación de cultivos maíz-avena forrajera bajo condiciones de riego, en donde el maíz se siembra en el ciclo primavera-verano y la avena y triticale forrajero en el de otoño-invierno. A partir de 2014 se incorporó el cultivo de triticale en el ciclo otoño-invierno y en el ciclo O-I 2018-2019 se evaluaron 12 líneas del cultivo de alverjón forrajero o grasspea con la finalidad de introducir esta leguminosa en la rotación maíz-avena/triticale forrajero.

## Materiales y métodos

### **Tratamientos**

En el cuadro 1 se presentan los tratamientos que se están evaluando en la plataforma Soledad de Graciano Sánchez. En todos los tratamientos se realiza la rotación de cultivos maíz-avena/triticale forrajero. La parcela experimental está formada por 10 surcos separados 0.825 m entre sí o por cinco camas de 1.65 m de ancho. El largo de la parcela es de 30.0 m. Los tratamientos están distribuidos en campo en un diseño

de bloques al azar con dos repeticiones. Cada rotación con triticale o avena se realiza en la mitad de la parcela.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de investigación Soledad de Graciano Sánchez en San Luis Potosí, con una rotación maíz-avena/triticale forrajero de riego.

Trat.	Abreviación	Rotación	Practica de labranza	Manejo de rastrojo (t/ha)
1	MATr, LC, R	Maíz-Avena o Maíz-triticale	Labranza convencional (barbecho más rastra)	Remover
2	MATr, LM, R	Maíz-Avena o Maíz-triticale	Labranza mínima (rastra)	Remover
3	MATr, LM, R	Maíz-Avena o Maíz-triticale	Labranza reducida (multiarado más rastra)	Remover
4	MATr, CPA, R	Maíz-Avena o Maíz-triticale	Camas anchas permanentes de 1.65 m de ancho	Remover
5	MATr, CPA , P33	Maíz-Avena o Maíz-triticale	Camas anchas permanentes de 1.65 m de ancho	Parcial (dejar 1.3 t/ha)
6	MATr, CPA, P66	Maíz-Avena o Maíz-triticale	Camas anchas permanentes de 1.65 m de ancho	Parcial (dejar 2.6 t/ha)
7	MATr, CPA , P100	Maíz-Avena o Maíz-triticale	Camas anchas permanentes de 1.65 m de ancho	Parcial (dejar 4.0 t/ha)

### **Manejo de la plataforma**

Antes de la siembra de maíz y de avena/triticale forrajero, en el tratamiento uno (MAT, LC, R), el barbecho se realizó a una profundidad de 0.30 m y se requieren dos pasos de rastra para desmenuzar los terrones. En este tratamiento se extrae todo el rastrojo. En el tratamiento dos (MAT, LM, R), la rastra se realizó a 0.15 m de profundidad y se requirieron dos pasos de rastra para dejar totalmente mullido el suelo, también se retiró todo el rastrojo. En el tratamiento tres (MAT, LM, R), se empleó el multiarado, el cual rotura el suelo sin invertir el perfil del suelo a una profundidad de 0.30 m. Posteriormente se dieron dos pasos de rastra para desmenuzar los terrones y también se retiró todo el rastrojo. El tratamiento cuatro (MAT, CPA, R), no se alteró el perfil del suelo y se realizó la siembra con sembradora de cero labranza, en este tratamiento se retiró todo el rastrojo. En los tratamientos cinco, seis y siete (MAT, CPA , P33; MAT, CPA, P66 y MAT, CPA , P100), se trabajaron igual que el tratamiento cuatro, con la diferencia de que en estos tratamientos se dejaron 1.3, 2.6 y 4,0 t/ha de rastrojo en la superficie del suelo, respectivamente. Para maíz se empleó el híbrido XR-45 en una densidad de 69,000 pl/ha, para avena se utilizó la variedad Chihuahua y de triticale fue la variedad Arne. Para maíz se fertilizó con la fórmula 200(N)-100(P)-00(K)-10 (Mg)-44(fe)-2(Bo), con fosfonitrato como fuente de nitrógeno, 18-46-00 como fuente de fósforo y nitrógeno, sulfato de magnesio para el Mg Sulfato ferroso para fe y Boronat para Bo. Se aplicó el 50% del nitrógeno y 100% del fósforo, magnesio y boro en banda al momento de la siembra y el 50% restante del nitrógeno al momento de la segunda escarda. El 100% del sulfato ferroso se aplicó al follaje 37 días después de la siembra. Para avena y triticale se fertilizó con la fórmula 80(N)-40(P)-00(K)-10(Mg)-44 (Fe)-2(Bo) y se aplicó el 50% del nitrógeno y 100% del fósforo, magnesio y boro en banda al momento de la siembra y el 50% restante del nitrógeno a los 45 días después de la siembra junto con el 100% del sulfato ferroso. Para maíz y avena/triticale, en los tratamientos uno, dos y tres se emplearon surcos a 0.825 m

entre sí y en los tratamientos cuatro, cinco, seis y siete se tienen establecidas camas permanentes de 1.65 m de ancho. Para maíz, en todos los tratamientos se tuvo una distancia entre plantas de 0.17 m, en avena y triticale se establecieron dos hileras por surco separadas 0.25 m entre sí y la semilla se tiró a chorrillo. Para maíz y avena/triticale, el control de la maleza, en los tratamientos cuatro, cinco, seis y siete se realizó con el herbicida glifosato a 1.4 l/ha, aplicado antes de la siembra. Después de la siembra, en el cultivo de maíz se aplicó atrazina a 0.75 kg/ha en todos los tratamientos. Para maíz, en los tratamientos uno, dos y tres se realizó un deshierbe mecánico al momento de realizar las escardas, la primera a los 21 días después de la siembra (DDS) y la segunda a los 35 DDS y el control de gusano cogollero se realizó con palgus (Spinetoram 5.87%) en dosis de 0.75 l/ha y se aplicó imidacloprid en dosis de 0.20 l/ha para el control de picudo. En el ciclo O-I 2018-2019 se evaluaron 12 líneas experimentales del cultivo alverjón en surcos a 0.825 m entre sí y distancia de 0.1 m entre plantas en doble hilera.

## Resultados

### Ensayo principal

En la figura 1 se presenta el rendimiento de maíz obtenido en el ciclo PV-2018. El análisis estadístico reportó diferencias entre tratamientos ( $p \leq 0.001$ ) favorable a los tratamientos 6, 5, 7 y 4 (MAT, CPA, P66, MAT, CPA, P33 y MAT, CPA, P100 y MAT, CPA, R, respectivamente). El mayor rendimiento de grano se obtuvo con MAT, CPA, P66 con 11.5 t/ha contra solo 3.9 del tratamiento MAT, LC, R, lo cual indicó un incremento de 195%. Esta diferencia se explica por la destrucción de la estructura del suelo con el tratamiento MAT, LC, R, en donde desde el inicio del ciclo se tiene una estructura apelmazada que dificulta el crecimiento de la raíz, la infiltración del agua y la adecuada aireación de la raíz, consecuentemente las plantas no desarrollan como en el tratamiento MAT, CPA, P66, el cual no ha sido alterado por 23 años, además de que la siembra de los cultivos se ha hecho coincidir ciclo tras ciclo en la misma área de siembra, lo cual ha generado una mayor acumulación de materia orgánica de las raíces en el perfil del suelo, independientemente de la cantidad de rastrojo que año con año se ha dejado en la superficie del suelo.

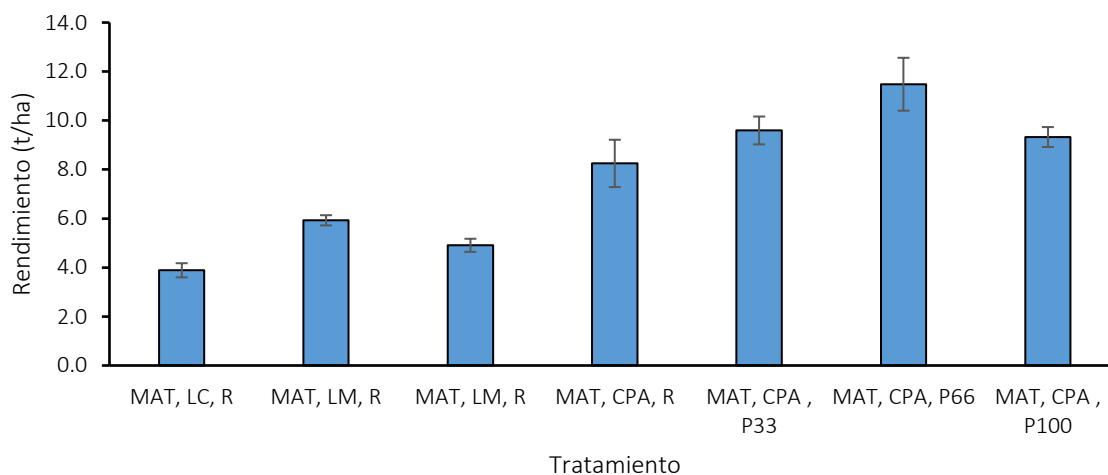


Figura 1. Rendimiento de maíz con diferentes métodos de preparación de suelo en la plataforma Soledad de Graciano Sánchez en San Luis Potosí, PV 2018. Abreviaciones: MAT= maíz-avena/triticale, LC= labranza convencional, LM= labranza mínima, CPA= camas permanentes anchas, R= remover rastrojo, 33 = cubrir 33% de la superficie del suelo con rastrojo, 66 = cubrir 66% de la superficie del suelo con rastrojo y 100= cubrir 100% de la superficie del suelo con rastrojo.

En la figura 2 se presenta el rendimiento de materia seca de la avena y triticale forrajero con diferentes métodos de preparación del suelo. No se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos y el rendimiento varió de 2.5 a 5 t/ha en triticale y de 4 a 5.3 en avena. En este ciclo se empleó un material de triticale diferente a los años anteriores debido a que no fue posible conseguir semilla de la variedad Arne, la cual tiene la característica de un mayor amacollamiento que la variedad empleada en este ciclo que fue Río Nazas. Destaca el hecho que aún cuando el suelo se compactó en los tratamientos MAT, LC, R y Mat, LM, R, no afectó el desarrollo y rendimiento de materia seca de la avena y triticale como en el caso del cultivo de maíz, que si fue afectado por esta condición del suelo. La explicación se tiene en que la raíz de la avena y triticale no profundizan como la del maíz. En muestreos realizados en años anteriores se tiene que el 80% del volumen de las raíces se acumula en los primeros 15 cm, mientras que la raíz del cultivo de maíz profundiza más y la compactación severa en los tratamientos con labranza sí afecta el desarrollo y rendimiento del cultivo.

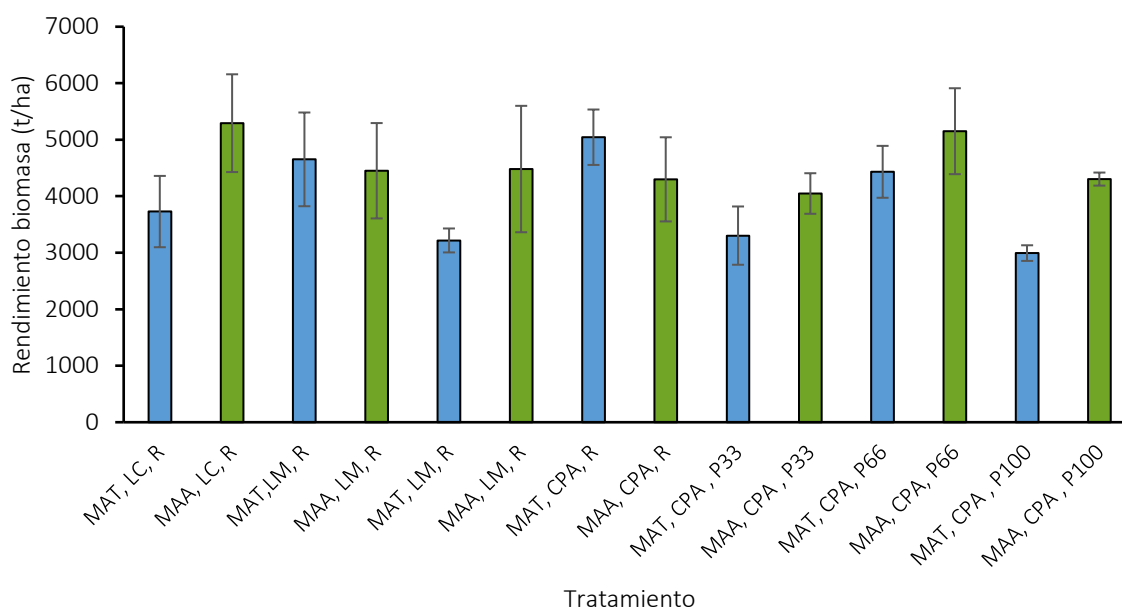


Figura 2. Rendimiento de materia seca de avena y triticale forrajero con diferentes métodos de preparación de suelo en la plataforma Soledad de Graciano Sánchez en San Luis Potosí, O-I 2018-2019. Abreviaciones: MAT= maíz – triticale, MAA= maíz-avena, LC= labranza convencional, LM= labranza mínima, CPA= camas permanentes anchas, R= remover rastrojo, 33 = cubrir 33% de la superficie del suelo con rastrojo, 66 = cubrir 66% de la superficie del suelo con rastrojo y 100= cubrir 100% de la superficie del suelo con rastrojo.

### Área de validación

En la figura 3 se presenta el rendimiento de materia seca de 12 líneas del cultivo de alverjón forrajero (*Lathyrus sativus*), establecido en la plataforma Soledad de Graciano Sánchez en el ciclo O-I 2018-2019. El rendimiento fluctuó de 5.5 a 9.2 t/ha de materia seca. El análisis estadístico reportó diferencias ( $p \leq 0.006$ ) entre el rendimiento de las diferentes líneas evaluadas. De acuerdo a la prueba de Tukey (0.05), el rendimiento de las líneas 2, 3, 7, 8, 11, 15, 18 y 20 fueron estadísticamente superiores al rendimiento de las líneas 5, 9, 16 y 23, en este primer ciclo de cultivo. En este ciclo, se dejó el cultivo madurar hasta los 146 días después de la siembra para poder cosechar semilla. Esta es la principal razón por la que los



rendimientos son mayores a los obtenidos por los cultivos de avena y triticale donde la cosecha fue 105 días después de la siembra. Dada la fecha de siembra a mediados del mes de diciembre y las bajas temperaturas en el mes de enero, el desarrollo del cultivo fue muy limitado en esos meses. Se evaluarán las líneas en el ciclo PV, para ver también su respuesta en condiciones sin limitantes de bajas temperaturas, además se evaluarán con labranza convencional y labranza de conservación, para poder usarlo como alternativa en una rotación en donde se incluya al menos una leguminosa.

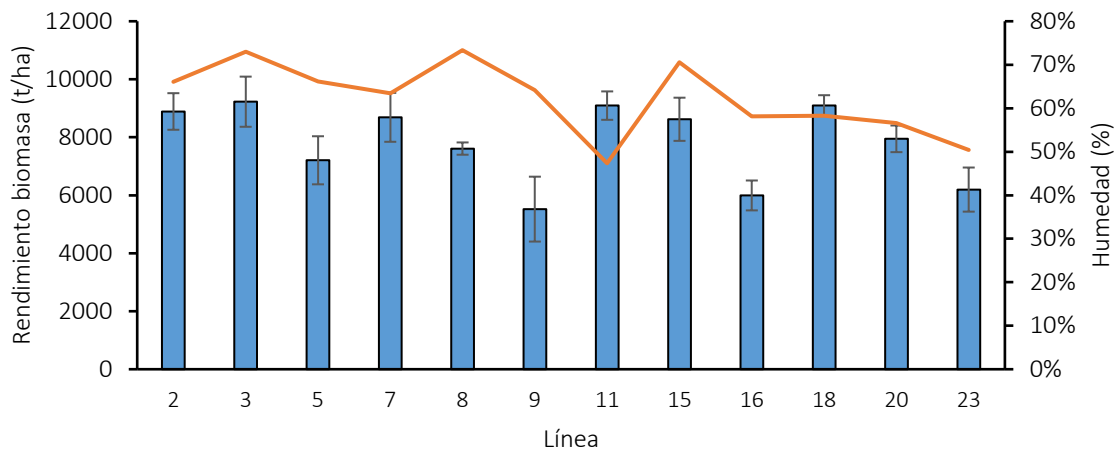


Figura 3. Rendimiento de materia seca y porcentaje de humedad de líneas experimentales del cultivo alverjón forrajero en la plataforma Soledad de Graciano Sánchez en San Luis Potosí, O-I 2018-2019.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron seis eventos demostrativos y un curso de capacitación con la asistencia de 392 personas. Llamó la atención a los asistentes las diferencias visibles en el desarrollo del cultivo del maíz debido a las condiciones físicas del suelo como la compactación y dureza en los tratamientos con labranza convencional y labranza mínima lo cual afectó el desarrollo del cultivo y su rendimiento, mientras que, en los tratamientos con 24 años de siembra directa, la calidad del suelo fue evidentemente mejor, así como el desarrollo del cultivo de maíz y rendimiento. La procedencia de los asistentes fue de Villa de Reyes, Xilitla, Mexquitic, San Luis Potosí, Tamaulipas y Durango.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	57	17
Técnicos	39	6
Otros	142	131
<b>Total de asistentes</b>	<b>238</b>	<b>154</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

El rendimiento de maíz con el tratamiento MAT, CPA, P66% se incrementó un 195%, en relación al tratamiento MAT, LC, R. En este último se destruye la estructura del suelo desde el inicio del ciclo, generando una estructura apelmazada que dificulta el crecimiento de la raíz, la infiltración del agua y la adecuada aireación de la raíz. En los tratamientos con MAT, CPA, P (0, 33, 66 y 100), los cuales no han sido alterados por 23 años, se ha hecho coincidir la siembra ciclo tras ciclo en la misma área, lo que ha

permitido una acumulación de materia orgánica de las raíces en el perfil del suelo, independientemente de la cantidad de rastrojo que año con año se ha dejado en la superficie del suelo. En Villa de Reyes, los productores han alcanzado rendimientos superiores a las 10.0 t/ha con agricultura de conservación, lo cual representa un incremento del 185% al rendimiento con sus prácticas tradicionales como el barbecho más rastra.



Siembra de maíz de riego en la plataforma Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., el 5 de junio de 2018.



Efecto de la destrucción de la estructura y menor porosidad en la infiltración del agua, en el tratamiento con barbecho más rastra (derecha), en comparación al tratamiento con siembra directa (izquierda).



Efecto de la destrucción de la estructura del suelo en su compactación y desarrollo foliar y altura en el tratamiento con barbecho más rastra (surcos centrales) en comparación con los tratamientos de siembra directa en los dos extremos de la fotografía a los 52 días después de la siembra.



Demostración a productores del ejido El Rosario, Villa de Reyes el 18 de septiembre de 2018.



Altura final del maíz con diferentes tratamientos. Los tratamientos con mayor altura de planta están con siembra directa, mientras que los de menor altura fueron en donde se barbecho y rastreo o únicamente se rastreó.



# HUB PACÍFICO CENTRO

# Iguala, Guerrero – PV 2018 y OI 2018-2019 – Año dos

Rocío Toledo Aguilar, Noel Orlando Gómez Montiel y Romualdo Vásquez Ortiz  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

## Introducción

La plataforma de investigación está ubicada en Iguala, Guerrero, en terrenos del INIFAP, Campo Experimental Iguala. Esta plataforma, después de un rediseño de tratamientos, comenzó su año cero en 2017 y tiene como objetivo evaluar el efecto de tipos de labranza y manejo de rastrojo sobre el suelo en el rendimiento y rentabilidad del maíz de temporal en rotación con crotalaria y soya. También, tiene un área de validación, donde se evalúa el rendimiento y rentabilidad de maíz en rotación con cacahuate; en estos tratamientos se valora y observa su comportamiento antes de su incorporación al área de experimentación. Lo anterior, con base en las demandas tecnológicas de los productores de Guerrero.

En general en Guerrero, los productores son agropecuarios de baja y mediana escala que requieren de forraje para la alimentación de ganado y para ello usan principalmente forraje de maíz, lo que disminuye la posibilidad de adopción de la Agricultura de Conservación por considerar dejar el rastrojo de maíz sobre el suelo; por ello, en esta plataforma se ofertan 2 cultivos forrajeros: soya (ciclo PV) y crotalaria (ciclo OI). El cultivo de crotalaria es poco demandante de nutrientes y tolerante a la sequía, lo que lo hace una opción viable, económica y con alto contenido de proteína para la alimentación de ganado; además, se puede cosechar en la época de escasez de agua y alimento en el mes de abril. El cultivo de soya es un poco más demandante en nutrientes y manejo, pero es una excelente opción, por su contenido de proteína para la alimentación de ganado de engorda; también tiene una buena difusión en el estado, aunque no es muy común su cultivo, pero es un cultivo con alto potencial para su difusión en el estado de Guerrero.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

El 25 de abril de 2017 se llevó a cabo un taller de rediseño de tratamientos de la plataforma; en este taller participaron productores agropecuarios, técnicos y productores de semilla del estado de Guerrero, principalmente de la zona Norte; y se detectó la necesidad de contar con cultivos forrajeros como alternativas a los productores agropecuarios, para promover el uso de rastrojo de maíz como cobertura del suelo; también, se identificó y reforzó la información para el tratamiento testigo o la práctica que realiza el productor guerrerense. Asimismo, se planteó probar alternativas más amigables con el ambiente tanto en la producción de grano de maíz como en su almacenamiento. Con este antecedente, se rediseñaron los tratamientos de la plataforma, misma que se estableció en un lugar diferente a donde se encontraba. El año cero de la nueva plataforma fue en PV 2017. Dentro de las actividades de rediseño de la plataforma, previo a la siembra, se realizó una calicata para describir el perfil del suelo, un estudio de compactación del suelo con un penetrómetro rústico, se realizaron prácticas de labranza como subsoleo, barbecho, rastreo y formación de camas.

## **Materiales y métodos**

### ***Tratamientos del área de experimentación, PV 2018 y OI 2018-2019***

La plataforma de Iguala, Guerrero tiene siete tratamientos en el área de experimentación que se muestran en el cuadro 1. En el ciclo PV 2018, se establecieron cinco tratamientos con maíz y dos con soya. Se

manejaron dos prácticas de labranza: labranza convencional y labranza mínima; la primera, consiste en realizar las prácticas que realiza el productor guerrerense, como barbecho, rastreo y surcado; y la segunda, se refiere a la formación de cama para que la siembra se realice sobre la cama y no en el fondo del surco, en PV 2018 se realizó la reformación de camas.

Con relación al manejo del rastrojo, se cuenta con dos opciones: dejar todo el rastrojo de maíz sobre la superficie del suelo y el otro tratamiento consiste en retirar todo el rastrojo. También, se cuenta con la rotación de soya en el ciclo PV y crotalaria en OI.

Los siete tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental en bloques completos al azar con 3 repeticiones. La parcela experimental tiene de 11 y 10 surcos de 10 m de largo a una distancia de 0.8 m entre surcos. La parcela útil para rendimiento de grano maíz fue de dos surcos centrales de 8 m de largo. Para determinar la biomasa en maíz, soya y crotalaria se usaron 5 m de un surco de la parcela útil, se obtuvieron dos submuestras para la estimación de biomasa.

Cuadro 1. Tratamientos de AC en el área de experimentación de la plataforma de Iguala Guerrero. PV 2018 y OI 2018-2019.

Trat	Cultivo PV 2018	Cultivo OI 2018/2019	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1*	Maíz	Descanso	M/M, LC, R	Maíz/Maíz	Labranza convencional	Remove
2	Soya	Descanso	M/Sy, LC, R	Maíz/Soya	Labranza convencional	Remove
3	Maíz	Descanso	Sy/M, LC, R	Soya/Maíz	Labranza convencional	Remove
4	Maíz	Descanso	M/M, CM, D	Maíz/Maíz	Camas angostas con labranza mínima	Dejar (maíz)
5	Maíz	Crotalaria	M/Cr, CM, D	Maíz/Crotalaria	Camas angostas con labranza mínima	Dejar (maíz)
6	Soya	Crotalaria	M/Cr/Sy, CM, D	Maíz/Crotalaria/Soya	Camas angostas con labranza mínima	Dejar (maíz)
7	Maíz	Crotalaria	Sy/Cr/M, CM, D	Soya/Crotalaria/Maíz	Camas angostas con labranza mínima	Dejar (maíz)

\*LC: Labranza Convencional, CM: Camas angostas con labranza mínima, R: remover rastrojo, D: dejar rastrojo, M/M: maíz/maíz, M/Sy: maíz/soya, Sy/M: soya/maíz, M/Cr/Sy: maíz/crotalaria/soya y Sy/Cr/M: soya/crotalaria/maíz.

#### **Tratamientos del área de validación, PV 2018**

En el área de validación se evalúan cuatro tratamientos (cuadro 2): dos prácticas de labranza, dos manejos de rastrojo de maíz y la rotación de maíz con cacahuate.

#### **Resumen del ciclo del reporte**

Se establecieron los cultivos de soya, cacahuate y maíz en las fechas adecuadas, el cacahuate germinó de forma excelente; en el caso del maíz y soya si fue necesario sembrar por baja germinación (no llovió después de la siembra), se logró tener una buena germinación en la resiembra. En el llenado de grano de maíz y floración en soya hubo poca precipitación. Hubo presencia de gusano cogollero y gallina ciega, con daños mínimos al experimento.

Cuadro 2. Tratamientos de la plataforma de AC en el área de validación, Iguala Guerrero. PV 2018.

Trat	Cultivo PV 2018	Cultivo Ol 2018/2019	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
8	Maíz	Descanso	M/Cc, LC, R	Maíz/Cacahuat e	Labranza convencional	Remove
9	Cacahuat e	Descanso	Cc/M, LC, R	Cacahuat e/Maíz	Labranza convencional	Remove
10	Maíz	Descanso	M/Cc, CM, D	Maíz/Cacahuat e	Camas angostas con labranza mínima	Dejar (maíz y cacahuat e)
11	Cacahuat e	Descanso	Cc/M, CM, D	Cacahuat e/Maíz	Camas angostas con labranza mínima	Dejar (maíz y cacahuat e)

\*LC: labranza convencional, CM: camas angostas con labranza mínima, R: remover rastrojo, D: dejar rastrojo, M/Cc: maíz/cacahuat e y Cc/M: cacahuat e/maíz.

### **Manejo de la plataforma**

La parcela se ubica en Iguala de la Independencia, Guerrero en las coordenadas geográficas 18°20'58" LN y 99°30'25" LO, a una altitud de 730 msnm. Las condiciones de la zona son: clima cálido subhúmedo, precipitación media anual de 800 a 1100 mm, temperatura media 28 °C. El terreno es plano con una ligera pendiente menor de 5%.

Para los tratamientos en agricultura convencional se realizó un barbecho con arado reversible de discos a 30 cm y un paso con rastra sencilla. El surcado se realizó a 0.8 m a una profundidad de 20 cm y la siembra se realizó en el fondo del surco, el 2 de junio para el área de validación y 2 de julio para el área de experimentación. Los tratamientos de labranza mínima con camas angostas, se pasó la cultivadora para reformar las camas a 0.80 m; la siembra se realizó sobre la cama.

La semilla de maíz utilizada en este experimento fue el híbrido del INIFAP (H-568) a una densidad de siembra de 62,500 plantas/hectárea; el maíz se fertilizó con la fórmula 90-60-00 en dos aplicaciones: la primera en la siembra (45-60-00) y la segunda a los 45 días después de la siembra (45-00-00) de forma manual. Como fuentes se usó sulfato de amonio (21-00-00; 24 S) y fosfato diamónico (18-46-00). La fecha de siembra fue el 7 de julio de 2018 y la cosecha se realizó el día 14 de noviembre del mismo año.

Para la soya, se utilizó la semilla de la variedad Salcer del CSAEGRO a una densidad de siembra de 300,000 plantas/hectárea. La siembra se realizó de forma manual el 20 de julio de 2018 y la fertilización se aplicó a los 15 días después de la siembra con la fórmula 46-46-30. Como fuentes se usó sulfato de amonio (21-00-00; 24 S), fosfato diamónico (18-46-00) y cloruro de potasio (00-00-60). La cosecha de grano se llevó a cabo el 26 de noviembre del mismo año. Asimismo, se efectuaron dos aplicaciones de fertilización foliar a los 17 y 50 días después de la siembra, con Poliquel Multi® (2 L/ha).

La semilla de cacahuat e utilizada fue una población de Santa Teresa, se establecieron 50,000 plantas/hectárea. La siembra se realizó de forma manual el 12 de junio de 2017 y la fertilización se aplicó a los 15 días después de la siembra con la fórmula 40-40-00. Como fuentes se usó sulfato de amonio (21-00-00; 24 S) y fosfato diamónico (18-46-00). La cosecha de grano se llevó a cabo el 25 de octubre del mismo año. También, se realizaron dos fertilizaciones foliares a los 30 y 62 días después de la siembra, con Polique Multi® (2 L/ha).



Las semillas de maíz, cacahuete y soya fueron tratadas con biofertilizante Tecmyc, previo a la siembra. Para las parcelas con crotalaria que se establecen en OI, se utilizó semilla Tlaltzapán, a una densidad de 400,000 plantas/ha. La siembra se realizó de forma manual el 10 de enero de 2019. Se aplicó un riego rodado para la germinación de la semilla, no se realizó fertilización granulada, pero si 3 aplicaciones de Grogreen (1.5 kg/ha) vía foliar. La cosecha de forraje el 5 de junio de 2019.

Para el control de gallina ciega, se aplicó Counter FC 15% G a una dosis de 7 kg/ha al momento de la siembra. El monitoreo y control de gusano cogollero se realizó mediante un programa de manejo, con el uso de trampas con feromonas que se colocaron al momento de la siembra y se cambiaron las septas cada mes hasta que el grano de maíz estuvo en madurez fisiológica; también, se realizaron liberaciones de *Trichogrammas* para el control de gusanos (alambre, trozador y elotero), las liberaciones de avispa *Trichogramma* se realizaron cada 15 días, desde la emergencia de las plantas hasta que el elote estuvo en estado lechoso. Se colocaron cuatro placas por hectárea, cada una contenía alrededor de 2,500 huevecillos. Además, en la canícula se realizó una aplicación del insecticida Palgus (0.75 L/ha). Para el control de mosquita blanca en soya se establecieron trampas amarillas con pegamento para su captura y aplicaciones de Zeon 5CS a una dosis de 0.25 L/ha. Para la conchuela del frijol, se realizó una aplicación de Bauba 1 L/ha, este insecticida es a base de hongos entomopatógenos, como *B. bassiana*; y Penazyme Plus 2 L/ha, insecticida orgánico.

El control de malezas se realizó de forma química y manual. En el momento de la siembra se aplicó el herbicida Primagram Gold a dosis de 3 L/ha en las parcelas con maíz, también se aplicó Faena Forte (2.5 L/ha) y Herbamina® a 1 L/ha. Para las parcelas con soya y cacahuete, el control de malezas se realizó post-emergente con el herbicida Basagran 480 a dosis de 2 L/ha y deshierbes manuales. En el caso de la crotalaria, el deshierbe se realizó de forma manual.

De los tres cultivos en PV se registró la fecha de emergencia, floración, madurez y cosecha, altura de planta, peso de mil granos y datos para estimar rendimiento de grano y biomasa, con los métodos especificados por el CIMMYT (2012). En el análisis estadístico se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias para rendimiento de grano y biomasa, con el uso del software SAS V9.3 (SAS Institute, 2012). Adicionalmente, se realizó un estudio de rentabilidad de los cultivos, con la relación entre el costo y el beneficio por la venta del grano.

## **Resultados**

### ***Rendimiento de grano de soya y maíz***

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de grano de maíz y soya por hectárea, peso de mil granos y número de granos por metro cuadrado (figura 1). En rendimiento de grano de maíz, para todos los tratamientos se obtuvo un rendimiento superior a 7 t/ha, numéricamente se obtuvo mayor rendimiento de grano de maíz en el tratamiento de camas permanentes con crotalaria en OI y dejando todo el rastrojo de la cosecha (PV 2017), con 7.75 t/ha; seguido del tratamiento de labranza convencional con rotación de soya en PV 2017, sin rastrojo sobre la superficie, con 7.72 t/ha.

En el caso de los tratamientos con soya, el rendimiento de grano fue ligeramente mayor en camas permanentes con siembra de crotalaria en otoño-invierno, con un poco más de 3 t/ha. En el tratamiento en labranza convencional se tuvo un rendimiento de 2.87 t/ha.

En la figura 2 se muestra el peso de mil granos de maíz por tratamiento, numéricamente, el tratamiento con mayor peso en mil granos fue el de labranza convencional con rotación de soya en PV 2017 y sin

rastrajo (M/Sy/LC,R), con 309 g por cada mil granos de maíz. El tratamiento con menor peso en esta variable fue el de maíz en monocultivo con rastrajo y en camas permanentes, con 232 g, este tratamiento fue el que mostró menor rendimiento de grano por hectárea (figura 1).

En soya el mayor peso de grano lo obtuvo el tratamiento agricultura de conservación (M/Cr/Sy,CM,D), en este tratamiento, con 144 g; mientras que, en labranza convencional se obtuvo menor peso en mil granos con 127 g. De igual forma, el rendimiento por hectárea fue mayor para el tratamiento en agricultura de conservación (figura 1).

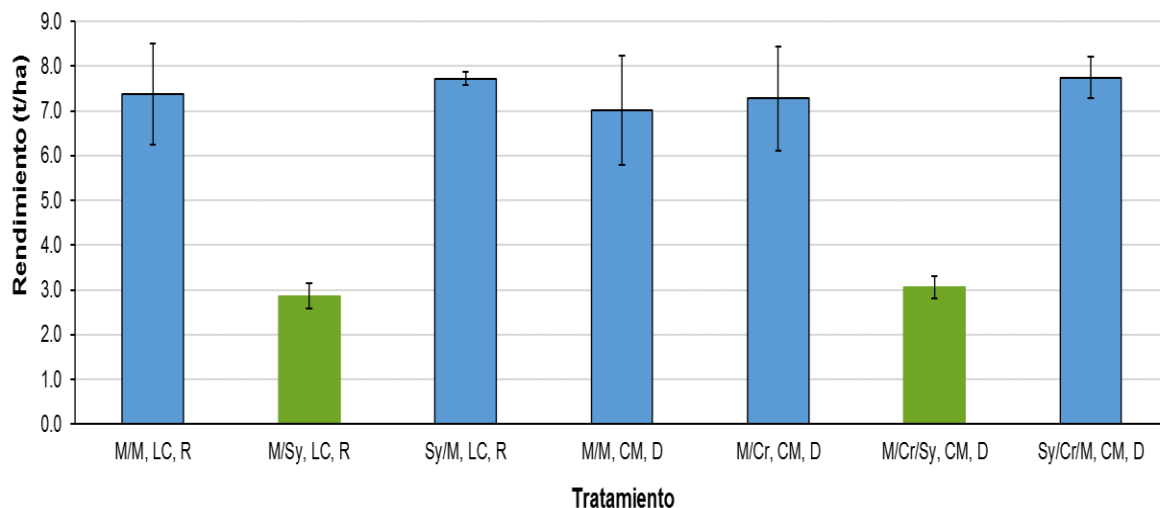


Figura 1. Rendimiento de grano de maíz y soya en plataforma de Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/M: maíz/maíz, LC: labranza convencional, R: remover rastrajo, M/Sy: maíz/soya, Sy/M: soya/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima, D: dejar rastrajo, M/Cr: maíz/crotalaria, M/Cr/Sy: maíz/crotalaria/soya y Sy/Cr/M: soya/crotalaria/maíz.

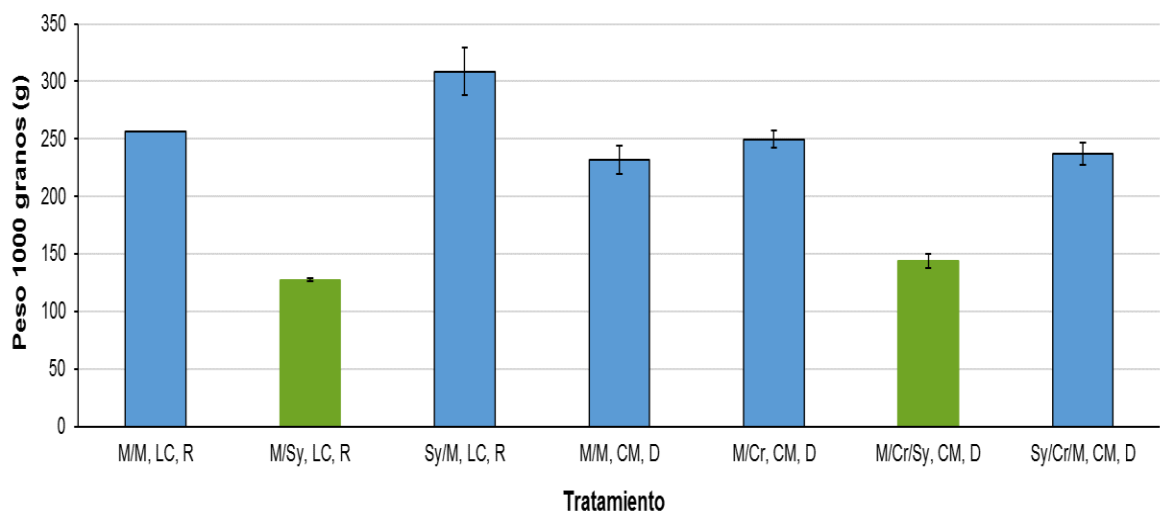


Figura 2. Peso de mil granos de maíz y soya en plataforma de Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/M: maíz/maíz, LC: labranza convencional, R: remover rastrajo, M/Sy: maíz/soya, Sy/M: soya/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima, D: dejar rastrajo, M/Cr: maíz/crotalaria, M/Cr/Sy: maíz/crotalaria/soya y Sy/Cr/M: soya/crotalaria/maíz.

Para altura de planta si hubo diferencias estadísticas para maíz, el tratamiento de Sy/M,LC,R es donde se observaron las plantas más altas con 2.61 m, todos los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales (figura 3). Para el caso de soya no se observaron diferencias estadísticas en esta variable.

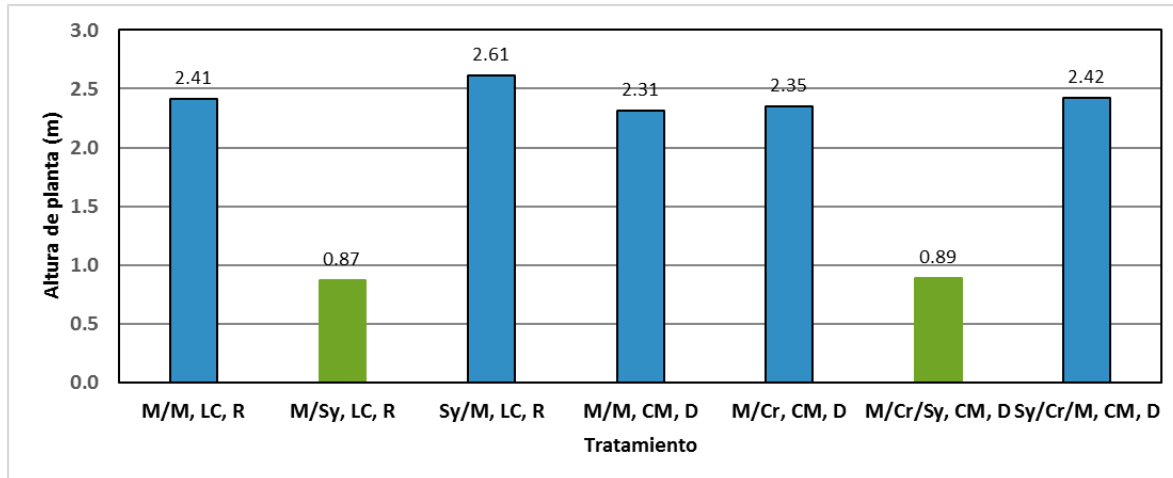


Figura 3. Altura de planta de maíz y soya en plataforma de Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/M: maíz/maíz, LC: labranza convencional, R: remover rastrojo, M/Sy: maíz/soya, Sy/M: soya/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima, D: dejar rastrojo, M/Cr: maíz/crotalaria, M/Cr/Sy: maíz/crotalaria/soya y Sy/Cr/M: soya/crotalaria/maíz.

#### **Análisis de utilidad del cultivo de maíz y soya, PV 2018**

En la figura 4 se muestra el costo total de los tratamientos de la plataforma de agricultura de conservación (AC); con una inversión de \$14,653 pesos por hectárea para el cultivo de maíz y \$13,834 por hectárea para el cultivo de soya, en labranza convencional; mientras que, el manejo de ambos cultivos en agricultura de conservación donde hubo menos inversión en la preparación del terreno, el costo fue menor con una inversión de \$12,337 pesos por hectárea para maíz y \$11,534 para soya. La mayor inversión se presentó en actividades de fertilización y preparación del terreno (sólo para el caso de labranza convencional).

En la figura 5 se muestra la utilidad del cultivo de soya y maíz en los tratamientos evaluados, únicamente considerando la venta de grano de ambos cultivos. Aunque, no se observaron diferencias estadísticas en el rendimiento de grano (figura 1), la inversión en los tratamientos de agricultura de conservación fue menor, por lo tanto, se obtuvo una mayor utilidad en estos tratamientos. En la figura 5, se puede observar que en los tratamientos de agricultura de conservación se obtuvo un costo/beneficio de 2.39, 2.24 y 2.16 para el cultivo de maíz, los tratamientos con rotación de crotalaria en OI 2017-2018 fue donde se obtuvo mayor utilidad; mientras que, en los tratamientos en agricultura convencional, la utilidad fue menor con 2.0 para el caso de maíz, lo que se atribuye a que hubo una mayor inversión en la preparación del terreno.

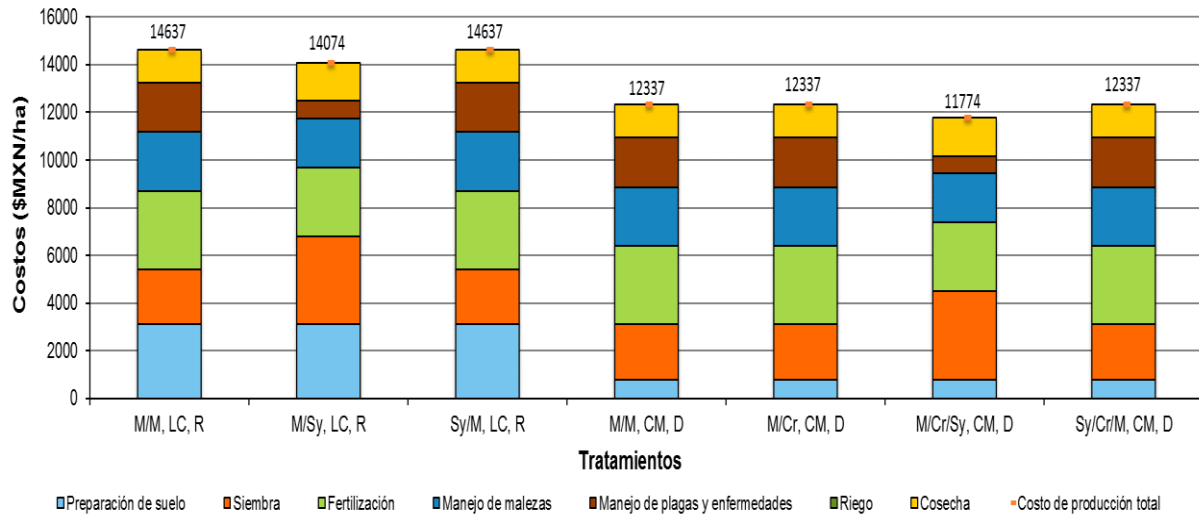


Figura 4. Costo total y de cada actividad para los tratamientos de la plataforma de Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/M: maíz/maíz, LC: labranza convencional, R: remover rastrojo, M/Sy: maíz/soya, Sy/M: soya/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima, D: dejar rastrojo, M/Cr: maíz/crotalaria, M/Cr/Sy: maíz/crotalaria/soya y Sy/Cr/M: soya/crotalaria/maíz.

Para el caso de la soya se observó la misma tendencia, la mayor relación costo/beneficio se obtuvo en el tratamiento de agricultura de conservación, con 1.81, en comparación con 1.42 en labranza convencional.

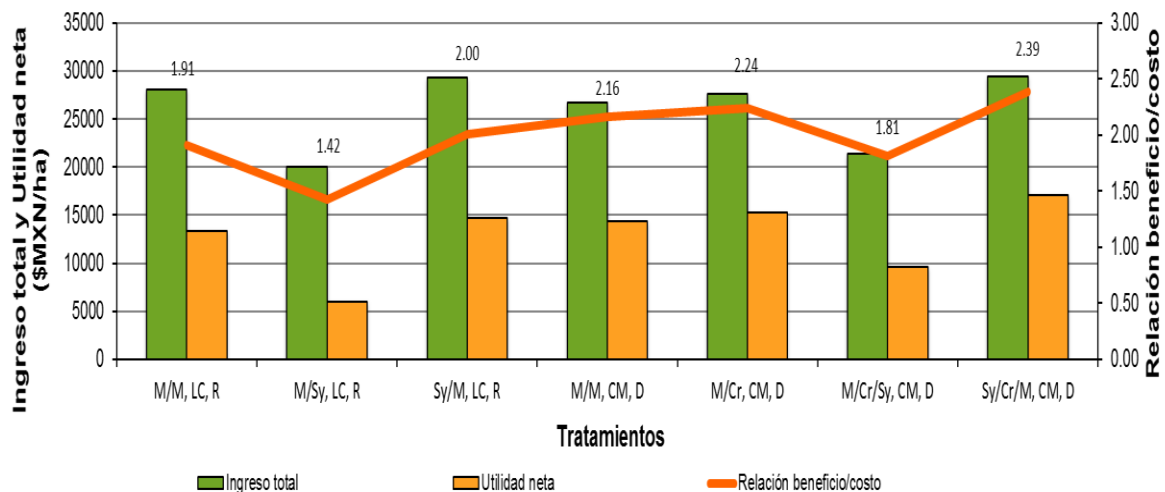


Figura 5. Utilidad de la producción de soya y maíz en labranza convencional contra agricultura de conservación, Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/M: maíz/maíz, LC: labranza convencional, R: remover rastrojo, M/Sy: maíz/soya, Sy/M: soya/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima, D: dejar rastrojo, M/Cr: maíz/crotalaria, M/Cr/Sy: maíz/crotalaria/soya y Sy/Cr/M: soya/crotalaria/maíz.

### Rendimiento de grano de maíz y cacahuate del área de validación, PV 2018

El rendimiento de grano de maíz y cacahuate del área de validación se muestra en la figura 6. Las barras azules representan el cultivo de maíz, donde el mejor rendimiento se obtuvo en agricultura de conservación en camas y dejando todo el rastrojo de maíz con 7.18 t/ha, en comparación con 5.77 t/ha

obtenido en agricultura convencional, con la remoción de todo el rastrojo y con todos los pasos de maquinaria (barbecho, rastreo y surcado). Se obtuvieron granos de mayor tamaño en AC, con un peso de 225 gr por 1000 granos en peso seco; mientras que, en labranza convencional el peso de 1000 granos fue de 193.5 g. Para el número de granos/m<sup>2</sup> no se identificaron diferencias estadísticas, con datos numéricos de 2736 granos/m<sup>2</sup> para AC y 2598 granos/m<sup>2</sup> en agricultura convencional.

Con relación al cacahuate, no hubo diferencias estadísticas significativas, con mayor rendimiento de 3.6 t/ha en labranza convencional y 3.2 t/ha en agricultura de conservación. Tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas para número de granos/m<sup>2</sup> y peso de 1000 granos.

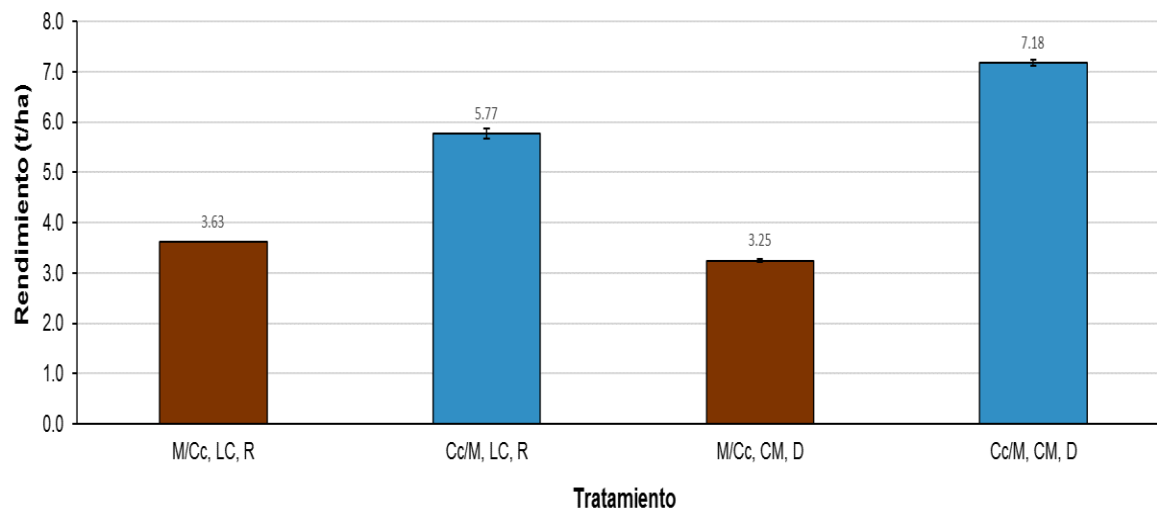


Figura 6. Rendimiento de grano de maíz y cacahuate en plataforma de AC del área de validación. Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/Cc: maíz/cacahuate, LC: labranza convencional, R: remover rastrojo, Cc/M: cacahuate/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima y D: dejar rastrojo.

Los costos de producción de los tratamientos del área de validación de la plataforma de Ac en Iguala, Guerrero se muestran en la figura 7.

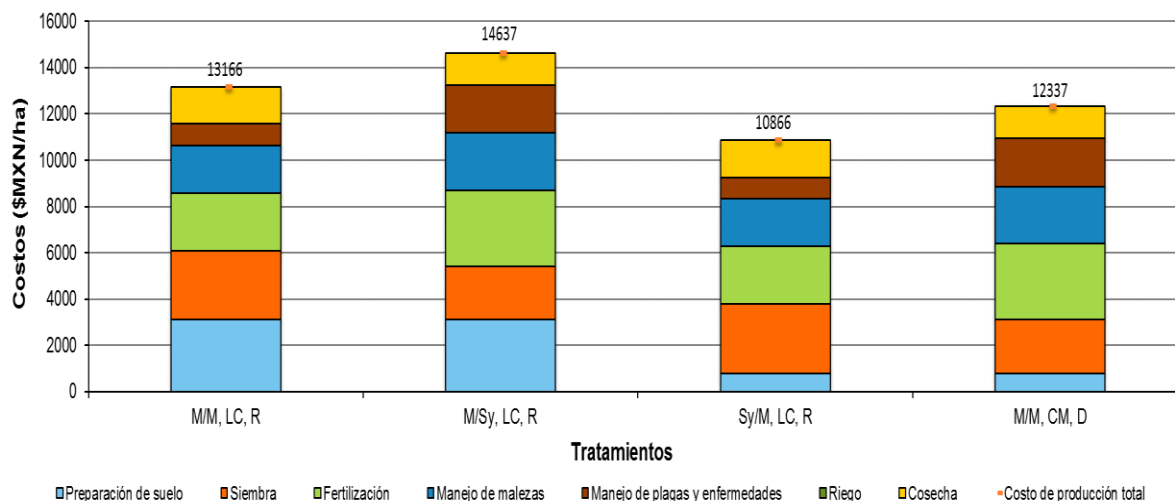


Figura 7. Costo total y de cada actividad para los tratamientos de la plataforma en el área de validación. Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/Cc: maíz/cacahuete, LC: labranza convencional, R: remover rastrojo, Cc/M: cacahuete/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima y D: dejar rastrojo.

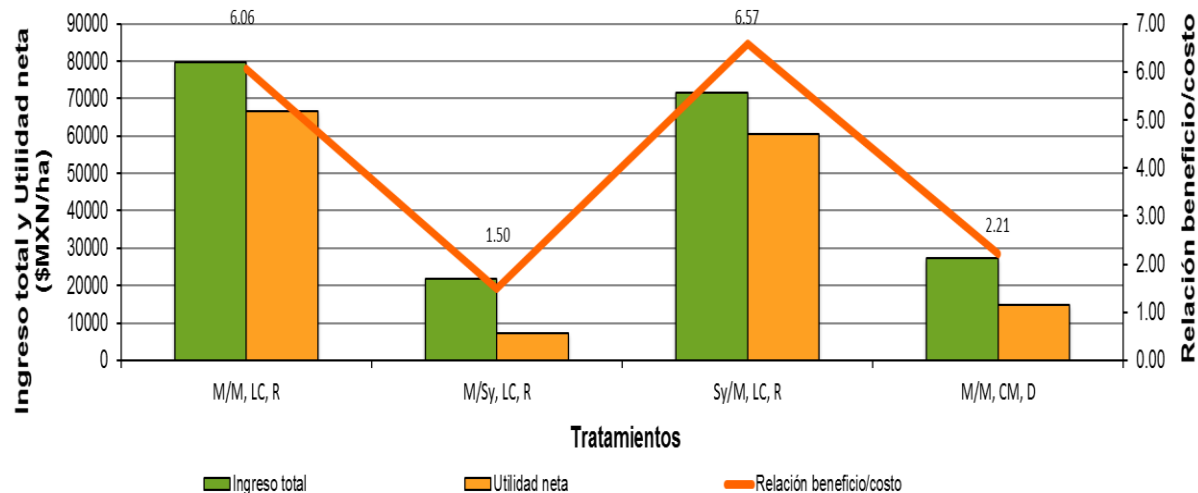


Figura 8. Costo total y de cada actividad para los tratamientos en el área de validación. Iguala, Guerrero, PV 2018. Abreviaciones: M/Cc: maíz/cacahuete, LC: labranza convencional, R: remover rastrojo, Cc/M: cacahuete/maíz, CM: camas angostas con labranza mínima y D: dejar rastrojo.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron tres capacitaciones en total, una el ciclo OI 2017-2018 y dos en PV 2018, que se muestran en el cuadro 3. Los temas de capacitación fueron: calibración de sembradora de tiro animal y demostración del cultivo de crotalaria en OI, cultivo de maíz en agricultura de conservación y soya como cultivo de rotación y sistemas sustentables en la producción de maíz basados en agricultura de conservación. En la mayoría de las capacitaciones, los asistentes fueron técnicos de los programas de extensionismo en Guerrero y PROAGRO Productivo; en la tercera capacitación, se contó con mayor presencia de productores. El resumen de capacitaciones realizadas en la plataforma, donde se describe el número de mujeres y hombres asistentes en los tres eventos se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resumen de asistentes a tres eventos demostrativos/capacitación de la plataforma de Iguala, Guerrero. OI y PV 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	82	15
Técnicos	71	47
Otros	26	12
<b>Total de asistentes</b>	<b>179</b>	<b>74</b>

## Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

La agricultura de conservación es una alternativa viable para la producción de maíz de temporal, en rotación con soya. En este segundo ciclo de evaluación en PV, aunque aún no se observan diferencias estadísticas en el rendimiento de grano, se observó mayor utilidad en los tratamientos de agricultura de conservación debido a que la inversión en la producción de ambos cultivos fue menor con relación a la producción de maíz y soya como se realiza convencionalmente.

Bajo esta tendencia y con la acumulación de materia orgánica en el suelo, por la cobertura con rastrojo que se deja, se espera mejorar el rendimiento por hectárea. Por el momento, se ha mantenido el rendimiento, con una menor inversión.



Prácticas de labranza (barbecho, rastreo y surcado) en tratamiento en agricultura convencional, de la plataforma en Iguala, Guerrero, PV 2018.



Uso de trampas con feromonas y librición de *Trichogramma* para control de gusano cogollero, en la plataforma de Iguala, Guerrero, PV 2018.



Evento demostrativo sobre calibración de sembradora de tiro animal, 04 de junio de 2018.





Productores y técnicos PROAGRO Productivo de la región norte del estado de Guerrero en capacitación sobre la crotalaria como mejorador del suelo, en plataforma de Iguala, Guerrero, 04 de junio de 2018.



Evento demostrativo de la plataforma de Iguala, Guerrero, 20 de septiembre de 2018.



Evento demostrativo de tratamientos de la plataforma de Iguala, Guerrero, 20 de octubre de 2018.

# Tlaltizapán, Morelos – PV 2018 – Año ocho

Oscar Bañuelos Tavaréz  
CIMMYT

## Introducción

En el estado de Morelos el principal problema en la agricultura es la pérdida de suelo arable y la disminución de su fertilidad. El estado tiene una precipitación anual pluvial rondando los mil milímetros. La precipitación no empata con un rendimiento de grano promedio en temporal de cerca de las 3.0 toneladas por hectárea del cultivo de maíz. Este muy bajo rendimiento del maíz en temporal puede elevarse sin lugar a dudas si se cuida los suelos practicando la Agricultura de Conservación. En los últimos años de resultados en la plataforma de investigación de CIMMYT en Tlaltizapán, Morelos se ha podido confirmar y documentar rendimientos cerca de las 6 t/ha lo que anima mucho a seguir aplicando la agricultura de conservación. En esta plataforma se puede resaltar la importancia de seguir dejando los residuos del maíz ya sea sobre la superficie o incorporándolos para incrementar los rendimientos obtenidos en la zona. Con visitas de agricultores y técnicos a la plataforma podemos inspirar y enseñar los cambios que el suelo presenta al manejar bien los residuos del maíz. Por otro lado, anulando la labranza del suelo en su totalidad o bien durante la época de lluvias más fuerte evita pérdida de suelo. También se investiga si el monocultivo de maíz reduce los rendimientos o afecta la calidad del grano, datos que ayudan a que los sistemas de temporal de la zona mejoren en producción y calidad.

## Materiales y métodos

### **Tratamientos**

En la plataforma se evalúan cinco tratamientos, en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. En labranza convencional la parcela “descansa” rastreada y cuando llega nuevamente el ciclo PV la tierra se labra con arado de cincel, rastra y surcado. En labranza mínima en el OI descansa con los residuos sobre la superficie. Para cuando se acerca la siembra del ciclo PV se realiza la labranza (barbecho, rastreo y surcado), antes de que haya lluvias, para minimizar erosión del suelo, por lo que lo se considera una “labranza inteligente”. En camas permanentes, solo se reforma el surco entre las camas cada año. En todos los tratamientos se dejaron todos los residuos, con excepción de labranza convencional, donde se empezaron los residuos desde la cosecha de PV2017. Para evaluar el efecto de la rotación, se evalúa la rotación con crotalaria con labranza mínima y con camas permanentes (cuadro 1).

### **Manejo de la plataforma**

La variedad de maíz utilizada para todos los tratamientos fue la PRO-1404A (grano amarillo). La siembra se realizó el 30 de junio de 2018. La densidad sembrada fue de 72,000 plantas por hectárea, logrando sobrevivir al establecimiento 56,700 plantas. Quedó una baja población ya que el temporal fue errático y este año al momento de la siembra faltó lluvia (figura 1). Antes de sembrar el maíz se fertilizó con la fórmula 100-80-25. A los 35 días después de la siembra se fertilizó nuevamente el maíz al fondo del surco con la fórmula 80-0-0.

El ciclo otoño invierno se estableció el 11 de octubre de 2018 con el cultivo de *Crotalaria juncea* en los tratamientos 4 y 5 en relevo con el cultivo de maíz, para aprovechar la humedad de las lluvias. La crotalaria

tuvo una fertilización de 14-37-00 al momento de la siembra. Los tratamientos 2 y 3 no tuvieron crotalaria y solo descansaron con residuos sobre la superficie para después realizar la siembra directa en el tratamiento 2 y siembra con labranza inteligente en el tratamiento 3. El tratamiento 1 descansó con labranza y los residuos fueron retirados antes de la labranza de descanso para esperar hasta cerca de la fecha de siembra del maíz y labrar nuevamente el suelo.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma de Tlaltizapán, Morelos.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1*	M, LC, I	Maíz - descanso	Labranza convencional	Incorporar
2	M, CP, D	Maíz - descanso	Camas permanentes angostas	Dejar
3	M, LM, D	Maíz - descanso	Labranza mínima	Dejar
4	M+C, LM, D	Maíz - Crotalaria	Labranza mínima	Dejar
5	M+C, CP, D	Maíz - Crotalaria	Camas permanentes angostas	Dejar

\* Tratamiento testigo. Abreviaturas: M=maíz, M+C=maíz + crotalaria, LC=labranza convencional, CP=camas permanentes angostas, LM=labranza mínima, I=incorporar rastrojo y D=dejar rastrojo.

Para la determinación de la producción de grano cosecharon las mazorcas de los 4 surcos centrales de cada tratamiento y las pesamos en fresco. Calculamos un índice de cosecha a partir de 40 mazorcas seleccionadas al azar de la misma área cosecha para después calcular rendimiento de grano. Se midieron 4 plantas al azar de los 4 surcos centrales de cada tratamiento y se obtuvo el promedio. Días a floración masculina se registraron cuando el 50% de las plantas ya tuvieron espigas. Al momento de la cosecha se tomaron al azar 40 mazorcas por tratamiento y se contaron mazorcas limpias y con pudrición. De las mazorcas contadas con pudrición en cada tratamiento, se calculó la superficie con pudrición de cada mazorca y se reportó el promedio como severidad de pudrición. Se cuantificó por ciclo PV y OI. El maíz y sus costos durante el PV (todos los tratamientos) y la crotalaria durante el OI (solamente para tratamientos 4 y 5).

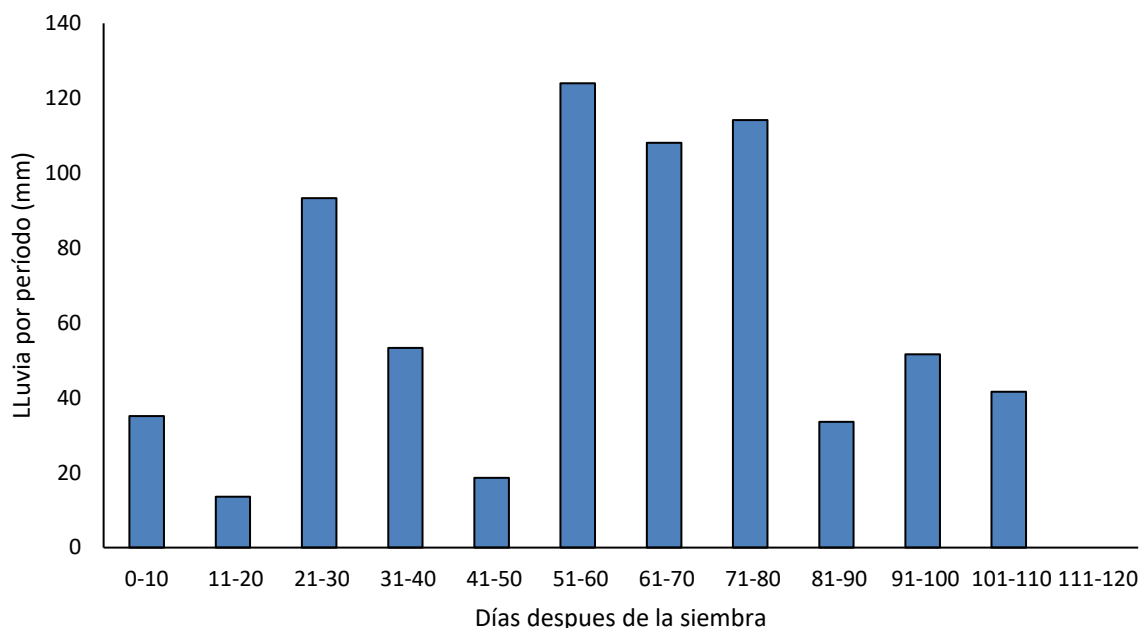


Figura 1. Precipitación pluvial desde la siembra hasta la cosecha en períodos de 10 días.

### **Descripción del ciclo de cultivo**

En este ciclo de primavera-verano 2018 la lluvia de temporal en la zona fue errática alrededor de la fecha de siembra. Aunque en general hubo fechas tardías de siembra por parte de agricultores de la zona en este experimento fue el mejor año para rendimientos que hemos obtenido. Después de 8 años con esta plataforma logramos sobre pasar rendimientos de 7.0 t/ha bajo condiciones de temporal y con un suelo calcáreo y en recuperación, mientras que los rendimientos en los primeros años andaban alrededor de 3.0 t/ha. Al sembrar el 30 de junio de 2018 tuvimos lluvia hasta tres días después de la siembra y solo otras dos adicionales para después venirse casi tres semanas sin lluvias y castigar a las plantas de maíz en su etapa inicial. En este ciclo agrícola las condiciones de precipitación estuvieron dadas para observar cómo se comportarían los diferentes tratamientos labranza, residuos y rotación entre sí. Durante la floración masculina que se dió en promedio a los 63 días después de la siembra y sin estrés, lo que ayudó mucho al rendimiento (figura 1). En cuanto a lo genético, sembramos la variedad PRO-1404A que rindió muy bien en temporal.

### **Resultados**

Reciclar residuos de cosecha ayuda al suelo provocando una tendencia a la alza en rendimientos y con mazorcas tendiendo a estar más sanas (cuadro 2). Los rendimientos alcanzados en este experimento superaron en promedio las 7.0 t/ha con una precipitación pluvial, dentro del ciclo del cultivo, de 585 mm. La sequía se presentó justo después de la siembra y a pesar de ser de mediana intensidad logramos muy buenos rendimientos en todos los tratamientos. El tratamiento que tuvo remoción de residuos, del ciclo pasado, y que descansó con labranza, fue el de rendimiento de grano más bajo (M, LC, I). El rendimiento del tratamiento M, LC, I tuvo 890 kilogramos menos que el tratamiento más alto (M+C, LM, D). Esta diferencia no fue estadísticamente significativa, pero se debió a que removimos los residuos del año pasado. La altura de las plantas sufrió un efecto estadísticamente significativo y confirma

contundentemente como al remover residuos del año anterior, afectó negativamente la altura de planta en el tratamiento M, LC, I. A solo un año de remover residuos hubo plantas con menor altura en comparación con el resto de tratamientos que sí tuvieron residuos.

Cuadro 2. Resultados por tratamientos en producción de maíz en ciclo PV 2018.

Tratamiento/ Param. Estad.	Rend. de grano de maíz 14% kg/ha	Días a floración de la espiga	Altura de planta (cm)	Incidencia de pudrición	Severidad de pudrición en mazorca
M, LC, I	6279	63	272.5 C	0.577 A	3.75 A
M, CP, D	7182	62.5	292.5 A	0.478 A	5.0 A
M, LM, D	6974	63	278.8 ABC	0.213 A	2.5 A
M+C, LM, D	7204	62.5	295.3 A	0.201 A	3.75 A
M+C, CP, D	7112	64	287.5 AB	0.213 A	2.5 A
LSD	910	1.07	21.99	0.556	2.7
CV	4.7	0.61	2.78	59.5	27.6

Para el ciclo otoño-invierno no se reporta rendimiento de biomasa debido a que después de desvarar el rastrojo del maíz, la crotalaria no prospero. La germinación y emergencia fueron buenas, pero no el desarrollo.

El análisis de costos de producción y ganancia neta confirma que los tratamientos M, CP, D y M+C, CP, D con camas permanentes, con monocultivo y con rotación de crotalaria, respectivamente (\$22,959 y \$20,525 MXN/ha), son los de mayor ganancia neta. Por otro lado, el tratamiento con menor ganancia neta fue el tratamiento M, LC, R (\$12,755 MXN/ha). Esta ganancia en pesos representa un incremento cerca del 80% en ganancia neta con tan solo dejar residuos y no labrar el suelo. Sin duda utilizar los principios de AC (Agricultura de Conservación) es ideal para recuperar la fertilidad de los suelos e incrementar las ganancias. Los tratamientos donde utilizamos labranza mínima presentaron muy buenos rendimientos y las ganancias un poco debajo de los tratamientos con camas permanentes (\$16,978 y \$19,562 MXN/ha). La producción de forraje de crotalaria en el ciclo OI 2017-2018 no se pudo realizar con el éxito buscado ya que las lluvias se retiraron muy temprano desde mediados de octubre de 2017. Ya no volvió a llover y se sembró la crotalaria con un solo riego para obtener más información agronómica sobre la misma. El rendimiento fue muy bajo y decidimos que en el futuro explorar el cultivo de crotalaria en relevo con el maíz. En el OI 2018-2019 la crotalaria se sembró con la humedad residual y aprovechando las últimas lluvias de octubre.

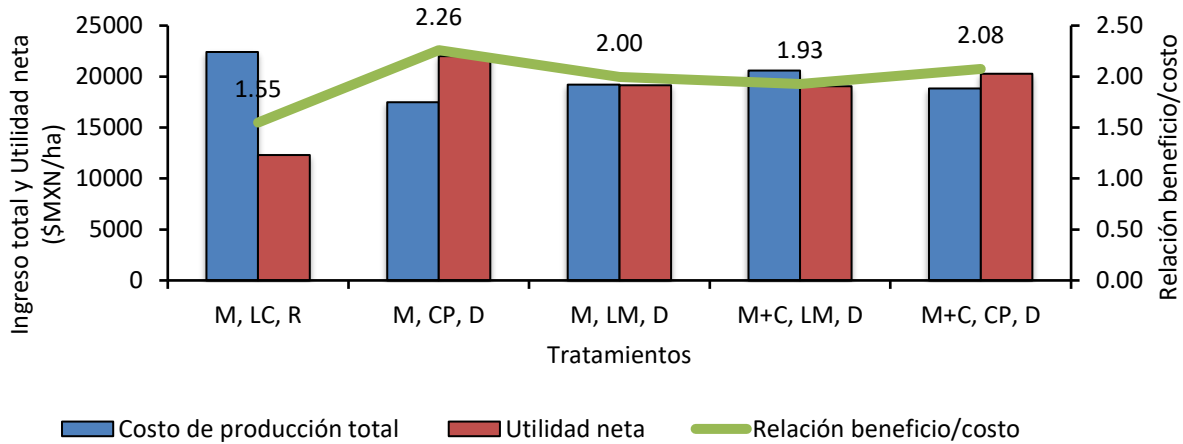


Figura 2. Análisis de utilidad en plataforma Tlaltizapán, Morelos.

### Conclusiones

Con tan solo haber retirado por un año los residuos en el M, LC, R se observa afectaciones negativas en la altura de las plantas y también una tendencia a disminuir los rendimientos. Hay que seguir capacitando a los agricultores y técnicos para convencerlos a utilizar los residuos para mejorar la fertilidad del suelo. Al vender los residuos, la ganancia es muy baja en comparación con las ganancias obtenidas al dejarlos. Una hectárea de residuos se vende en \$3,000 pesos por hectárea, para perder la oportunidad de obtener entre 8,000 a 10,000 pesos por hectárea en rendimiento.

La variedad de maíz PRO-1404A interactuó muy bien con la precipitación pluvial y el manejo de los diferentes tratamientos para obtener buenos rendimientos de grano superando por mucho el promedio de la zona (3.0 t/ha).

La crotalaria como cultivo de rotación y/o uso de forraje no tuvo prospero en relevo después del desvare del rastrojo de maíz. En la zona requerimos producir también forraje de buena calidad sin dejar de seguir incrementando el rendimiento del maíz, así como mejorar la sostenibilidad y ganancias en la zona, por lo que se debe evaluar a mas potenciales cultivos forrajeros para el ciclo otoño-invierno.



Tlaltizapán, Morelos, técnico de campo en cosecha de maíz, el 30 de octubre de 2018.



Tlaltizapán, Morelos, Ing. Gabriel, en prueba de siembra de crotalaria el 05 de octubre de 2018.





Tlaltizapán, Morelos, cultivo de crotalaria en relevo con maíz el 30 de octubre de 2018.

# Zacatepec, Morelos – PV 2018 - Año siete

Alberto Trujillo Campos

INIFAP-Campo Experimental de Zacatepec, Morelos

## Introducción

Bajo el concepto de Agricultura de Conservación, la plataforma de investigación Zacatepec está ubicada dentro de las instalaciones del INIFAP-Campo Experimental “Zacatepec”, a una altitud de 917 metros sobre el nivel del mar. La región área de influencia de la plataforma experimental está caracterizada por un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 24 °C y presenta lluvias en verano. De acuerdo a su grado de humedad es el más seco de los cálidos sub-húmedos. La unidad de suelo dominante es vertisol, con 40% o más de arcilla, difíciles de labrar, de drenaje interno un tanto deficiente y con tendencia a la salinidad; sin embargo, presentan buenos niveles de fertilidad, cuando están secos se agrietan y cuando húmedos son plásticos y pegajosos, lo cual presenta ciertos problemas para el manejo agrícola. Se practica una gran variedad de cultivos agrícolas como maíz, sorgo, caña de azúcar, arroz, hortalizas, etc. Bajo estas condiciones agroecológicas anualmente se cultivan durante el ciclo primavera-verano, bajo condiciones de temporal, una superficie de 15000 a 18000 hectáreas de maíz, de las cuales se cosecha un rendimiento promedio de 3.2 toneladas de grano por hectárea. En cuanto al cultivo de sorgo se siembran bajo estas condiciones entre 20000 y 25000 hectáreas con rendimiento medio de 4.0 t/ha y de cacahuete la superficie promedio cultivada es de 600 a 900 hectáreas, de las cuales se obtiene un rendimiento promedio de 1.200 t/ha. Como principales limitantes del rendimiento del cultivo del maíz se considera el bajo uso de semilla certificada, suelos delgados, pedregosos y de lomerío, con tendencia a la erosión eólica e hídrica y deficiente manejo agronómico del cultivo como densidades de población, fertilización, control de malezas y control de insectos, entre otros.

En esta plataforma se tiene la finalidad de determinar la mejor interacción entre sistemas de labranza, manejos de rastrojo y rotación entre cultivos de maíz, sorgo y cacahuete, mediante la evaluación del rendimiento y rentabilidad dentro de un entorno de agricultura de conservación, en la parte baja del estado de Morelos.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación inició su operación en el año 2012. Se estableció dentro de las instalaciones del INIFAP-Campo Experimental de Zacatepec, Morelos y está bajo la responsabilidad del Investigador del Programa de Maíz del INIFAP-Campo Experimental “Zacatepec”. Los productores de maíz, sorgo y cacahuete son los más directamente involucrados con la plataforma puesto que en la región son los cultivos que ocupan mayor superficie cultivada bajo condiciones de temporal; por lo que cacahuete y sorgo son los cultivos que se consideraron en el sistema de rotación con maíz. Con la finalidad de determinar la mejor interacción entre intensidad de labranza, manejo de rastrojo y rotación de cultivos, mediante la evaluación del rendimiento de maíz, sorgo y cacahuete dentro de un esquema de agricultura de conservación, en la parte baja del estado de Morelos, se evaluaron de manera experimental 12 tratamientos resultantes de: la aplicación del sistema de cero labranza y labranza mínima; manejo de rastrojo, dejar y retirar; densidades de población de 60,000 y 80,000 plantas por hectárea; así como la siembra en rotación del cultivo de maíz, después de maíz (monocultivo), sorgo y cacahuete en 2017. En 2012 se cultivó maíz en toda la parcela experimental (12 tratamientos); en 2013, 2015 y 2017 una tercera parte (4 tratamientos) se cultivó con maíz, una tercera parte (4 tratamientos) se cultivó con sorgo y la otra

tercera parte (4 tratamientos) se cultivó con cacahuate; en 2014, 2016 y 2018 se cultivó maíz en toda la parcela experimental.

## **Materiales y métodos**

### **Tratamientos**

En el ciclo primavera-verano de 2018 bajo condiciones de temporal, se evaluaron 12 tratamientos resultantes de la interacción de 2 sistemas de labranza: cero labranza y labranza mínima; 2 manejos de rastrojo (al 100 %): dejar y retirar; 2 densidades de población en maíz: 60,000 y 80,000 plantas por hectárea; así como 3 cultivos en rotación: maíz-maíz, maíz-sorgo y maíz-cacahuate. La finalidad fue identificar la mejor interacción en su efecto sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos y su distribución en la plataforma de investigación INIFAP-MASAGRO, en Zacatepec, Morelos. 2018

Trat.	Abreviaturas	Rotación de cultivos	Sistema de labranza	Manejo de rastrojo	Plantas/ha (maíz)II
1	M-M, CL, D, 80	Maíz-Maíz	Cero	Dejar	80,000
2	M-M, CL, D, 60	Maíz-Maíz	Cero	Dejar	60,000
3	M-M, CL, R, 60	Maíz-Maíz	Cero	Remover	60,000
4 *	M-M, LM, R, 60	Maíz-Maíz	Mínima	Remover	60,000
5	M-S, CL, D, 80	Maíz-Sorgo	Cero	Dejar	80,000
6	M-S, CL, D, 60	Maíz-Sorgo	Cero	Dejar	60,000
7	M-S, CL, R, 60	Maíz-Sorgo	Cero	Remover	60,000
8	M-S, LM, R, 60	Maíz-Sorgo	Mínima	Remover	60,000
9	M-Cc, CL, D, 80	Maíz-Cacahuate	Cero	Dejar	80,000
10	M-Cc, CL, D, 60	Maíz-Cacahuate	Cero	Dejar	60,000
11	M-Cc, CL, R, 60	Maíz-Cacahuate	Cero	Remover	60,000
12	M-Cc, LM, R, 60	Maíz-Cacahuate	Mínima	Remover	60,000

\* *Testigo comercial*

### **Resumen del ciclo del reporte**

Las condiciones ambientales donde está ubicada la plataforma corresponden a la zona ecológica de trópico seco; sin embargo, la precipitación promedio que se registra anualmente se considera suficiente para lograr un buen desarrollo del cultivo de maíz. En este ciclo primavera-verano de 2018, en general para el estado de Morelos, se registró un temporal normal, en cantidad, pero muy errático, en distribución; en la región de Zacatepec, Morelos, la precipitación fue abundante en los meses de abril, mayo y junio y prácticamente nula durante el mes de julio y la primera semana de agosto; ligeramente inferior en septiembre y superior en octubre y noviembre, con respecto al promedio histórico del Estado. El daño causado al cultivo, por la ausencia de lluvias durante 5 semanas, fue la no emergencia (establecimiento) del cultivo y la baja densidad de población, limitando la expresión del potencial de rendimiento. En algunos tratamientos se tuvo que realizar una segunda siembra y en otros una resiembra. En la figura 1, se presenta la precipitación y la temperatura media registrada en la estación climatológica

de Zacatepec, Mor., del periodo mayo a noviembre de 2018. Nótese que en el mes de julio la precipitación fue tan solo de 24 mm, cuando el promedio histórico es mayor de 200 mm; lamentablemente la estación se averió por un lapso de dos meses, por lo que no se dispone del registro completo. En la figura 2 se presenta la gráfica que emitió la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de fecha 21 de noviembre de 2018, en su “Aviso de hidrometría, climatología y control de presas en el estado de Morelos”.

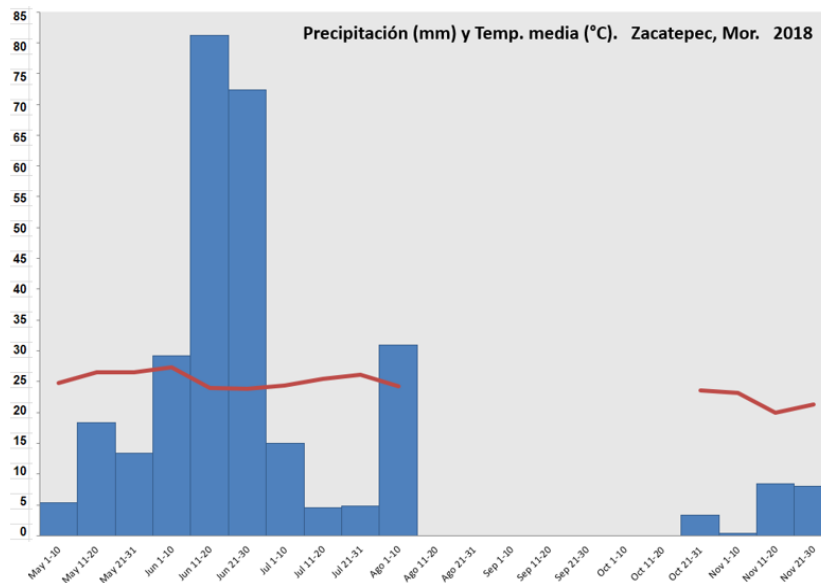


Figura 1. Registro de precipitación (azul) y temperatura media (rojo) en la estación climatológica de Zacatepec, Morelos, 2018.

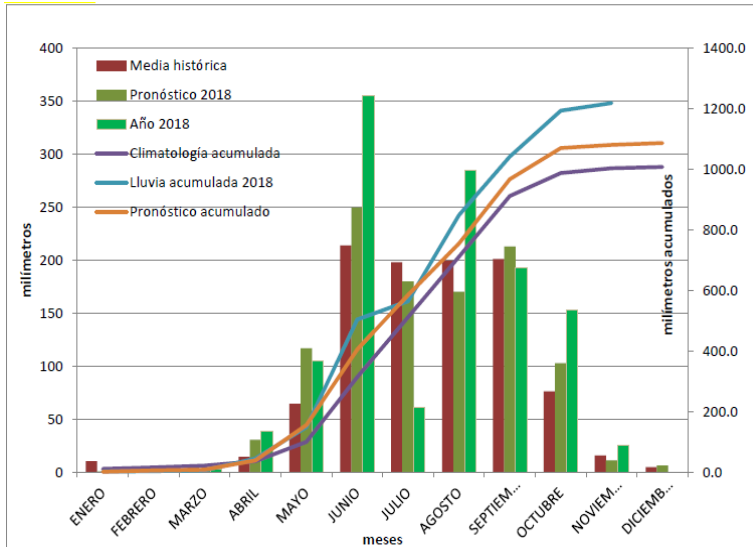


Figura 2. Aviso de hidrometría, climatología y control de presas en el estado de Morelos. CONAGUA, 21 de noviembre de 2018.

### Manejo de la plataforma

El manejo agronómico del cultivo de maíz durante el ciclo primavera-verano de 2018, bajo condiciones de temporal, en la plataforma de investigación fue el siguiente: en el sistema de labranza mínima se realizó un barbecho con arado de discos, un paso de rotavator y el surcado a 0.80 m., mientras que en cero labranza solo se roturó el suelo sobre la línea de siembra, depositando semilla y fertilizante. A principio

del año se realizó el manejo de rastrojo, se dejó el 100 % de lo producido el año anterior, de los cultivos de maíz, sorgo y cacahuate, acamándose sobre la línea de siembra; mientras que en donde se retiró, se cortó la punta al ras del suelo. Como material genético se utilizó semilla certificada del híbrido H-515, generado por INIFAP. La separación entre líneas de siembra fue de 80 cm, con separación entre semillas de 15 y 20 cm para obtener una densidad de población de 80,000 y 60,000 plantas por hectárea, respectivamente. Se fertilizó con el tratamiento 120-70-60, aplicándose 30-70-60 al momento de la siembra y 90-0-0 al cierre del cultivo; se utilizó sulfato de amonio como fuente de nitrógeno, superfosfato de calcio triple como fuente de fósforo y cloruro de potasio como fuente de potasio. Para el control de maleza se aplicaron 5 L/ha de Primagram Gold (Atrazina+Metolaclor) de manera pre emergente al cultivo y la maleza. Para el control de plagas de suelo se aplicaron 3 L/ha de Velfurán (Carburan), sobre la línea de siembra. Para el control de gusano cogollero se aplicó 1 kg/ha de Crymax GD (*Bacillus thuringiensis*).

Debido a la falta de lluvia, comentado anteriormente durante el mes de julio y la primera semana de agosto; el daño al cultivo fue la no germinación y/o emergencia (establecimiento) de algunas parcelas (tratamientos), por lo que se tuvo que realizar una segunda siembra o bien, una resiembra.

## Resultados

### ***Ensayo principal***

Se evaluó de manera experimental el efecto sobre el comportamiento agronómico de tratamientos que combinan la interacción de sistemas de labranza mínima (LM) y cero labranza (CL), manejo de rastrojo dejar (D) y retirar (R), densidades de población de 60,000 (60) y 80,000 (80) plantas/ha; así como la rotación de maíz después de maíz (M-M); es decir, monocultivo, maíz después de sorgo (M-S) y maíz después de cacahuate (M-Cc) es decir, este año 2018 toda la plataforma experimental se cultivó con maíz.

Se tomaron datos de las principales variables agronómicas de planta, mazorca y grano. En aquellas variables donde se obtuvieron diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Duncan al 0.05, para identificar a los tratamientos sobresalientes.

En el cuadro 1 y 2 se presenta un concentrado, medias aritméticas, de las principales variables agronómicas y del análisis económico de los rendimientos, respectivamente. Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 corresponden al cultivo de maíz (en rotación con maíz-2017-monocultivo-); los tratamientos 5, 6, 7 y 8 corresponden al cultivo de maíz (en rotación con sorgo-2017); así como los tratamientos 9, 10, 11 y 12 corresponden al cultivo de maíz (en rotación con cacahuate-2017).

En este ciclo en particular, además de reducirse el rendimiento por escasa y mal distribuida precipitación, también se observaron diferencias en la sanidad de la planta y de la mazorca. En el cuadro 1 se observa que en la variable % de plantas enfermas, por Mildiu vellosa, Punta loca o Mildiu sorgo del maíz (al parecer *Sclerophthora macrospora* o *Peronosclerospora sorghi*); se obtuvo un valor máximo y mínimo de 10.1 y 1.2%, respectivamente; donde los tratamientos que incluyeron labranza mínima tuvieron un promedio de 7.0%, contra 2.6% de aquellos tratamientos que tienen en común la cero labranza; así como también, los tratamientos que incluyeron dejar el rastrojo tuvieron un promedio de 7.5%, contra 2.6% de aquellos tratamientos que tienen en común retirar el rastrojo. De manera similar, en la variable % de mazorcas podridas se obtuvo un valor máximo y mínimo de 31.8 y 8.3% respectivamente; de donde se obtiene un promedio de 28.1, 15.2 y 11.6%, en aquellos tratamientos que tienen en común la rotación de cultivo con maíz (monocultivo), sorgo y cacahuate, respectivamente.

Cuadro 1. Resultados obtenidos en la Plataforma Zacatepec, Morelos, 2018.

No. de Tratamiento	Días a emergencia	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	% Plantas enfermas
M-M, CL, D, 80	4.0	57.5	61.5	231.5	112.5	8.6
M-M, CL, D, 60	4.0	57.5	61.5	228.0	104.5	6.8
M-M, CL, R, 60	5.0	55.5	58.5	234.3	109.3	3.9
M-M, LM, R, 60	6.5	59.5	62.0	222.0	96.8	10.1
M-S, CL, D, 80	4.0	57.5	61.5	241.5	120.0	9.1
M-S, CL, D, 60	4.0	57.5	61.5	242.8	115.0	6.8
M-S, CL, R, 60	4.5	57.5	60.5	230.0	104.0	2.7
M-S, LM, R, 60	6.5	59.0	62.0	221.3	109.8	4.9
M-Cc, CL, D, 80	4.5	57.5	61.0	227.5	107.8	6.9
M-Cc, CL, D, 60	4.5	57.5	61.0	238.8	114.5	8.9
M-Cc, CL, R, 60	5.0	56.0	58.5	231.3	106.0	1.2
M-M, CL, D, 80	6.0	58.0	61.0	222.8	106.0	6.0
Media	4.9	57.5	60.9	231.0	108.8	6.3
Duncan 0.05	0.5	1.2	1.4	N. S.	10.6	5.3

En el cuadro 1 podemos observar que los valores promedio del experimento fueron los siguientes: 4.9 días a emergencia; 57.5 y 60.9 días a floración masculina y femenina, respectivamente; 231.0 y 108.8 cm de altura de planta y mazorca, respectivamente; 6.3% de plantas enfermas, por Mildiu velloso, Punta loca o Mildiu sorgo del maíz (al parecer *Sclerophthora macrospora* o *Peronosclerospora sorghi*); 20.9% de mazorcas con mala cobertura; 2.8% de plantas acamadas; 18.3% de mazorcas podridas; así como un rendimiento de 4.189 toneladas de grano por hectárea a 14% de humedad. En cuanto a rendimiento de grano de maíz ajustado al 14% de humedad, el valor máximo y mínimo fue de 6.1 y 2.5 t/ha, respectivamente; con promedio de 4.21 t/ha.

En el cuadro 2 se muestran los datos del análisis económico de los tratamientos evaluados: el rendimiento por hectárea en toneladas de grano a 14% de humedad, el valor de la cosecha (considerando un precio de \$4,500.00 por tonelada), el costo de producción por hectárea, la utilidad, la relación Beneficio/Costo (rentabilidad); así como el costo de producción de 1 tonelada de grano.

Debido a la falta de lluvia comentado anteriormente, durante el mes de julio y la primera semana de agosto (en julio se registraron 24 mm cuando la media histórica es mayor de 200 mm), el daño al cultivo fue la no emergencia (establecimiento) de algunas parcelas (tratamientos); específicamente en parcelas donde se ha dejado año con año el rastrojo del cultivo anterior, esto favoreció la germinación de la semilla y cuya plántula no murió por falta de humedad. En estos tratamientos: 1 (M-M, CL, D, 80), 2 (M-M, CL, D, 60), 5 (M-S, CL, D, 80) y 6 (M-S, CL, D, 60), el 20 de agosto se tuvo que realizar una segunda siembra. Mientras que, en los tratamientos: 9 (M-Cc, CL, D, 80) y 10 (M-Cc, CL, D, 60) menos afectados, el mismo 20 de agosto solo se resembró. Con las acciones anteriores, se limitó la expresión del potencial de rendimiento (por desfase en la fecha de siembra y resiembra); además del incremento en los costos de producción, que fueron de 22% en el caso de la segunda siembra y de 8% en la resiembra. Estas reducciones en los rendimientos e incrementos en los costos de producción incidieron en la baja rentabilidad y en varios casos, rentabilidad negativa de los rendimientos.

Cuadro 1. Continuación...

No. de Tratamiento	% Mazorcas con mala cobertura	% acamadas	Plantas	% Mazorcas podridas	Densidad de Población, miles	Rendimiento t/ha
M-M, CL, D, 80	7.3	1.2		24.5	76.563	3.064
M-M, CL, D, 60	12.0	1.6		27.4	60.000	2.741
M-M, CL, R, 60	28.9	2.8		28.5	55.938	3.295
M-M, LM, R, 60	34.3	5.3		31.8	58.125	2.455
M-S, CL, D, 80	14.8	1.2		13.6	79.375	4.114
M-S, CL, D, 60	18.0	1.0		11.4	60.000	4.121
M-S, CL, R, 60	29.3	5.9		18.0	58.438	4.934
M-S, LM, R, 60	34.7	4.9		17.8	56.875	4.057
M-Cc, CL, D, 80	11.4	2.8		10.1	76.875	6.084
M-Cc, CL, D, 60	13.7	2.7		8.3	58.750	5.549
M-Cc, CL, R, 60	22.3	0.6		13.3	54.063	5.784
M-M, CL, D, 80	24.4	3.0		14.5	54.375	4.071
Media	20.9	2.8		18.3	62.448	4.189
Duncan 0.05	7.3	3.4		5.4	---	0.738

Cuadro 2. Análisis económico del rendimiento obtenido en la plataforma de investigación de Zacatepec, Morelos, 2018.

No Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	\$ cosecha *	\$ / ha	Utilidad	Relación B/C	\$ / ton producida
M-M, CL, D, 80	3.064	13,788.00	22,927.00	- 9,139.00	0.60	7,482.70
M-M, CL, D, 60	2.741	12,334.50	22,087.00	- 9,752.50	0.56	8,058.01
M-M, CL, R, 60	3.295	14,827.50	18,487.00	- 3,659.50	0.80	5,610.62
M-M, LM, R, 60	2.455	11,047.50	19,054.00	- 8,006.50	0.58	7,761.30
M-S, CL, D, 80	4.114	18,513.00	22,927.00	- 4,414.00	0.81	5,572.92
M-S, CL, D, 60	4.121	18,544.50	22,087.00	- 3,542.50	0.84	5,359.62
M-S, CL, R, 60	4.934	22,203.00	18,487.00	3,716.00	1.20	3,746.86
M-S, LM, R, 60	4.057	18,256.50	19,054.00	- 797.50	0.96	4,696.57
M-Cc, CL, D, 80	6.084	27,378.00	20,857.00	6,521.00	1.31	3,428.17
M-Cc, CL, D, 60	5.549	24,970.50	19,087.00	5,883.50	1.31	3,439.72
M-Cc, CL, R, 60	5.784	26,028.00	18,487.00	7,541.00	1.41	3,196.23
M-M, CL, D, 80	4.071	18,319.50	19,054.00	- 734.50	0.96	4,680.42
MEDIA	4.189	18,850.88	20,216.25	- 1,365.38	0.94	5,252.76

\* \$4,500.00/t. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). [www.aserca.gob.mx](http://www.aserca.gob.mx)

En el cuadro 1 y la figura 1 se muestra un concentrado de los resultados obtenidos. Estadísticamente, los tratamientos con mayor rendimiento de grano fueron: 9 (M-Cc, CL, D, 80), 11 (M-Cc, CL, R, 60) y 10 (M-Cc, CL, D, 60) que tienen en común la rotación maíz-cacahuate y la práctica del sistema de cero labranza; independientemente del manejo de rastrojo y la densidad de población, con valores de 6.084, 5.784 y 5.549 t/ha, respectivamente a 14% de humedad. Mientras que, los tratamientos con menor rendimiento de grano fueron: 4 (M-M, LM, R, 60), 2 (M-M, CL, D, 60) y 1 (M-M, CL, D, 80) que tienen en común la siembra de maíz sobre maíz, año con año (monocultivo); independientemente del sistema de labranza, el manejo de rastrojo y la densidad de población, con valores de 2.455, 2.741 y 3.064 t/ha, respectivamente, a 14 % de humedad.

En cuanto al análisis económico de los rendimientos, en el cuadro 2 se muestra que los tratamientos con mayor relación Beneficio/Costo fueron: 11 (M-Cc, CL, R, 60), 10 (M-Cc, CL, D, 60) y 9 (M-Cc, CL, D, 80) que tienen en común la rotación maíz-cacahuate y el sistema de cero labranza; independientemente del manejo de rastrojo y la densidad de población, con valores de 1.41, 1.31 y 1.31, respectivamente. Mientras que, los tratamientos con la peor relación Beneficio/Costo fueron: 2 (M-M, CL, D, 60), 4 (M-M, LM, R, 60) y 1 (M-M, CL, D, 80) que tienen en común la siembra de maíz sobre maíz, año con año (monocultivo); independientemente del sistema de labranza, el manejo de rastrojo y la densidad de población, con valores de 0.56, 0.58 y 0.60, respectivamente.

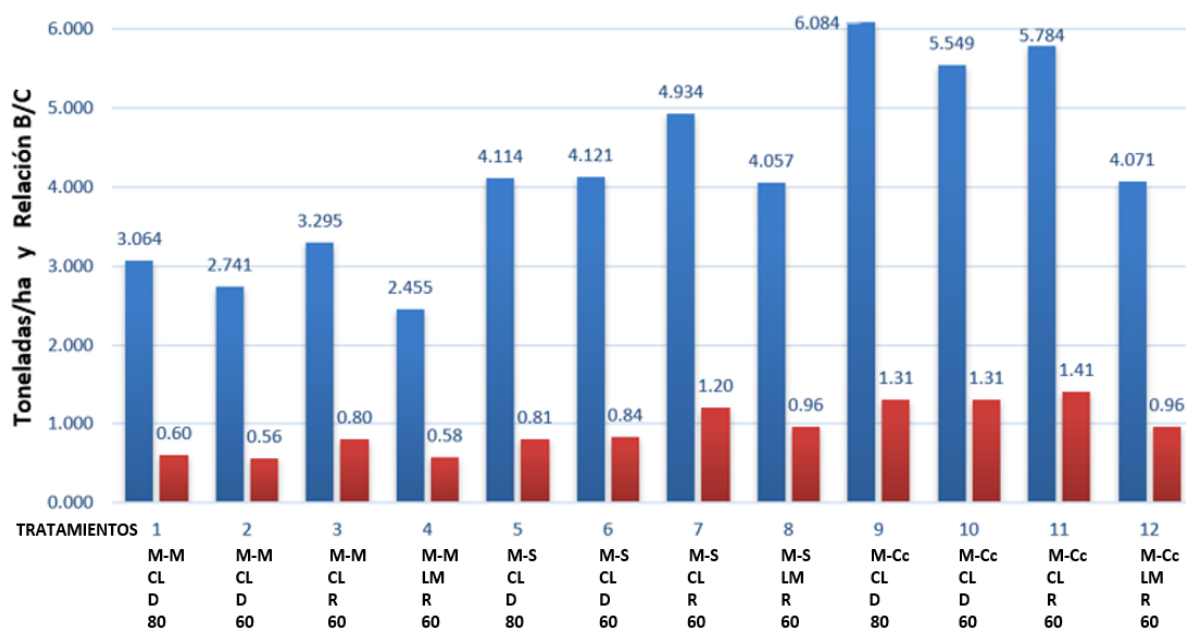


Figura 1. Resultados obtenidos del cultivo de maíz, en la plataforma Zacatepec, Morelos, 2018.

En el cuadro 2 y figura 2 se muestran los resultados obtenidos considerando solamente el factor rotación de cultivos; los tratamientos con mayor rendimiento y relación Beneficio/Costo fueron (9, 10, 11 y 12), que tienen en común la rotación maíz-cacahuate, con rendimiento promedio de 5.372 t/ha y 1.25 relación B/C; seguidos de los tratamientos (5, 6, 7 y 8), que tienen en común la rotación maíz-sorgo, con rendimiento promedio de 4.307 t/ha y 0.95 relación B/C y finalmente los tratamientos (1, 2, 3 y 4), que tienen en común la rotación maíz-maíz (monocultivo) con rendimiento promedio de 2.889 t/ha y 0.64



relación B/C; lo anterior, independientemente de los factores sistemas de labranza, manejo de rastrojo y densidad de población.

En este ciclo en particular, además de reducirse el rendimiento por escasa y mal distribuida precipitación, también se observaron diferencias en la sanidad de la mazorca. En el cuadro 1 se observa que en la variable % de mazorcas podridas se obtuvo un valor máximo de 31.8% y mínimo de 8.3%; de donde se obtiene un promedio de 28.1, 15.2 y 11.6% en aquellos tratamientos que tienen en común la rotación de cultivo con maíz (monocultivo), sorgo y cacahuate respectivamente, independientemente de los factores sistemas de labranza, manejo de rastrojo y densidad de población.

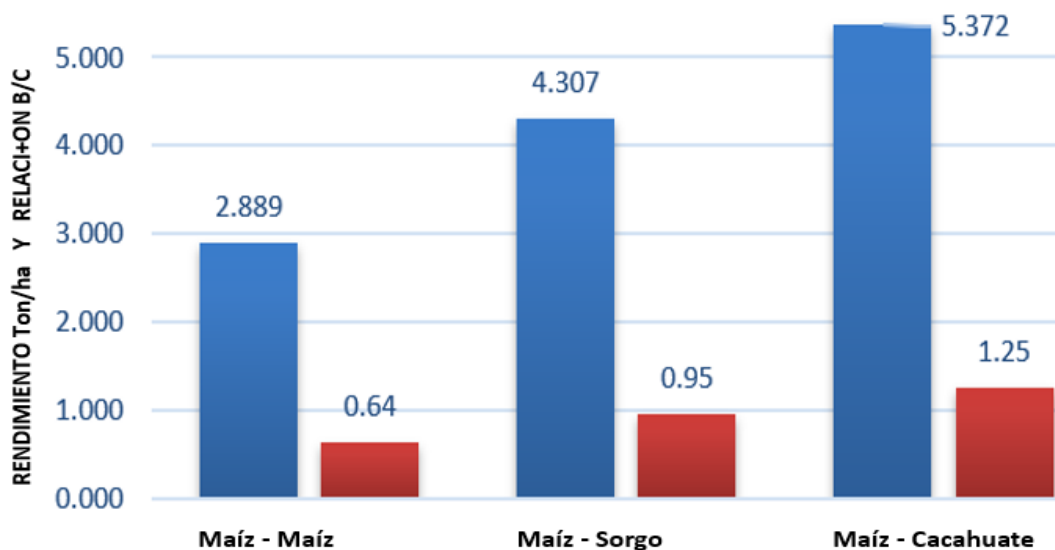


Figura 2. Resultados obtenidos en el cultivo de maíz considerando solamente el factor rotación de cultivo.

En figura 3 se muestran los resultados obtenidos sin considerar el factor rotación de cultivos; los tratamientos con mayor rendimiento y relación Beneficio/Costo fueron (3, 7 y 11), que tienen en común el sistema de cero labranza, rastrojo removido y densidad de población de 60,000 plantas/ha, con rendimiento promedio de 4.671 t/ha y 1.14 relación B/C; seguido de los tratamientos (1, 5 y 9) que tienen en común el sistema de cero labranza, rastrojo no removido y densidad de población de 80,000 plantas/ha, con rendimiento promedio de 4.421 t/ha y 0.91 relación B/C y finalmente los tratamientos (2, 6 y 10) que tienen en común el sistema de cero labranza, rastrojo no removido y densidad de población de 60,000 plantas/ha, con rendimiento promedio de 4.137 t/ha y 0.90 relación B/C. Estos 3 grupos de tratamientos sobresalientes tienen en común el sistema de cero labranza; independientemente de los factores o componentes tecnológicos de manejo de rastrojo (dejar y remover) y de la densidad de población (60,000 y 80,000 plantas/ha). En el caso del grupo de tratamientos (3, 7 y 11) lograron la mayor rentabilidad debido a que incluyen la práctica de cero labranza y rastrojo removido, que implica un ingreso por la venta del rastrojo y un ahorro por la no incorporación del mismo.

Los tratamientos (4, 8 y 12) que tienen en común el sistema de labranza mínima, rastrojo removido y la densidad de población de 60,000 plantas/ha, fueron los menos favorecidos, con rendimiento promedio de 3.528 t/ha y 0.83 relación B/C. La diferencia entre este grupo de tratamientos menos favorecidos y los grupos anteriores considerados como sobresalientes, es el sistema de labranza: mínima y cero

respectivamente; independientemente de los factores manejo de rastrojo (dejar y remover) y densidad de población (60,000 y 80,000 plantas/ha). Todo lo anterior, sin considerar el factor rotación de cultivos: maíz-maíz (monocultivo), maíz-sorgo y maíz-cacahuete.

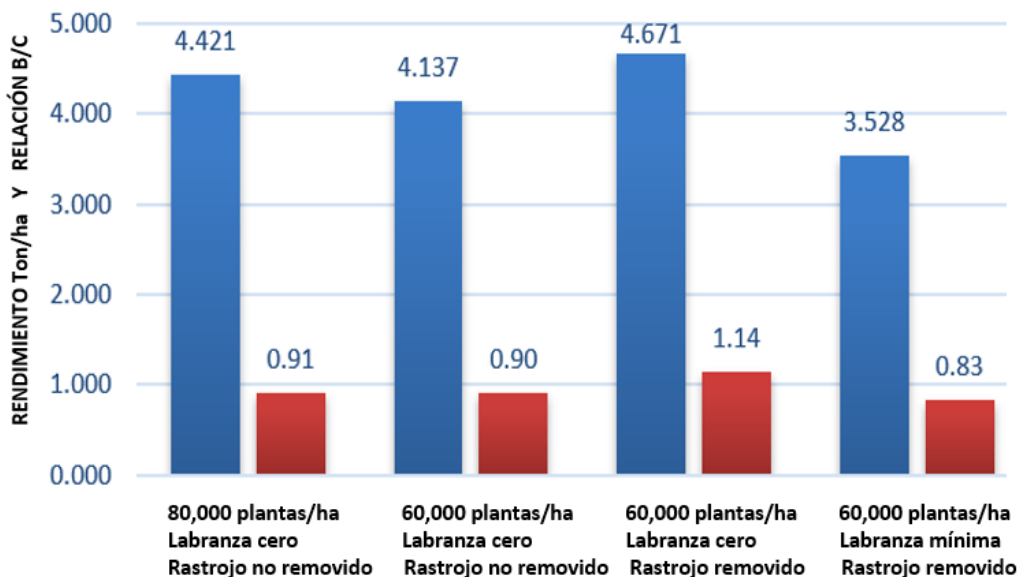


Figura 3. Resultados obtenidos en el cultivo de maíz sin considerar el factor rotación de cultivo.

En figura 4 se muestran los resultados obtenidos considerando solamente el factor manejo de rastrojo; los tratamientos con mayor rendimiento y relación Beneficio/Costo fueron (3, 7 y 11) con rendimiento promedio de 4.671 t/ha y 1.14 relación B/C; esto en comparación con los tratamientos (2, 6 y 10) con rendimiento promedio de 4.137 t/ha y 0.90 relación B/C. Estos 2 grupos de tratamientos tienen en común el sistema de cero labranza y la densidad de población de 60,000 plantas/ha, siendo la diferencia entre ellos el factor manejo de rastrojo: dejar y remover; independientemente del factor rotación de cultivos. En el caso del grupo de tratamientos (3, 7 y 11) lograron la mayor rentabilidad debido a que incluyen la práctica de cero labranza y rastrojo removido, que implica un ingreso por la venta del rastrojo y un ahorro por el no manejo del mismo.

En este ciclo en particular, además de reducirse el rendimiento por escasa y mal distribuida precipitación, también se observaron diferencias en la sanidad de la planta. En el cuadro 1 se observa que en la variable % de plantas enfermas, por Mildiu vellosa, Punta loca o Mildiu sorgo del maíz (al parecer *Sclerophthora macrospora* o *Peronosclerospora sorghi*); se obtuvo un valor máximo y mínimo de 10.1 y 1.2% respectivamente; donde se tuvo un promedio de 7.5% contra 2.6% en aquellos tratamientos que tienen en común el manejo de rastrojo: dejar y retirar, respectivamente; independientemente del factor rotación de cultivo, sistema de labranza y densidad de población.

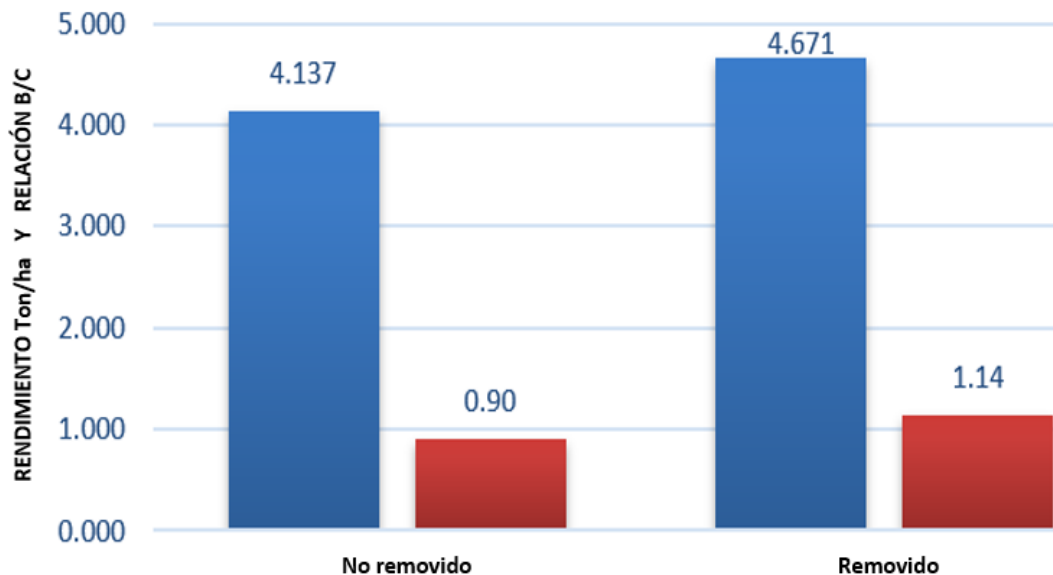


Figura 4. Resultados obtenidos en el cultivo de Maíz considerando solamente el factor manejo de rastrojo.

En el cuadro 1, cuadro 2 y figura 5 se muestran los resultados obtenidos, considerando solamente el factor densidad de población; los tratamientos con mayor rendimiento y relación Beneficio/Costo fueron (1, 5 y 9) 80,000 plantas/ha, con rendimiento promedio de 4.421 t/ha y 0.91 relación B/C; esto en comparación con los tratamientos (2, 6 y 10) 60,000 plantas/ha, con rendimiento promedio de 4.137 t/ha y 0.90 relación B/C. Estos 2 grupos de tratamientos tienen en común el sistema de cero labranza y el manejo de rastrojo no removido, siendo la diferencia entre ellos el factor densidad de población; esto, independientemente del factor rotación de cultivos.

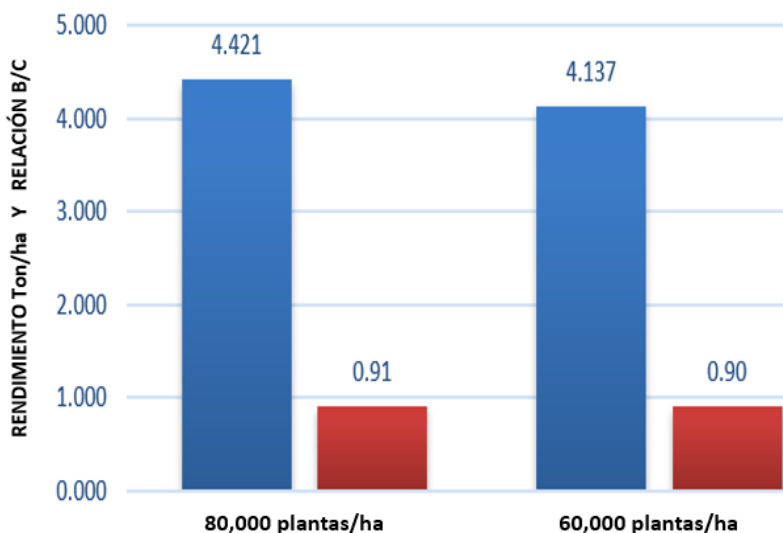


Figura 5. Resultados obtenidos en el cultivo de maíz considerando solamente el factor densidad de población.

En figura 6 se muestran los resultados obtenidos considerando solamente el factor sistemas de labranza: cero y mínima; los tratamientos con mayor rendimiento y relación Beneficio/Costo fueron (3, 7 y 11), cero labranza, con rendimiento promedio de 4.671 t/ha y 1.14 relación B/C; esto, en comparación con los tratamientos (4, 8 y 12) labranza mínima, con rendimiento promedio de 3.528 t/ha y 0.83 relación B/C. Estos 2 grupos de tratamientos tienen en común el manejo de rastrojo removido y densidad de población de 60,000 plantas/ha, siendo la diferencia entre ellos el factor sistema de labranza: cero y mínima; independientemente del factor rotación de cultivos. En el caso del grupo de tratamientos (3, 7 y 11) que implica el sistema de cero labranza, se obtuvo mayor productividad y menor costo de producción (por no uso de maquinaria), logrando de esta manera mayor rentabilidad.

En este ciclo en particular, además de reducirse el rendimiento por escasa y mal distribuida precipitación, también se observaron diferencias en la sanidad de la planta. En el cuadro 1 se observa que en la variable % de plantas enfermas, por Mildiu vellosa, Punta loca o Mildiu sorgo del maíz (al parecer *Sclerophthora macrospora* o *Peronosclerospora sorghi*); se obtuvo un valor máximo y mínimo de 10.1 y 1.2%, respectivamente; donde los tratamientos que incluyeron labranza mínima tuvieron un promedio de 7.0%, contra 2.6% de aquellos tratamientos que tienen en común la cero labranza; independientemente del factor rotación de cultivos, manejo de rastrojo y densidad de población.

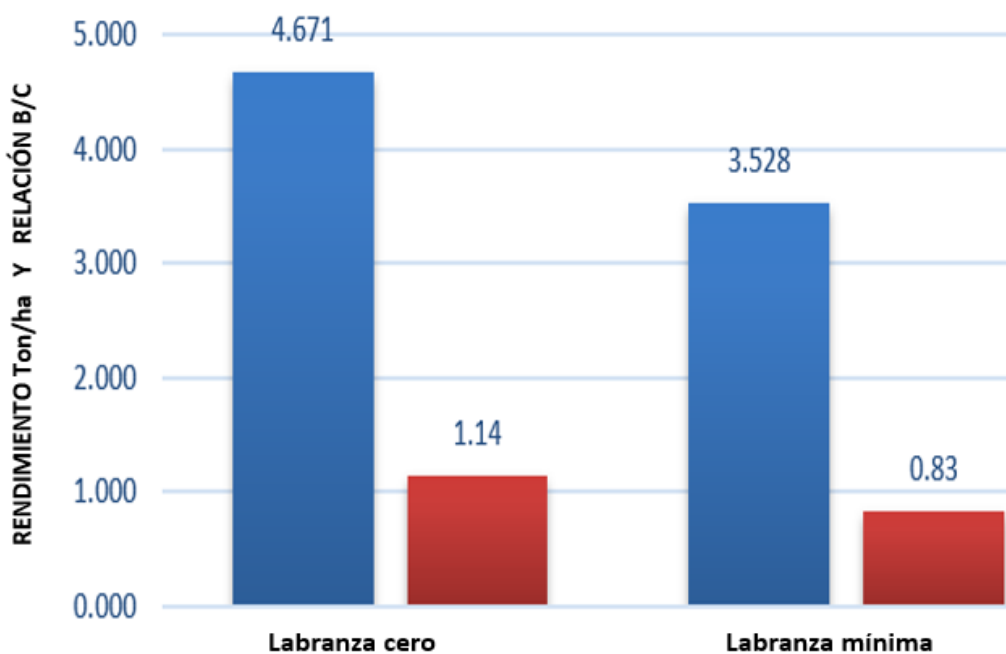


Figura 6. Resultados obtenidos en el cultivo de maíz considerando solamente el factor sistemas de labranza.

### Área de validación

La Agricultura de Conservación (AC) comprende tres componentes básicos:

1. Retención del residuo en la superficie (cobertura del suelo)
2. Movimiento mínimo del suelo (cero labranza o labranza reducida)

### 3. Rotación de cultivos (rotación, asociación, intercalación, relevo ...)

En el estado de Morelos (y también Guerrero, Oaxaca y más) el productor tiene necesidad de utilizar el rastrojo de su cultivo de maíz (u otros), para la alimentación de sus animales de trabajo y/o de traspatio; o bien, para venderlo como forraje. Lo anterior, compite con el componente de la AC en cuanto a “*dejar cobertura del suelo*”; por lo que, atendiendo esta necesidad, se propone el uso de especies fabáceas (leguminosas), como en este caso el cultivo de *Crotalaria*, para utilizarlo ya sea como producción de forraje, para la alimentación de animales (y destinar el rastrojo del maíz como cobertura del suelo); o bien, como producción de abonos verdes, para el mejoramiento del suelo.

El cultivo de *Crotalaria* (*Crotalaria juncea* L.), se considera una alternativa viable para superar el problema de la alimentación de animales de trabajo y/o de traspatio; y a la vez, mantener el suelo agrícola protegido. Con el uso de *crotalaria* se torna más factible impulsar la agricultura sustentable, puesto que, al ser una fuente de forraje de alta calidad, le permitiría al productor dejar el rastrojo del cultivo de maíz como cobertura y mejoramiento del suelo. Las ventajas del cultivo de *crotalaria* son su adaptación en climas cálidos y semicálidos, tolerancia a bajo nivel de humedad en el suelo (sequía), alta capacidad para fijar nitrógeno en el suelo, producción de forraje de alta calidad, excelente capacidad de rebrote, fortalecer la sanidad del suelo al suprimir nematodos, entre otras.

En el área de validación a un costado de la plataforma de investigación, se estableció un lote de validación de tecnología del cultivo de *crotalaria*, con la finalidad de mostrar el manejo agronómico del cultivo para la producción de forraje y semilla, bajo el sistema de labranza mínima.

El manejo agronómico integrado del cultivo se efectuó de la siguiente manera: como preparación del terreno se realizó una labor de desvaradora, una labor de rotavator y el surcado a 80 cm. Se fertilizó con el tratamiento 30-30-30 al momento de la siembra, utilizando sulfato de amonio, superfosfato de calcio simple y cloruro de potasio. La densidad de siembra fue de 20 kg de semilla/ha, equivalente a 600,000 plantas/ha, aproximadamente. Para el control de plagas de suelo se aplicó Velfuran 350 L (carbofuran) en dosis de 3 L/ha, al momento de la siembra. Para el control de maleza se aplicó Prowl 400 (Pendimetalina) en dosis de 4 L/ha, de manera pre emergente. Para el control de hormigas y roedores se aplicó Diazinón en dosis de 1 L/ha, en etapa de plántula.

El lote de validación se dividió en dos partes iguales (tratamientos); en ambas partes se evaluó la producción de semilla y la producción de rastrojo (forraje) en etapa de madurez de la planta. En una de las partes (tratamiento-2) se evaluó la producción de forraje fresco (y materia seca), en etapa de floración, realizando el corte (poda) a 60 cm de altura, lo cual permite el rebrote de la planta para lograr la producción de semilla. La siembra se realizó el 20 de julio de 2018; la floración se registró el 27 de septiembre de 2018; la cosecha de forraje verde (tratamiento-2) se realizó el 02 de octubre de 2018; la floración-2 (tratamiento-2) se registró el 19 de noviembre de 2018; la cosecha-1 de semilla (tratamiento-1) se realizó el 17 de diciembre de 2018; y la cosecha-2 de semilla (tratamiento-2) se realizó el 25 de febrero de 2019.

En el cuadro 3 se muestran las variables agronómicas de días a emergencia, floración y altura de planta. Floración-1 son los días transcurridos desde la siembra hasta el 50% de plantas en esta condición; mientras que Floración-2, para el tratamiento 2, son los días transcurridos desde el corte de forraje verde (en etapa de floración) hasta el 50% de plantas en floración de sus ramas (brotes). Altura-1 de planta es la altura

medida desde el ras del suelo hasta la punta de las plantas en etapa de floración; mientras que Altura-2 de planta es la altura alcanzada hasta la etapa de madurez fisiológica-comercial.

Cuadro 3. Variables agronómicas en la parcela de validación del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, 2018.

No. de Tratamiento	Descripción	Días a emergencia	Días a floración-1	Altura-1 de planta cm	Días a floración-2	Altura-2 de planta cm
1	Sin corte	7	69	276	---	287
2	Con corte	7	69	276	53	215

En el cuadro 4 y figura 7 se registra la producción de forraje verde, del tratamiento 2, en la etapa fenológica de floración realizando el corte a 60 cm de altura, permitiendo el brote de ramas para una segunda producción de biomasa. El rendimiento de forraje verde es en peso fresco al momento del corte. Para calcular el rendimiento de materia seca, se tomó una muestra de plantas frescas y se introdujeron a una estufa de secado a temperatura constante de 60 °C por un período de 72 horas continuas.

El análisis económico de rendimiento (Relación Beneficio/Costo) se basó en la producción de materia seca. Por no disponer de datos sobre el valor del forraje de crotalaria, se tomó como referencia el valor del forraje del cultivo de alfalfa, considerando un precio de \$5,550.00 por tonelada de cosecha en verde (<http://www.economia-sniim.gob.mx/>). El costo de producción se refiere solo a este aprovechamiento (producción de forraje verde).

Cuadro 4. Producción de forraje verde en la parcela de validación del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, 2018.

No. de Tratamiento	Descripción	Rendimiento forraje verde t/ha	Rendimiento materia seca t/ha	Costos de producción \$/ha	Relación Beneficio/Costo
1	Sin corte	---	---	---	---
2	Con corte	41.844	14.456	18,128	4.4

En el cuadro 5 y figura 8 se muestra la producción de forraje en etapa fenológica de madurez fisiológica-comercial, realizando el corte al ras del suelo. El tratamiento 2 del cuadro 5 muestra la producción acumulada de forraje; es decir, la producción de forraje verde en etapa de floración y la producción de forraje en etapa de madurez. El rendimiento de forraje es el peso de la planta con la humedad contenida al momento del corte. Para calcular el rendimiento de materia seca, se tomó una muestra de plantas "frescas" y se introdujeron a una estufa de secado a temperatura constante de 60 °C por un período de 72 horas continuas.

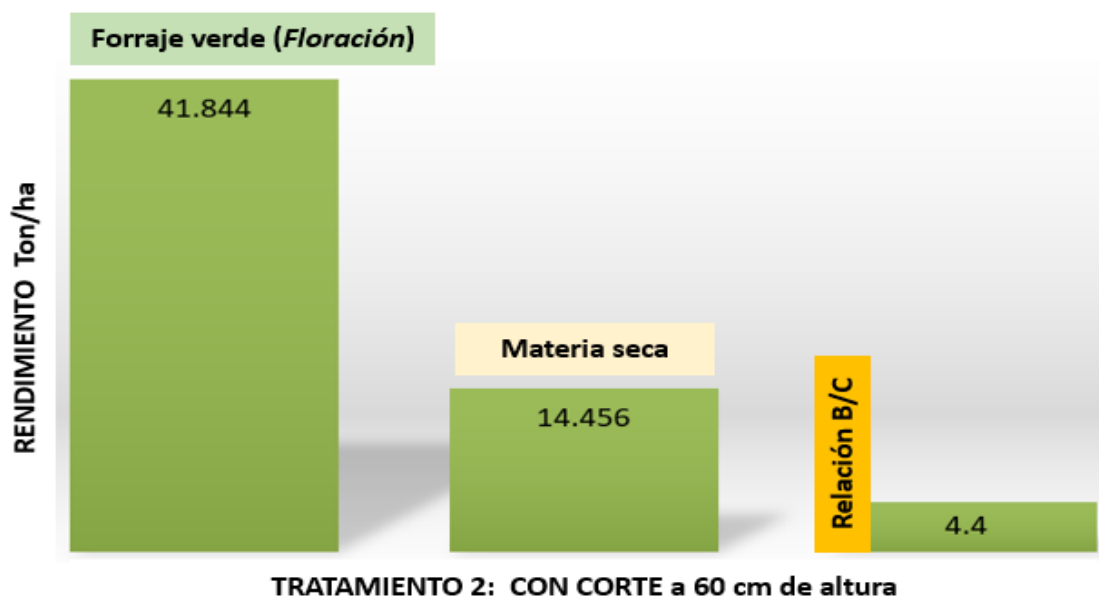


Figura 7. Producción de forraje verde del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, 2018.

En la figura 9 se muestra la producción total de forraje; para el caso del tratamiento 2, es la producción de forraje verde en etapa de floración sumada a la producción de forraje en etapa de madurez. El análisis económico del rendimiento (relación Beneficio/Costo) se basó en la producción de materia seca. Por no disponer de datos sobre el valor del forraje de crotalaria, se tomó como referencia el valor del forraje del cultivo de alfalfa, considerando un precio de \$5,550.00 por tonelada (cosecha en verde) para el caso del tratamiento 2; y un valor de \$2,800.00 por tonelada (cosecha en madurez) para ambos tratamientos. El costo de producción se refiere solo a este aprovechamiento (producción acumulada, total de forraje en madurez).

Cuadro 5. Producción total de forraje en la parcela de validación del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, PV 2018.

No. de Tratamiento	Descripción	Rendimiento forraje en madurez t/ha	Rendimiento materia seca t/ha	Costos de producción \$/ha	Relación Beneficio/Costo
1	Sin corte	36.122	20.758	18,128	3.2
2	Con corte	56.652	21.484	21,128	4.7

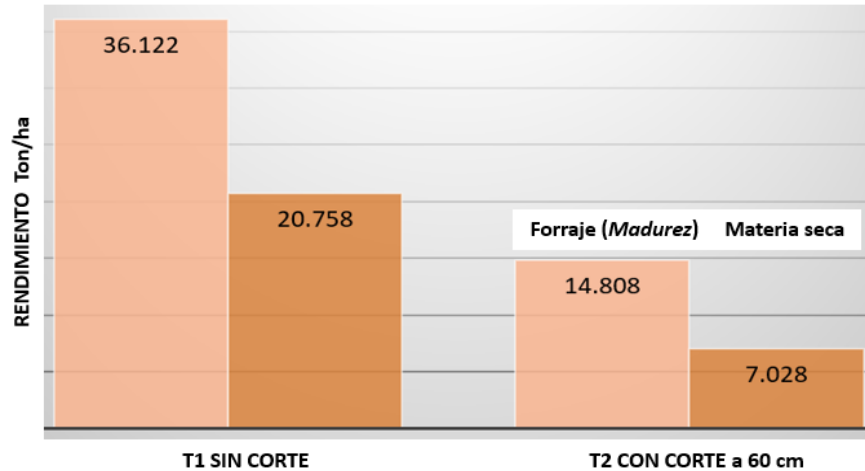


Figura 8. Producción de forraje en madurez del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, PV 2018.

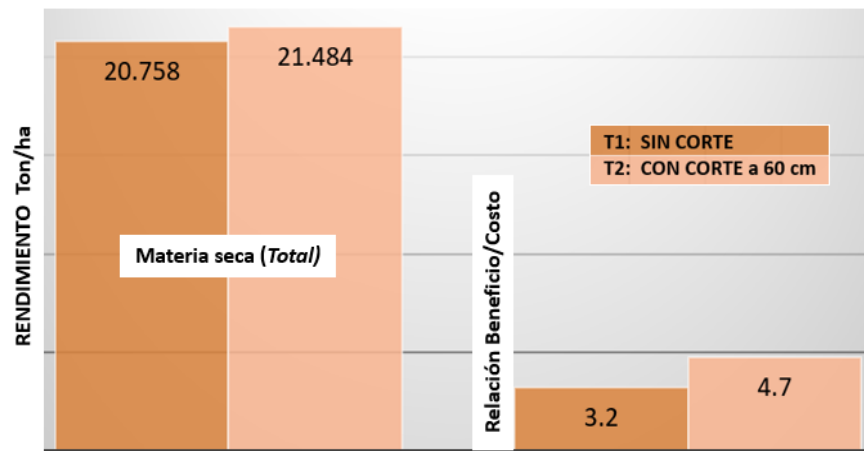


Figura 9. Producción acumulada (total) de forraje del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, PV 2018.

En el cuadro 6 y figura 10 se muestra la producción de semilla de ambos tratamientos en el lote de validación; en el dato del rendimiento se considera un 10 % de humedad de la semilla.

Para el análisis económico del rendimiento (Relación Beneficio/Costo), se tomó como referencia un valor de \$250.00 por kilogramo de semilla; precio referido en 2016 por una empresa ubicada en el estado de Chiapas, actualmente fuera de mercado. En la búsqueda por internet de mayores referencias de precios se encontró este dato muy variable: desde \$7,360.00 hasta \$346,846.00 por kilogramo de semilla de *Crotalaria juncea*, con media de \$109,062.00 de 14 comercializadores en línea. El costo de producción se refiere solo a este aprovechamiento (producción de semilla).



En el cuadro 7 y figura 11 se muestra la producción integral de forraje verde (del tratamiento 2 en etapa de floración) y forraje maduro-seco de ambos tratamientos en etapa de madurez fisiológica-comercial; referida a producción de materia seca; así como a la producción de semilla.

Cuadro 6. Producción de semilla en la parcela de validación del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, PV 2018.

No. de Tratamiento	Descripción	Rendimiento semilla t/ha	Costos de producción \$/ha	Relación Beneficio/Costo
1	Sin corte	3.504	24,878	35.2
2	Con corte	2.646	23,378	28.3

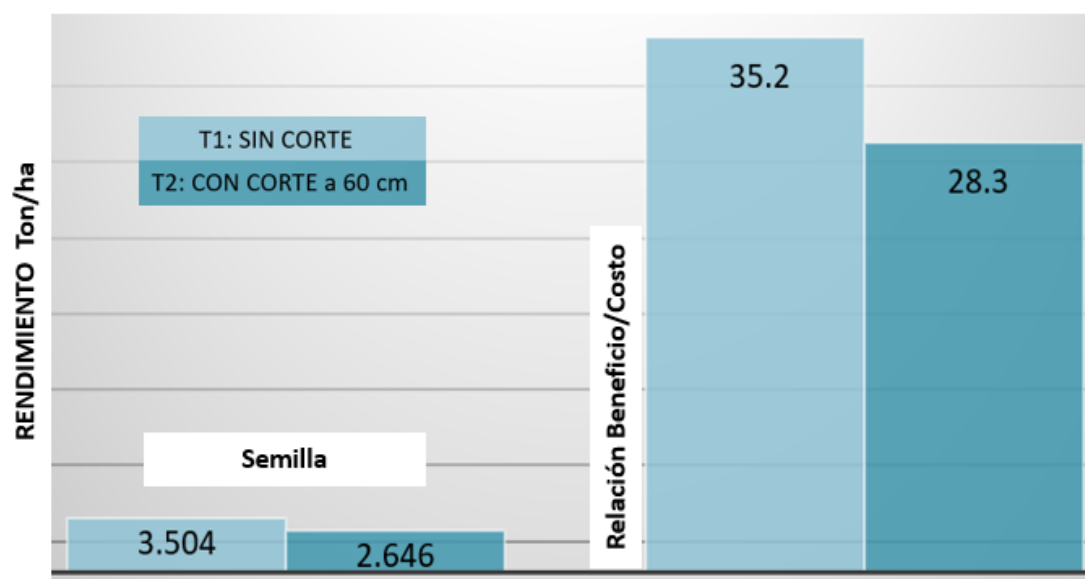


Figura 10. Producción de semilla del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, 2018.

Como se mencionó en su momento, para el análisis económico del rendimiento (relación Beneficio/Costo), se tomó como referencia el valor del forraje del cultivo de alfalfa, considerando un precio de \$5,550.00 por tonelada (cosecha en verde) para el caso del tratamiento 2; y un valor de \$2,800.00 por tonelada (cosecha en madurez) para ambos tratamientos; así como un valor de \$250.00 por kilogramo de semilla. Los costos de producción se refieren al aprovechamiento integral del cultivo, tanto de la producción de forraje verde, forraje maduro; así como de la producción de semilla.

Cuadro 7. Producción integral, forraje y semilla en la parcela de validación del cultivo de Crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, PV 2018.

No. de Tratamiento	Descripción	Rendimiento materia seca t/ha	Rendimiento semilla t/ha	Costos de producción \$/ha	Relación Beneficio/Costo
1	Sin corte	20.758	3.504	27,878	33.5
2	Con corte	21.484	2.646	29,378	25.9

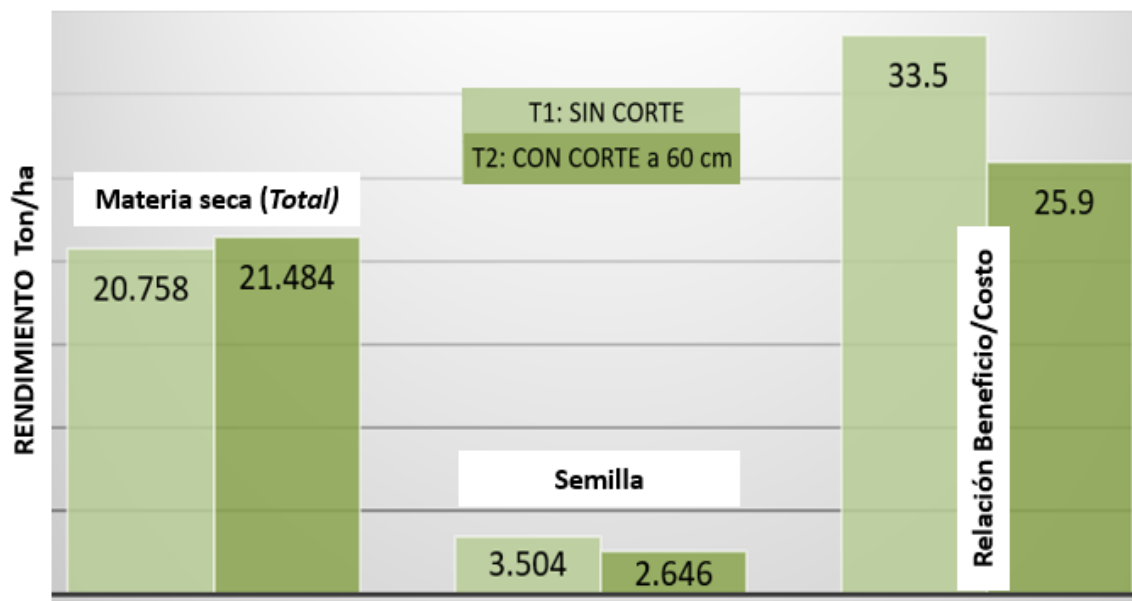


Figura 11. Producción integral (forraje y semilla) del cultivo de crotalaria, en el campo experimental de Zacatepec, Morelos, PV 2018.

### Resumen de capacitaciones a la plataforma

En el marco de la plataforma de investigación se realizaron 3 eventos de transferencia de tecnología, que incluyeron cursos-taller de capacitación y demostraciones de campo, para la producción rentable del cultivo de maíz, en rotación con maíz (monocultivo), sorgo y cacahuete, cultivados en 2017. Los eventos estuvieron dirigidos a personal técnico de SEDAGRO, SAGARPA-INCA RURAL, de la Confederación Nacional del Campo y para el Campo (CONFENACAM); así como a productores agropecuarios de la región. En el ciclo primavera-verano de 2018, para cubrir la asistencia técnica de los cultivos de granos dentro de los Programas de SAGARPA (INCA-RURAL) y SEDAGRO se contrató a un grupo de Prestadores de Servicios Profesionales, quienes han realizado actividades de asistencia técnica y capacitación a través de paquetes tecnológicos en los cultivos de maíz y sorgo; que establecieron y dieron seguimiento técnico a parcelas demostrativas, además de atender a grupos de productores ubicados en sus correspondientes áreas de extensión. Se solicitó al INIFAP, como área técnica-científica de la SAGARPA, que participara con acciones de actualización tecnológica y seguimiento técnico a los Prestadores de Servicios Profesionales, para su desarrollo y fortalecimiento. Los eventos de transferencia de tecnología se realizaron el 01 de junio, 05 de octubre y 26 de noviembre; los temas desarrollados fueron “Manejo Integrado de Plagas (MIP), caso Pulgón Amarillo del Sorgo (PAS), bajo Agricultura de Conservación, en el estado de Morelos.”, “Resultados de la tecnología recomendada para el manejo integrado de Maíz, Sorgo y Cacahuete de temporal, en la plataforma de investigación MASAGRO.”, “Tecnología recomendada para el manejo integrado del cultivo de Maíz, Sorgo y Cacahuete en Agricultura de Conservación”, “CROTALARIA: Resultados y avances de la tecnología generada para el protocolo de manejo agronómico del cultivo”, “Tecnología recomendada para el manejo agroecológico del cultivo de Maíz de temporal en Agricultura de Conservación”, y “Resultados y avances 2012-2017 de la plataforma de investigación de Agricultura Sustentable”; todos ellos con la finalidad de dar a conocer la tecnología recomendada del manejo agronómico integrado para la producción sustentable de maíz, sorgo, cacahuete y crotalaria, bajo condiciones de temporal. Los eventos

incluyeron capacitación en auditorio y recorridos de campo por la plataforma de investigación. La asistencia total de participantes en estos eventos de transferencia de tecnología fueron 127 técnicos (y otros) y 27 productores agropecuarios de la región. En cada uno de estos eventos se distribuyeron publicaciones elaboradas por el programa de maíz del INIFAP-Campo Experimental “Zacatepec”, relacionadas con las recomendaciones del manejo agronómico integrado de la producción de maíz en el estado de Morelos.

Cuadro 8. Asistentes a eventos en la plataforma de Zacatepec, Morelos, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	27	0
Técnicos	84	21
Otros	14	8
<b>Total de asistentes:</b>	<b>125</b>	<b>29</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Se evaluó la interacción de los componentes tecnológicos sistemas de labranza: mínima y cero; densidades de población: 60,000 y 80,000 plantas por hectárea; y manejo de rastrojo: dejar y remover; así como el efecto de la rotación de cultivos: maíz-maíz (monocultivo), maíz-sorgo y maíz-cacahuete; todo esto, en el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal.

Los tratamientos con mayor rendimiento de grano y mayor rentabilidad económica fueron: 9 (M-Cc, CL, D, 80), 11 (M-Cc, CL, R, 60) y 10 (M-Cc, CL, D, 60), que tienen en común la rotación maíz-cacahuete y la práctica del sistema de cero labranza; independientemente del manejo de rastrojo y la densidad de población, con valores de 6.084, 5.784 y 5.549 t/ha, respectivamente.

Los tratamientos con menor rendimiento de grano y menor rentabilidad económica fueron: 4 (M-M, LM, R, 60), 2 (M-M, CL, D, 60) y 1 (M-M, CL, D, 80), que tienen en común la siembra de maíz sobre maíz, año con año (monocultivo); independientemente del sistema de labranza, el manejo de rastrojo y la densidad de población, con valores de 2.455, 2.741 y 3.064 t/ha, respectivamente.

En este tercer ciclo de rotación de cultivos, del establecimiento de la plataforma de investigación, se obtuvieron diferencias estadísticas en el rendimiento; y/o, en la rentabilidad del cultivo:

Al practicar el sistema de rotación maíz-cacahuete o maíz-sorgo, en comparación con el monocultivo (maíz-maíz). Al cultivar bajo el sistema de cero labranza, en comparación con el sistema de labranza mínima. Al cultivar maíz a una densidad de población de 80,000 plantas/ha, en comparación con 60,000 plantas/ha. Al cultivar sobre el rastrojo del cultivo anterior (rastrojo no removido), en comparación con el rastrojo removido.

Con base a lo observado y comentado por los participantes en los eventos de transferencia de tecnología: conjuntando las prácticas del sistema de Agricultura de Conservación, como son la rotación de cultivos maíz-cacahuete o maíz-sorgo, el sistema de labranza cero, la densidad de población de 80,000 plantas por hectárea y cultivando maíz sobre el rastrojo del cultivo anterior, se está en condiciones de obtener mayor rendimiento de grano y menor costo de producción por unidad de superficie; y en consecuencia, mayor rentabilidad del cultivo.



Manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en el estado de Morelos, 01 de junio de 2018.



Tecnología recomendada para la producción sustentable de maíz de temporal, 01 de junio de 2018.



Agricultura Sustentable en plataforma de investigación de Zacatepec, Morelos, 05 de octubre de 2018.



Plataforma de investigación bajo el sistema de Agricultura de Conservación, 05 de octubre de 2018.



Avances del protocolo de manejo agronómico de crotalaria, 05 de octubre de 2018.



Recorrido por área demostrativa de crotalaria, 05 de octubre de 2018.



Agricultura de conservación en cultivos de temporal, 26 de noviembre de 2018.



Recomendaciones para la producción de maíz en agricultura de conservación, 26 de noviembre de 2018.



Manejo agroecológico del pulgón amarillo del sorgo en agricultura de conservación, 26 de noviembre de 2018.



Resultados y avances de la plataforma de investigación en Zacatepec, Mor, 26 de noviembre de 2018.





# HUB PACÍFICO SUR

# San Juan Cotzocón, Oaxaca – PV 2018 – Año cinco

Omar Núñez Peñaloza y Jonatán Villa Alcántara

Unión de Productores Agrícolas y Pecuarios de Cotzocón SPR de RL

## Introducción

El principal objetivo de la plataforma de investigación es “Evaluar tecnologías con base en el sistema de agricultura de conservación, que permitan reducir costos de producción y mejorar la rentabilidad del cultivo de maíz en condiciones de trópico húmedo, para coadyuvar al diseño de sistemas agroalimentario resilientes a los efectos del cambio climático”.

De acuerdo con la SAGARPA-SIAP, en el ciclo agrícola OI y PV 2013, en la región bajo Mixe se establecieron un total de 9,854 has de maíz, destacando San Juan Cotzocón con una superficie de 3,425 has. El rendimiento promedio más bajo, en el ciclo agrícola OI y PV 2013, es de 3.05 y 1.34 t/ha respectivamente, ambos se registran en el municipio de Matías Romero de Avendaño, mientras que el rendimiento más alto es de 5.9 (OI) y 1.75 (PV) t/ha, el primero en San Juan Mazatlán y el segundo en Santiago Yaveo. Es destacable que el rendimiento promedio de ambos ciclos agrícolas es superior a la media estatal.

La región bajo Mixe se caracteriza por ser una región con diversos sistemas agropecuarios como: ganadería bovina de doble propósito y de carne, fruticultura (lima persa, naranja y lichi), cafecultura, granos básicos maíz-frijol, sorgo, apicultura, sandía y chile serrano. Por superficie la ganadería es el sistema más importante, ocupa el 75.38% del territorio regional.

De acuerdo con información del INEGI 2010, la región tiene básicamente una conformación de lomerío (68.28%), el clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano en el 83.15% del territorio, la unidad de suelo predominante es luvisol con el 65.82% del territorio, suelo color café rojizo a consecuencia de la oxidación del fierro y aluminio. Precipitaciones altas provocan lavado de bases junto con el material fino, por lo que son suelos ácidos, predominando el fierro e hidrógeno en el complejo de intercambio.

## Materiales y métodos

Los tratamientos evaluados consisten en una combinación de tres componentes tecnológicos sistemas de labranza, manejo de rastrojo y fertilidad, de esta manera se obtienen 9 tratamientos que se describen a continuación (cuadro 1). Durante el ciclo PV-2018 se evaluaron los siguientes componentes: Prácticas de labranza: En el tratamiento testigo se practica labranza convencional, que consiste en realizar dos pasos de rastra a una profundidad de 20 centímetros. Cero labranza, la siembra se realiza sin efectuar ningún movimiento de suelo, en tratamientos 2 y 3, para los tratamientos 4-9, el sistema de labranza consistió en camas angostas permanentes (0.8 m), con altura de 20 centímetros. Para reformar las camas se utilizan las mariposas o patas de mulas acopladas a una barra porta herramientas (reformadora). Manejo de rastrojo: En los tratamientos 1 y 3 se deja el rastrojo, en el tratamiento 2 se remueve el rastrojo, en los tratamientos de 4-9 el rastrojo se deja como cobertura. Fertilidad: En los tratamientos del 1-6 y 8 se aplicó una dosis de fertilización regional 92-60-00, en los tratamientos 7 y 9 se aplica una dosis en base a los análisis de suelo 146-70-80-10 Zn-3.3 S-4 Mg. Las fuentes de fertilizante empleadas son fosfato diamónico (18-46-00), urea (46-00-00), cloruro de potasio (00-00-60) y NitroMag (27-00-00+6CaO+4MgO).

El predio donde se ubica la plataforma se dedica a la siembra de maíz y ganadería. El suelo tiene un pH de 5.13, moderadamente ácido, con una pendiente menor al 3%, profundidad de 0.87 m, textura franca y densidad aparente de 1.03 g/cm<sup>3</sup>. En los tratamientos 8 y 9 en el PV 2014 se aplicaron 2 toneladas de cal

por hectárea. El diseño experimental son bloques completos al azar con dos repeticiones, consta de nueve tratamientos de 153.6 m<sup>2</sup> cada uno (cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos de la plataforma de investigación en San Juan Cotzocón, Oaxaca.

No. de trat.	Abreviación	Relevo	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Fertilidad
T1 <sup>1</sup>	LC, D, F1	Descanso	LC	Dejar	69-60-00 + 12.66CaO+8.44MgO
T2	CL, R, F1	Descanso	CL	Remover	69-60-00+ 12.66CaO+8.44MgO
T3	CL, D, F1	Descanso	CL	Dejar	69-60-00+ 12.66CaO+8.44MgO
T4	CP, D, F1	Descanso	CP	Dejar	69-60-00+ 12.66CaO+8.44MgO
T5	M-Mu, CP, D, F1	Mucuna	CP	Dejar	69-60-00+ 12.66CaO+8.44MgO
T6	M-F, CP, D, F1	Frijol	CP	Dejar	69-60-00+ 12.66CaO+8.44MgO
T7	M-Cr, CP, D, F2	Crotalaria	CP	Dejar	146-70-80 +26.4CaO+71.6MgO
T8*	M-Cn, CP, D, F2	Canavalia	CP	Dejar	146-70-80 +26.4CaO+71.6MgO
T9*	M-Mu, CP, D, F2	Mucuna	CP	Dejar	146-70-80 +26.4CaO+71.6MgO

Abreviaturas: M=maíz, Mu=mucuna, F=frijol, CR=crotalaria, Cn=canavalia, LC=labranza convencional, CL=cero labranza, CP=camas permanentes angostas, DP=dejar residuo y pastorear, R=remover residuos y D=Dejar residuos.

Notas:

\* En el tratamiento T8 y T9, durante el ciclo PV-2014, se aplicó cal dolomita con una dosis de 2 t/ha.

<sup>1</sup> Práctica convencional en la región.

Aclaratoria: Durante el ciclo PV se siembra el maíz, para la rotación se siembra en OI.

### **Resumen del ciclo del reporte**

Durante este ciclo agrícola se presentaron serias dificultades para el manejo de malezas, para lograr el establecimiento fue necesario realizar al menos tres aplicaciones de glifosato, aún con estas aplicaciones se observó incidencia de malezas en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

### **Manejo de la plataforma**

El 23 de junio se realizó la primera aplicación de herbicida, repitiendo el control el 30 de junio y el 09 de septiembre, estas acciones se realizaron en todos los tratamientos de la plataforma. La preparación del terreno para la siembra (reformación de camas y rastreo), se realizaron el 06 de febrero y el 10 de julio, respectivamente. La siembra se realizó el día 10 de julio utilizando el material P8042W, para esta actividad se empleó una sembradora neumática de 4 unidades de siembra, la semilla fue tratada con Tiodicarb. La siembra fue a hilera sencilla, con una distancia entre surcos de 80 cm y 20 cm entre planta y planta, para alcanzar una densidad de 62,500 semillas por hectárea. Posterior a la siembra se realizó 1 control de malezas. El control de malezas fue químico: 15 días antes de la siembra se realizó una primera aplicación de glifosato (3 l/ha) + 2,4-D Amina (2 l/ha) y en post emergencia Glufosinato de amonio (2 l/ha). La aplicación del glifosato se realizó antes de la siembra cuando la maleza estuvo en pleno crecimiento y

cuando había suficiente humedad en el suelo. En todo momento se aplicará adherente en dosis de 1 ml/l de agua para un mejor control de la maleza. La fertilización química al suelo se realizó en tres momentos, todas fueron de manera manual. Se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes químicos de manera foliar para corregir deficiencias nutricionales de boro y zinc que mostraba el cultivo.

Para el manejo de plagas, principalmente gusano cogollero, una semana antes de la siembra se instaló una feromona específica para el adulto de gusano cogollero, posteriormente se realizaron dos aplicaciones de insecticida biorracional para el control del gusano, cuando su incidencia superó el 15%. La cosecha fue manual, realizando el despegue, pelado y desgrane.

## Resultados

Respecto al rendimiento del cultivo de maíz para el ciclo PV 2018, los tratamientos con camas permanentes angostas son mejores 6.98 t/ha (MMu-CP-D-F1), el tratamiento con menor rendimiento fue M-CL-R-F1 con 5.58 t/ha, es decir que las camas permanentes lograron un incremento en el rendimiento de más de 1 tonelada. El tratamiento testigo M-LC-P-F1 tiene un rendimiento de 6.07 t/ha. Para el caso de los tratamientos donde sea aplicó cal agrícola en el año 2014, no obtuvieron los mejores rendimientos, posiblemente se debe a que el efecto de la cal ya se perdió por las intensas lluvias que prevalecen en la región, excepto el tratamiento 9 (figura 1).

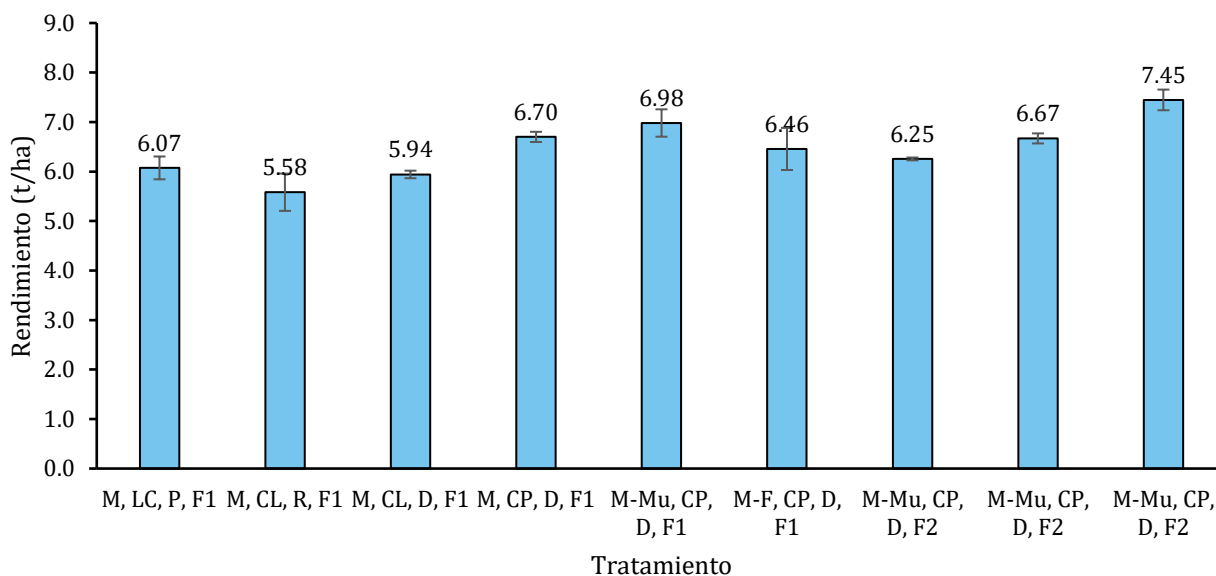


Figura 1. Rendimiento del cultivo de maíz a 14% de humedad, PV 2018.

De acuerdo con Govaerts y Sayre 2007, *en los sistemas agrícolas con riego (al menos en zonas tropicales, semi-tropicales, cálidas y templadas), el agua parece “eliminar o posponer” la expresión de la degradación de muchas propiedades del suelo asociadas con la quema continua de residuos*, que en nuestro caso es eliminación de residuos. Es necesario continuar estudiando los efectos de la AC en regiones con abundante precipitación, ya que de acuerdo a la revisión de casos realizada por Pittelkow (2014), los rendimientos disminuyen independiente de los principios que se practiquen.

Respecto a los costos de producción es evidente que realizar la siembra directa y la siembra en camas permanentes angostas es más económico que la siembra en el sistema convencional, el ahorro por hectárea es de \$2,400.00 y \$1,900.00, respectivamente (figura 2).

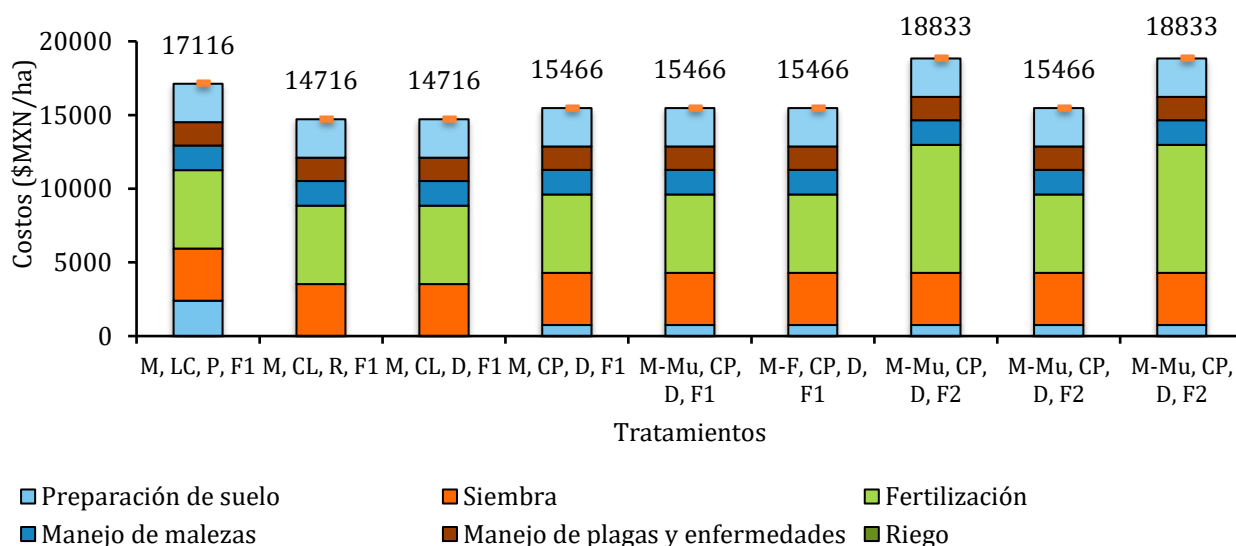


Figura 2. Estructura de costos de producción de tratamientos en la plataforma San Juan Cotzocón.

La mejor rentabilidad del cultivo se logró en el sistema de camas permanentes angostas, con fertilización regional (1.58), la menor rentabilidad se tiene en el sistema MMu, CP, D, F2 (1.16) (figura 3).

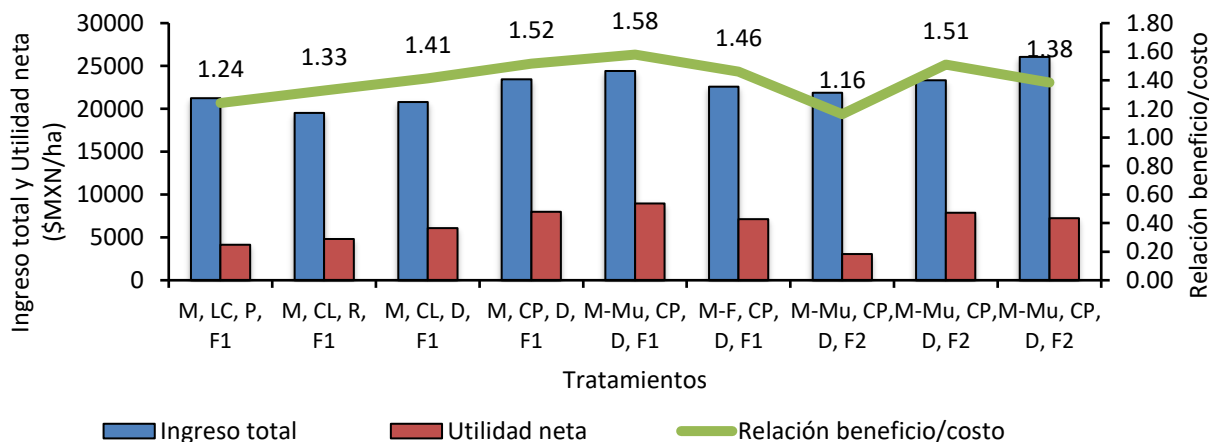


Figura 3. Análisis de rentabilidad de tratamientos en plataforma San Juan Cotzocón.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Durante el año 2018 se realizaron dos eventos demostrativos en la plataforma, el día 17 de agosto y el 16 de octubre, la visitaron productores, técnicos y funcionarios.

Cuadro 2. Resumen de asistentes a eventos en la plataforma San Juan Cotzocón, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres	Total
Productores	-	-	329
Técnicos	-	-	30
Otros	-	-	58
<b>Total de asistentes</b>	<b>281</b>	<b>136</b>	<b>417</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Los tratamientos con mejores rendimientos fueron en camas permanentes, las siembras en plano no pasan la barrera de 5.94 t/ha y en camas permanentes se logran 7.45 t/ha con fertilización integral y 6.98 t/ha con fertilización regional. La inversión del primer año por enmiendas (cal y camas permanentes), no se recupera en el primer año de cultivo. Adicionar fertilizante en base a los análisis de suelo no garantiza mayor rendimiento, si antes no se corrigen los desequilibrios del suelo. Se ha observado menor incidencia de malezas en los tratamientos donde se aplicó cal. Las camas permanentes ofrecen una oportunidad de mejora en el rendimiento comparado con siembras en plano. Los efectos de una nutrición balanceada no son tan visibles, posiblemente por la abundante lluvia e ineficiencias en la aplicación de los mismos.



Siembra de tratamiento en camas angostas permanentes, plataforma San Juan Cotzocón, 16 de julio de 2018.



Visita de seguimiento del responsable de plataformas, 06 de agosto de 2018.



Cultivo espigando plataforma San Juan Cotzocón, 04 de septiembre de 2018.



Proceso de secado en campo plataforma San Juan Cotzocón, 24 de octubre de 2018.



Establecimiento de cultivos en relevo plataforma de investigación San Juan Cotzocón, 19 de noviembre de 2018.





Emergencia de canavalia plataforma de investigación San Juan Cotzocón, 27 de noviembre de 2018.

# Tamazulapam del Espíritu santo, Oaxaca – PV 2018 – Año cinco

Columba Silva Avendaño y Zenaida Pérez Martínez  
Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas SC

## Introducción

La plataforma de investigación es una parcela de prueba de tecnologías de Agricultura de Conservación en el marco del programa de Mejoramiento Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), que conducen la SADER y el CIMMYT en el Estado de Oaxaca. Se localiza en el paraje puente ardilla del municipio de Tamazulapam del Espíritu Santo, en la región Mixe en el estado de Oaxaca, a 1878 m de altitud y 30% de pendiente. El clima del territorio es templado subhúmedo con lluvias en verano y nublados en gran parte del año, la temperatura de mayo a octubre tiene una mínima de 12°C y una máxima de 24°C, la temperatura media anual es de 18°C. La precipitación anual es de 1,000 a 1,200 milímetros con frecuente nubosidad en el año. El suelo es del orden acrisol, de reacción ácida, color rojo por la presencia de arcillas, profundidad de 20 a 30 cm. El sistema de producción en la región Mixe de Oaxaca, es milpa-jornaleo-servicios, donde en época de temporal los campesinos se dedican a la siembra de milpa con rendimientos de 1.1 t/ha, insuficientes para su consumo, combinando sus actividades con el jornaleo y venta de su mano de obra para la generación de ingresos. Son terrenos en laderas con erosiones hídricas altas y baja fertilidad. Los tratamientos considerados son: labranza mínima y convencional, uso de rastrojo parcial y sin rastrojo, rotación de cultivo contra descanso convencional, fertilidad en uso dosis de fertilización adecuada en momentos adecuados.

## *Resumen de la historia de la plataforma*

La parcela inició con el sistema MIAF en el 2005, se cultivó milpa dos años y descansó cinco, siendo hasta el 2014 que la Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas SC en coordinación con el grupo de productoras de mujeres campesinas de Tamazulapam, iniciaron la investigación sobre Agricultura de Conservación en la región Mixe, con la finalidad de desarrollar, perfeccionar y difundir técnicas de agricultura de conservación como base para sistemas sustentables de producción de maíz en zonas agroecológicas de laderas. En el ciclo PV 2014, se estableció la plataforma de investigación con Agricultura de Conservación (año 0) toda la parcela fue arada y se establecieron los tratamientos de fertilidad. En el ciclo PV 2015 (año 1) se continuó con los tratamientos en el marco de la AC y se realizó la enmienda de cal (4 t/ha) en el tratamiento 5 con el fin de mejorar la asimilación de nutrientes por ser suelos ácidos según análisis de suelo. En el ciclo PV 2016 entró en descanso el testigo y el tratamiento 3 de cero labranza. El tratamiento 2 de labranza entra en rotación con leguminosa, así como los tratamientos 4 y 5 de cero labranza. El objetivo de la leguminosa es favorecer las condiciones sanitarias del suelo, la fijación de nitrógeno y obtener un producto comercial. En el ciclo PV 2017 se repitió el tratamiento de rotación con leguminosas contra el descanso convencional al haber problemas sociales en la comunidad, aunado a ello la falta de lluvia en el temporal se atrasó la fecha de siembra de maíz y para no perder el ciclo se optó por cultivar haba. Para el ciclo PV 2018 se cultiva milpa y se vuelve aplicar la cal dolomita como segunda ocasión en el tratamiento 5 a razón de 4 t/ha.

## Materiales y métodos

Son evaluados 5 tratamientos los cuales tienen dos distintos manejos del suelo, donde el tratamiento 1 y 2 presentan roturación manual con azadón y sin cobertura, la fertilidad del suelo es explorada a partir de la tecnología del productor (tratamiento 1) que consiste en la aplicación 80 kg de N (sulfato de amonio) y el tratamiento 2 con fórmula química (120-90-80), los tratamientos 3, 4 y 5 se estudia la no labranza, la cobertura con rastrojo y el efecto de fertilización (120-90-80) tratamiento 5 llevo una aplicación de 4 t/ha de cal. Los tratamientos 1 y 3 son sometidos a descanso convencional (sin cultivo) después de dos años de uso y los tratamientos de 2, 4 y 5 son sembrados con una leguminosa en rotación, de éstos se retira el 50% del rastrojo para ser usado como filtro en las hileras de durazno. El diseño es de bloques al azar con tres repeticiones, con cada parcela parte aguas arriba y parte aguas debajo de una franja de árboles de durazno.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, PV 2018.

No	Abreviación	Rotación	Practica de labranza	Manejo de rastrojo	Fertilidad
1	MD,LC,R,F1	Milpa 2 años, descanso 1	Labranza convencional	Remover	80-00-00
2	ML,LC,R,F2	Milpa 2 años, leguminosa 1	Labranza convencional	Remover	120-90-00
3	MD,CL,P,F2	Milpa 2 años, descanso 1	Labranza cero	Parcial 50%	120-90-00
4	ML,CL,P,F2	Milpa 2 años, leguminosa 1	Labranza cero	Parcial 50%	120-90-00
5	ML,CL,P,F2,Ca	Milpa 2 años, leguminosa 1	Labranza cero	Parcial 50%	120-90-00, 4,000 cal
6	Durazno	N/A	N/A	Filtro de escurrimiento	90-90-90

\*Testigo. Abreviaciones: MD= Milpa descanso, ML= Milpa leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00, F2= 120-90-00 y Ca= Cal dolomita 4t/ha.

### **Manejo de la plataforma**

La plataforma fue sembrada con semilla de maíz blanco criollo usado por el productor y adaptado a la región, con frijol de enredadera y chilacayote. Los fertilizantes usados fueron superfosfato de calcio triple y urea. Se usaron los herramientas del productor: machete, pala, coa y mochila aspersora.

### **Condiciones climáticas**

El temporal no se estableció en tiempo, sin embargo hubo lluvias escasas que dejaron suficiente humedad en el suelo y se programó la siembra el 09 de mayo, sin embargo, por la tarde del día de la siembra llovió muy fuerte que provoco compactación en algunos tratamientos. Se esperó a la germinación para poder resembrar. Según los productores no fue un año normal de lluvia ya que llovió fuerte en el mes de octubre cuando ya se esperaba poca lluvia y provoco que se presentara hongos en las mazorcas. Al no haber alguna estación meteorológica en la región se tomaron datos de lluvia semeando un pluviómetro, a continuación, se muestran los datos tomados en el municipio de Santa María Tlahuitoltepec (figura 1).

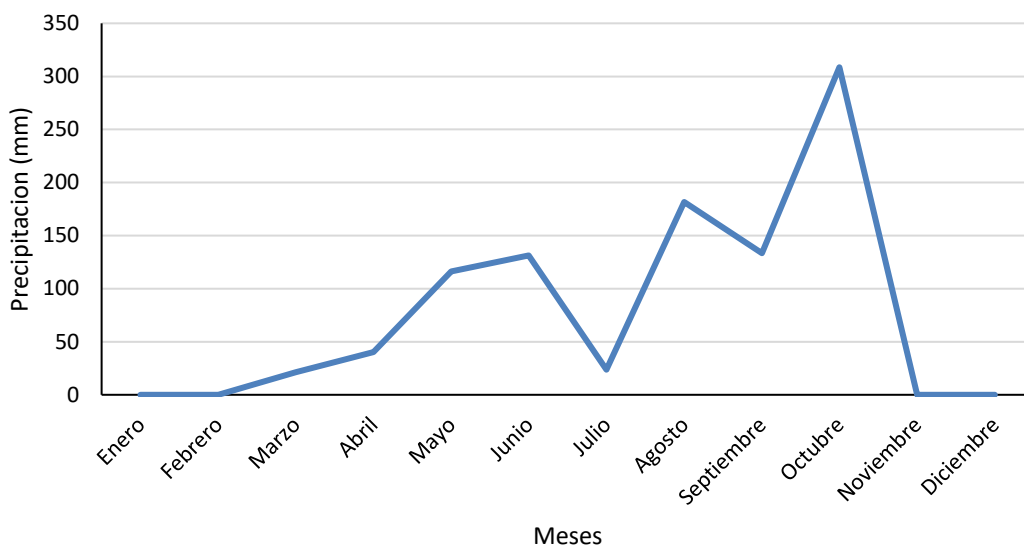


Figura 1. Precipitación en Santa María Tlahuitoltepec, Oaxaca. Datos propios AMDSL SC, 2018.

Cabe mencionar que se está analizando la plataforma como parcela MIAF donde el 57 % de la superficie es ocupada por el maíz y el 43 % por los frutales, los cálculos de insumos y mano de obra son de acuerdo a la superficie que ocupa cada componente.

Acondicionamiento del terreno en cultivo milpa. Aplicación de cal dolomita a razón de 4 kg/ha al tratamiento 5 con sus 3 repeticiones donde se incorpora al suelo con la remoción en el mes de abril, un mes antes de la siembra. En el mes de abril se realizó la remoción en tratamientos con labranza y en tratamientos con mínima labranza solo se limpia la maleza. La siembra se realizó el 9 de mayo de manera manual con coa, el maíz en testigo se siembra 5 semillas por golpe a distancia de 1 x 1 m y en tratamientos 2, 3, 4 y 5 fueron 2 semillas por golpe y 0.5 x 0.8 m, el frijol y la calabaza se siembra al azar. La fertilización se realizó a la siembra en tratamientos 2, 3, 4 y 5, todo el fósforo con la dosis de 68.4-67.5-00 como fuente el superfosfato de calcio triple y urea. En la v6 se realizó la segunda fertilización todo el nitrógeno, en testigo se aplicó nitrógeno con sulfato de amonio. El control de malezas fue de forma manual eliminando malezas con pala y azadón, principalmente de hoja ancha presentes en la plataforma. Se realizaron dos deshierbes a finales de junio y el otro a principios de julio coincidiendo con la fertilización, en el testigo y tratamiento 2 se realizó el arrime de tierra. Cabe mencionar que para el productor es muy difícil realizar el deshierbe cuando la maleza no ha pasado los 10 cm de altura, el prefiere más grande. La cosecha de maíz se realizó de manera manual quitando la mazorca limpia y guardándola en costales para su acarreo en el mes de noviembre, al igual que el frijol de enredadera junto con el maíz, se cosechó la vaina para después secarla y trillarla. Los chilacayotes se cosecharon en el mes de febrero del siguiente año.

Manejo en los frutales, se realizan dos deshierbes uno en el mes de junio que coincide con la fertilización y el otro en septiembre. La dosis de fertilizante a aplicar es la 90-90-90 g/árbol, como fuente el triple 17 a razón de 0.520 kg/árbol. En el mes de enero se ha realizado la aplicación de caldo bordelés para la prevención de *monililla* y otras enfermedades. En la poda, en el mes de enero se eliminaron ramas viejas o que estaban mal insertadas, que no dejaban pasar luz y para estimular crecimientos de un año que serán las próximas ramillas fructíferas. Los duraznos inician a madurar desde el mes de abril y se va cosechando de manera escalonada conforme estén maduros los frutos. La ventaja en estas variedades es que la

producción está en época que aún no hay durazno en el mercado regional, ya que el durazno criollo inicia en el mes de junio que coincide con las lluvias y tiende a pudrirse.

## Resultados

Los datos fueron analizados como parcela MIAF donde la milpa ocupa el 57 % de la superficie y el frutal el 43%. De los 5 tratamientos evaluados en la plataforma hubo variaciones de rendimiento grano de maíz que van de 1.01 a 2.42 t/ha (figura 2), en tratamientos 1 y 4 respectivamente. Después de dos años con cultivo de leguminosas y descanso en tratamientos correspondientes tenemos que los tratamientos que tuvieron leguminosas sus rendimientos fueron mejores y van de los 2.08 a 2.42 t/ha con respecto a los tratamientos en descanso. El tratamiento testigo fue el de menor rendimiento con 1.01 t/ha en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento 5 con cal dolomita no presenta algún efecto sobre rendimiento en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento 2 fue el de mayor producción de biomasa con 3.4 t/ha y el de menor producción es el 1 (testigo) con 1.4 t/ha, se produce entonces suficiente biomasa para la cobertura que el suelo necesita.

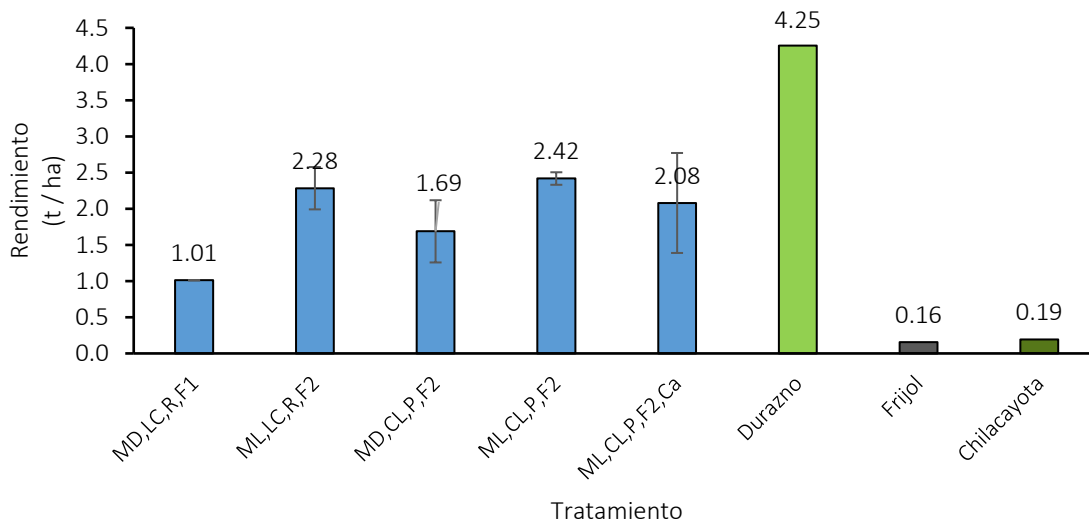


Figura 2. Rendimiento de maíz en dos tipos de labranza. Plataforma Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca. Abreviaciones: MD= Milpa descanso, ML= Milpa leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remove, P= Parcial, F1= 80-00-00, F2= 120-90-00 y Ca= Cal dolomita 4 t/ha.

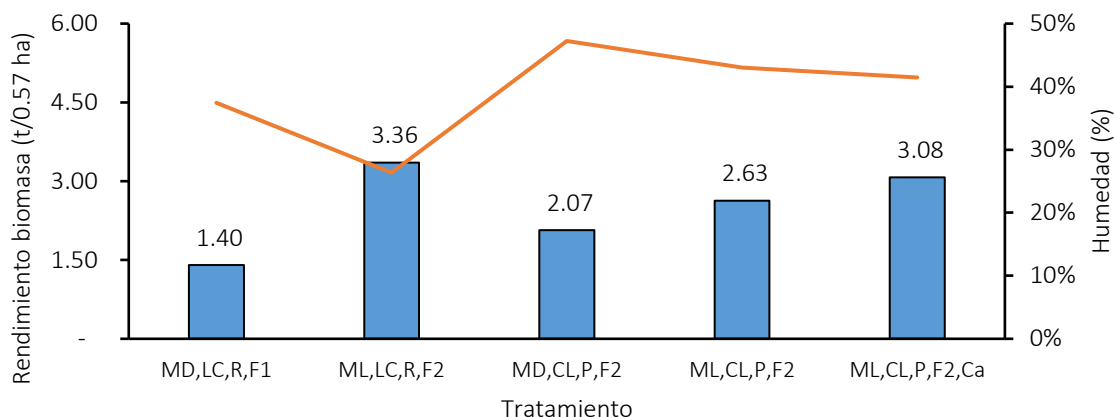


Figura 3. Rendimiento de biomasa en plataforma Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca. Abreviaciones: MD= Milpa descanso, ML= Milpa leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00, F2= 120-90-00 y Ca= Cal dolomita 4 t/ha.

La fertilización es una actividad de mayor inversión por la compra de los fertilizantes químicos (figura 4). El resto de la inversión es en mano de obra que en este proyecto se contabiliza, aunque no es remunerada a los productores, la mano de obra es familiar.

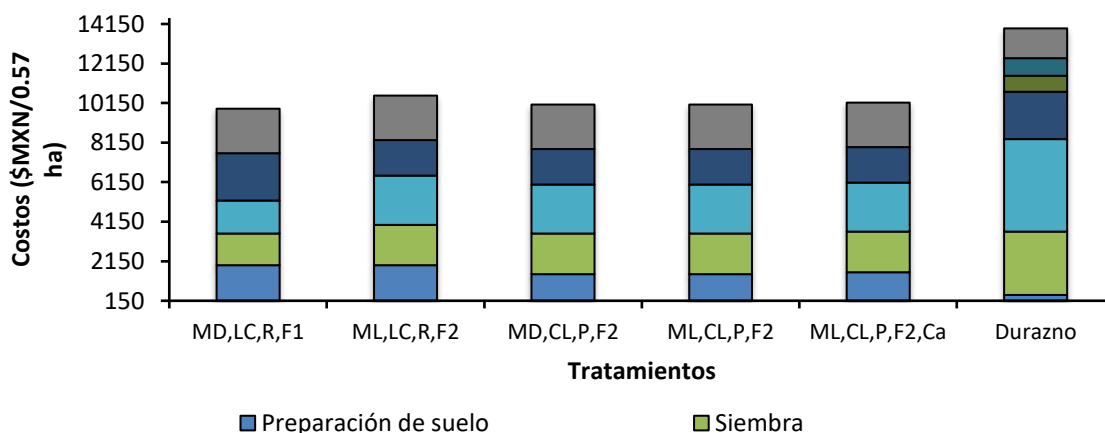


Figura 4. Costos de producción en la plataforma Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca. Abreviaciones: MD= Milpa descanso, ML= Milpa leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00, F2= 120-90-00 y Ca= Cal dolomita 4 t/ha.

Al analizar la plataforma como sistema MIAF se obtienen ganancias positivas, así como utilidades, el frutal juega un papel muy importante al generar economía. Ya que por cada peso invertido obtienen de ganancia al menos 1.58.

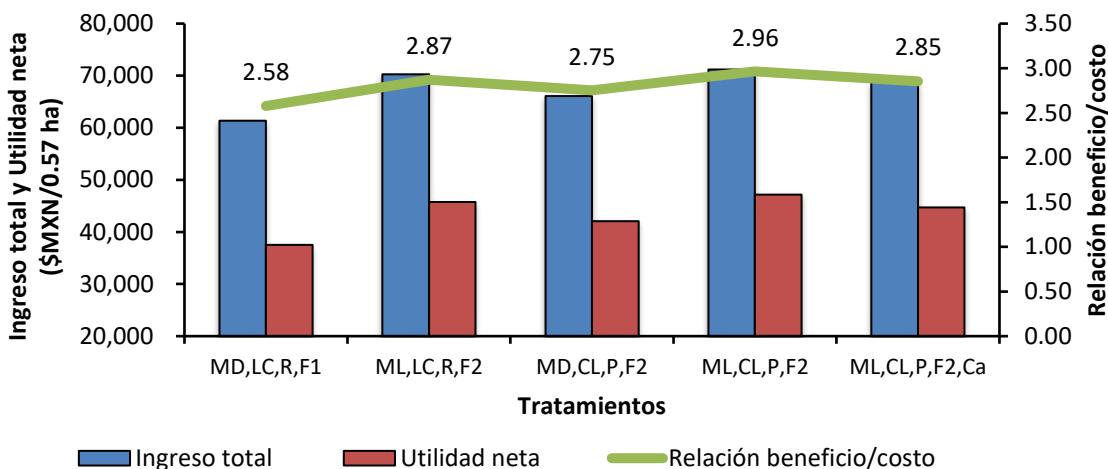


Figura 5. Análisis económico la plataforma Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca. Abreviaciones: MD= Milpa descanso, ML= Milpa leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00, F2= 120-90-00 y Ca= Cal dolomita 4 t/ha.

### Erosión

Existe diferencia de movimiento de suelo en tratamientos sin cobertura y labranza que va de 56.83 a 100.8 t/ha, comparado con los de mínimo movimiento de suelo y cobertura que en promedio se mueve 47 t/ha. Considerando la pendiente del 30% con lluvias torrenciales la cobertura nos ayuda a disminuir los efectos de esta protegiendo al suelo. Cabe mencionar que esta parcela MIAF ya tiene terrazas que se formaron bajo esta metodología y esto ha contribuido a disminuir el efecto de los escurrimientos, lo que resultó incorporación de suelo de terrenos aguas arriba.

Cuadro 2. Erosión estimada en los 5 tratamientos.

No Trat.	Abreviatura	Suelo removido (t/ha/año)
1	MD,LC,R,F1	100.8
2	ML,LC,R,F2	56.83
3	MD,CL,P,F2	-52.5
4	ML,CL,P,F2	43.75
5	ML,CL,P,F2,Ca	45.42

### Área de validación frijol RB200

Es una especie de frijol de mata que se evaluó en el clima templado frío, en una superficie de 115.2 m<sup>2</sup>. Se sembró el día 9 de mayo de 2018, se removió el suelo para poder sembrar. El arreglo topológico fue de 25 cm entre matas, 80 cm entre surco y 3 semillas por mata. La fertilización se hizo al momento de la siembra aplicando todo el fósforo, se ocupó como fuente de fertilización DAP, dosis 18-46-00. Se eliminó la maleza manualmente el día 6 de julio. Al momento de la siembra se aplicó el semevin a la semilla, para el control de plagas. Los datos que se tomaron fueron: fecha de siembra 9 de mayo; emergencia 15 de mayo; floración 30 de junio; madurez 15 de agosto y secado 30 de septiembre.

El rendimiento estimado fue de 1 t/ha, es el primer ciclo de evaluación y se vio favorecido por la baja precipitación ya que coincide con fechas de alta humedad que es en los meses de agosto y septiembre la producción de ejotes y es muy común que se pudran las vainas y se enfermen las plantas.

### **Resumen de capacitaciones en la plataforma**

Hubo dos eventos de día de campo en la plataforma donde el objetivo principal fue mostrar las tecnologías que se investigan, así como su resultado para la divulgación entre productores y se tenga impactos positivos. Dentro de la problemática atendida son los bajos rendimientos a causa de la pobre fertilidad del suelo aunado a ello la erosión que con las tecnologías y prácticas realizadas, se puede tener un efecto positivo. También se abarcó el tema de selección masal ya que, al trabajar con maíces criollos de la región, los productores no tienen cuidado en la selección de su semilla para la cosecha. Los asistentes provienen de las comunidades de Nejapa, Santa Ana del municipio de Santa María Tlahuitoltepec y de Santa Rosa, municipio de Tamazulapam de Espíritu Santo.

Cuadro 3. Asistentes a eventos en la plataforma de Tamazulapam del espíritu Santo

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	10	17
Técnicos	0	0
Otros	7	6
Total de asistentes	17	23

### **Conclusiones de resultados e implicaciones para productores**

Las leguminosas en rotación son una fuente de nitrógeno para el cultivo de milpa, se ha visto mayores rendimientos, los productores lo pueden aplicar con cultivos de invierno. La cobertura vegetal protege al suelo de las lluvias torrenciales y disminuye el movimiento del suelo o erosión.





Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, incorporación de cal dolomita, 12 de mayo de 2018.



Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, siembra de la milpa, 09 de mayo de 2018.



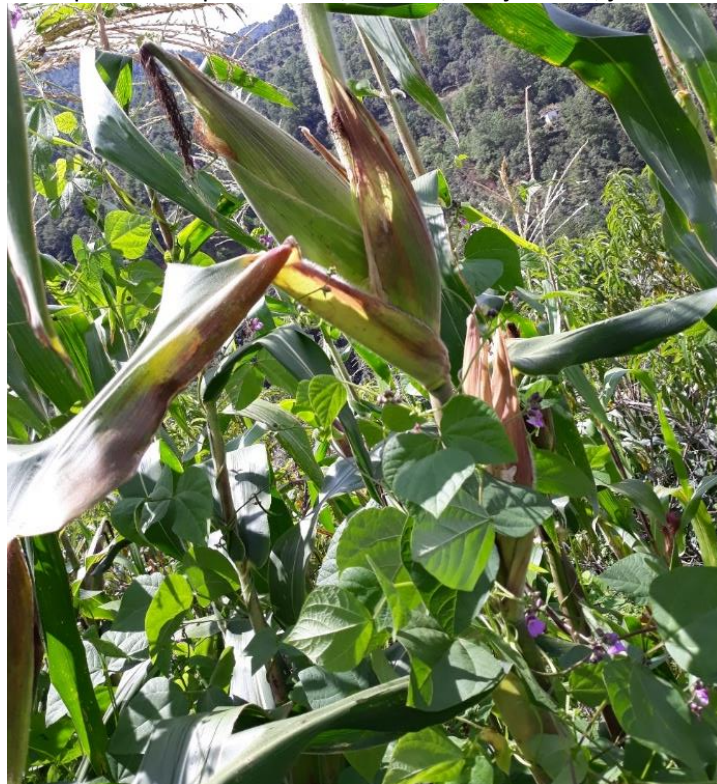
Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, primera limpia, 29 de junio de 2018.



Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, monitoreos de plagas, 21 de julio de 2018.



Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, franja MIAF, julio de 2018.



Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, desarrollo del cultivo en estado de elote, 08 de octubre de 2018.



Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, cosecha de maíz, 23 de noviembre de 2018.



Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, cultivo de frijol RB200 en área de validación, 21 de julio de 2018.

# Santa María Teopoxco, Oaxaca – PV 2018 – Año cuatro

Columba Silva Avendaño y Fernando García Dávila  
Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas SC

## Introducción

La plataforma de investigación en Santa María Teopoxco, Oaxaca se ubica en la localidad de San Nicolás del municipio de Santa María Teopoxco en la región Mazateca Alta al norte del estado de Oaxaca, a una altura de 2,036 msnm. El clima de primavera y verano es templado, el otoño es fresco húmedo y el invierno es frío; normalmente, corre viento frío, pero en los meses de junio a octubre es tiempo de lluvias. La temperatura media anual es de 16.1°C, siendo la temperatura mínima anual de 10.2°C y máxima anual de 22°C, con una precipitación anual de 1,497.90 mm. El sistema de producción es milpa-jornaleo-servicios, donde en época de temporal los campesinos se dedican a la siembra de milpa con rendimientos de 900 kg/ha, insuficientes para su consumo, combinando sus actividades con el jornaleo y venta de su mano de obra para la generación de ingresos. Las características de la parcela de Santa María Teopoxco son básicamente una pendiente de 28%, profundidades del suelo variables superiores a 1.0 m, textura franca y pH moderadamente ácido (5.2). Una cualidad sobresaliente es el alto contenido de materia orgánica (8.38%) y es debido a la aplicación anual de composta a razón de 2.0 t/ha en la siembra de la milpa y un periodo prolongado de barbecho. El suelo se clasifica como acrisol.

El objetivo del establecimiento de la plataforma es generar técnicas adaptativas para que los campesinos mejoren los rendimientos de la milpa, además de cuidar la fertilidad y al suelo de la erosión hídrica en las laderas. Es por ello, que se propone como base de los tratamientos la Agricultura de Conservación y la fertilidad en una parcela de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF).

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

En el año 2008, fueron sembrados árboles de aguacate a curvas a nivel y entre los callejones se sembró esporádicamente milpa con semillas nativas del productor. En el 2009, sembró maíz y después de ese tiempo dejó descansar el terreno por cuatro años. Fue hasta el 2014, cuando el productor Anselmo Hernández cultivó maíz en la parcela de manera tradicional. En el año 2015, se estableció la plataforma de investigación con la Agricultura de Conservación con diferentes dosis de fertilización a cargo de la Agencia Mexicana para el Desarrollo Sustentable en Laderas, S.C. El suelo fue roturado para acondicionar la capa de siembra, además, se aplicó una enmienda con cal dolomita (4 t/ha) en toda la parcela para mejorar la asimilación de los nutrientes. Se propuso conocer si es posible no roturar el suelo, el uso de rastrojo como cobertura, la rotación de cultivos y tratamientos de fertilidad, en una parcela MIAF ya establecida. En el año 2016, se sigue cultivando maíz en tratamientos ya establecidos, el ciclo es largo de más de 230 días. En el ciclo 2017, se cultiva con frijol de la comunidad llamado ayocote con la finalidad de hacer la rotación de cultivos mostrando que se puede tener otro cultivo en lugar del descanso en comparación con el descanso tradicional del productor. Y para el año 2018 se cultivó maíz y se vuelve aplicar cal dolomita (4 t/ha) en un solo tratamiento. En el ciclo PV-2018, la plataforma de investigación correspondió al año 3 de la AC con la rotación de cultivos.

## Materiales y métodos

Después de dos años con cultivo de maíz continuos se cultiva frijol ayocote (*Phaseolus dumosus*) en tratamientos destinados en comparación con el descanso convencional sin cultivo, posteriormente, en el año 4 se cultiva maíz en el ciclo PV y se aplica cal dolomita en el tratamiento que estuvo en descanso y en el ciclo OI, se cultiva chícharo en tratamientos correspondientes. Uno de los tratamientos (T2) con la leguminosa se hace labranza convencional y se quita el rastrojo, para compararlo con los tratamientos 4 y 5 quienes son cero labranza y con rastrojo. El ciclo del cultivo de chícharo es de 4 meses.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de Santa Maria Teopoxco, Oaxaca.

Ciclo	Trat	Abreviación	Rotación	Practica labranza	de Manejo rastrojo	de Fertilidad	
PV	1	MD, LC, R, F1	Maíz 2 años, descanso 1	Labranza convencional	Remover todo	80-00-00 mezcla de abono	+
	*	ML, LC, R, F2	Maíz 2 años, leguminosa 1	Labranza convencional	Remover todo	120-90-00	
	3	MD, CL, P, F3, Cal	Maíz 2 años, descanso 1	Cero labranza	Remover parte	60-45-00 mezcla de abono + 4 t/ha cal dolomita	+
	**	ML, CL, P, F2	Maíz 2 años, leguminosa 1	Cero labranza	Remover parte	120-90-00	
	***	ML, CL, P, F3	Maíz 2 años, leguminosa 1	Cero labranza	Remover parte	60-45-00 mezcla de abono	+
OI	*	ML, LC, R, F2	Chícharo	Labranza convencional	Remover todo	NA	
	**	ML, CL, P, F2	Chícharo	Cero labranza	Remover parte	NA	
	***	ML, CL, P, F3	Chícharo	Cero labranza	Remover parte	Mezcla de abono	
	6	Aguacate	NA	NA	Filtro de escurrimiento	45-45-45	

Abreviaciones: MD= Maíz descanso, ML= Maíz leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00 (sulfato de amonio+mezcla de abono), F2= 120-90-00 y F3=60-45-00 + mezcla de abono. Nota. Los datos puestos en este cuadro son respecto a 1 ha normal, en los siguientes análisis se realizará para 1 ha MIAF lo que quiere decir que el maíz ocupa el 60% de la superficie y el frutal el 40%.

### **Materiales para el maíz y chícharo**

Semilla de maíz nativa de la región llamado mazateco, fertilizante superfosfato triple, urea y mezcla de abono de monte y gallinaza. Semilla de chícharo del uso del productor y mezcla de abono.

Métodos.

1. Diseño: tratamientos en bloques al azar.
2. Acondicionamiento de la parcela y distribución del rastrojo según tratamiento.
3. Densidad de siembra de maíz: 30,000 plantas/ha.
4. Fertilización: Fueron aplicados en fórmulas 72-45-00 y 36-27-00. Fuente superfosfato triple, aplicación en siembra al igual que la mezcla de abono y urea en la V6.
5. Control de malezas: Se realizaron dos deshierbes, de manera manual.

6. Cosecha: En la parcela útil se tomaron datos de población y se estimaron rendimientos totales grano de maíz y biomasa.

Para el caso del chícharo se sembró después de cosechado el maíz en tratamiento correspondiente, limpiando con azadón de malezas y sembrando a chorrillo en el surco solo un tratamiento se aplicó mezcla de abono. Y la cosecha es en grano verde.

Cuadro 2. Manejo de los frutales (Aguacate)

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Fertilización y abonado							X					
Control de malezas			X				X					
Control de plagas y enfermedades											X	
Cosecha de Frutos											X	

**Materiales para el aguacate**

Fertilizantes: Granulado - triple 17 y mezcla de abono

Fungicidas: Caldo Bordelés: sulfato de cobre + cal hidratada

Herramientas del productor: pala, azadón y brocha

Métodos:

1. Fertilización: se emplea la fórmula 45-45-45 en una sola aplicación con la fuente triple 17 en cantidad de 520 g por árbol, abonado de mezcla (abono de monte + abono de chivo + gallinaza) 2 kg por árbol.
2. Control de malezas: Deshierbes realizados de forma manual, empleando azadón o machete coincidiendo con el cultivo anual.
3. Control de plagas y enfermedades: Para prevenir la pudrición del fruto y secadera del aguacate, se aplica caldo bordelés en dosis de 10 g de sulfato de cobre + 7.5 g de cal hidratada por un litro de agua, asperjado en el árbol, antes de la floración. Así, como en pasta bordelesa en dosis de 1 kg de sulfato de cobre – 1 kg de cal hidratada en 2 litros de agua, pintar los tallos de los árboles.
4. Cosecha: se realiza de forma manual para la venta o consumo familiar.

**Resumen del ciclo del reporte**

Durante el ciclo PV-2018, la siembra se realizó a mediados del mes de marzo. El período de lluvias se atrasó 3 meses, se esperaban lluvias ligeras en el mes de abril y mayo, sin embargo fue hasta el mes de junio que se presentaron, se vio afectada la germinación.

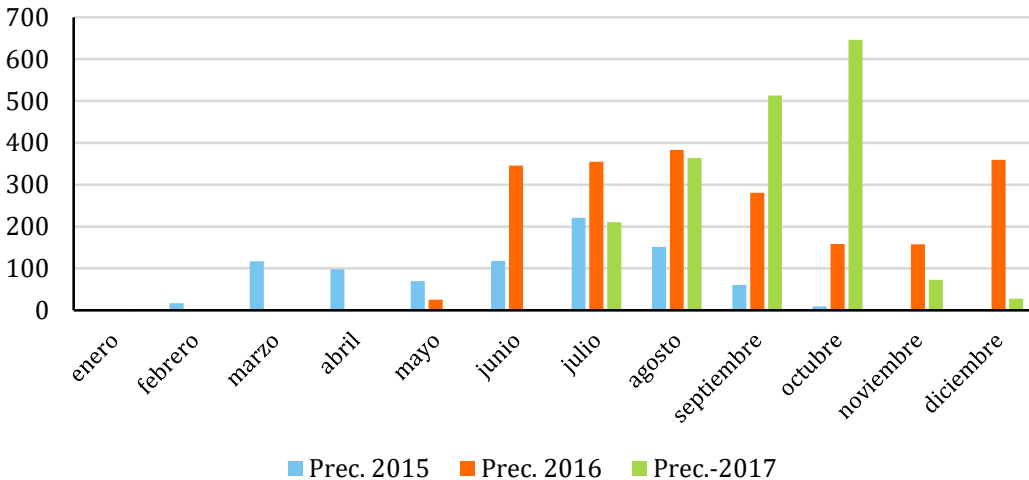


Figura 1. Precipitación en los años 2015, 2016 y 2017. Estaciones San Jerónimo Tecoaatl y Huautla de Jiménez, INIFAP.

### **Manejo de la plataforma**

Cabe mencionar que se está analizando la plataforma como parcela MIAF donde el 60% de la superficie es ocupada por el maíz y el 40% por los frutales, los cálculos de insumos y mano de obra son de acuerdo a la superficie que ocupa cada componente.

Para la preparación del terreno para el cultivo de maíz, en el mes de febrero se realizó la enmienda con cal dolomita solo al tratamiento 3 a dosis de 4 t/ha, incorporándolo al suelo. Se acomodó el rastrojo (residuo de maíz) en los tratamientos respectivos 3, 4 y 5; se roturó el suelo en el tratamiento 1 y 2. En el tratamiento con labranza (2), la roturación del suelo se hizo con azadón para preparar el terreno para la siembra, en los tratamientos 4 y 5 solo se eliminó la maleza con el azadón dando una raspadilla.

El 11 de marzo, el productor Anselmo Hernández recolectó abono de monte, de chivo y compró gallinaza, realizó la mezcla y la dejó reposar 10 días, encostaló y dejó lista para su uso. Las proporciones usadas fueron 37.5% de abono de monte, 43% de abono de chivo y 19.5% de gallinaza. Uso 1.19 t/ha en área testigo y 1.65 t/ha en las innovaciones. La siembra se realizó el día 17 de mayo con humedad residual, sembrando maíz blanco llamado mazateco a una densidad de 10 kg/ha, 2 semillas por mata, a distancia de 0.5 m entre matas y 0.8 m entre hileras, solo en el testigo se sembró de manera convencional 5 semillas por golpe a 1 por 1 m de distancia. Se fertilizó en la siembra (00-54-00) con superfosfato de calcio triple y mezcla de abono 1.65 t/ha en tratamientos 2 y 4, para tratamientos 3 y 5 (00-27-00) con superfosfato de calcio triple y mezcla de abono 1.65 t/ha. En el tratamiento testigo solo se abonó con la mezcla a razón de 1.18 t/ha. La segunda fertilización se realizó en el mes de junio a razón de 48-00-00 con sulfato de amonio para testigo y 72-00-00 para tratamiento 2 y 4 con urea y 36-00-00 para tratamiento 3 y 5 con urea como fuente. Se eliminaron malezas de manera manual con el azadón dando una ligera raspadilla a los 45 días después de la emergencia; un segundo deshierbe a los 60 días después del primero, eliminando malezas de hoja ancha presentes. Solo en tratamiento 1 y 2 se realiza el aporque que consiste en arrimar tierra a la pata del cultivo. Esta actividad coincide con la aplicación de la segunda fertilización.

Un día antes de la siembra se inoculó semilla de maíz para prevenirla de plagas del suelo principalmente gallina ciega. El producto usado fue Semevin 35 FS (Thiodicarb) 0.2 l/kg de semilla. La cosecha se realizó el 08 de noviembre, pizcando la mazorca limpia sin el totomoxtle.



Preparación del terreno para chícharo; después de la cosecha de maíz se rozó el rastrojo y se dejó sobre la superficie según tratamientos 4 y 5, en el tratamiento 2 se retiró el rastrojo. Se realizó la siembra el día 28 de noviembre a razón de 102 kg/ha de semilla sobre el surco a chorrillo, tapado. El abonado fue solo el tratamiento 5, llevó mezcla de abono a razón de 1.19 t/ha, en la siembra. La cosecha se realizó el 23 de marzo en vaina verde ya que así se consume en la región.

Para producción de aguacate, el abonado y fertilización se realizó en el mes de julio cuando ya había suficiente humedad en el suelo, con 1.5 t/ha de mezcla de abono y triple 17 a razón de 0.52 kg por árbol. Se realizaron dos deshierbes, el primero coincidió con la siembra del maíz en el mes de marzo y el segundo junto con la fertilización del mismo frutal en el mes de julio. La cosecha se hizo en el mes de noviembre, se cosecha poco a poco terminando hasta el mes de febrero.

## Resultados

### Rendimientos

Los gráficos en azul indican rendimiento de maíz y los de color naranja indican rendimiento de chícharo, el aguacate está en verde. Los rendimientos de grano de maíz varía de 1.57 a 1.80 t/ha en tratamientos con mínima labranza y uso de rastrojo que fueron superiores en rendimientos de grano de maíz en comparación con los que tuvieron labranza y se les retiró el rastrojo. El rendimiento de maíz en tratamientos 3 y 5 con fórmula de fertilización al 50% (36-27-00) y con mezcla de abono (1.65 t/ha MIAF) fue superior de 100 a 230 kg en comparación con el tratamiento 4 que llevo fórmula completa (72-54-00) y sin abono, superior la diferencia de rendimiento (350 a 590 kg de maíz) con respecto al tratamiento 2 con fórmula 72-54-00 y mucho mayor la diferencia con respecto al testigo con la diferencia de 691 hasta 827 kg/ha. Por lo tanto, podemos usar fertilizantes con fuentes adecuadas y dosis bajas siempre y cuando se apliquen abonos. El chícharo se sembró como rotación de cultivos y su rendimiento es mayor cuando se le agrega la mezcla de abono.

Cuadro 3. Rendimientos de maíz, chícharo y aguacate.

Tratamientos		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		MD, LC, R, F1	ML, LC, R, F2	MD, CL, P, F3, Cal	ML, CL, P, F2	ML, CL, P, F3	L, LC, R	L, CL, P	L, CL, P, F	Aguacate
Rendimiento maíz seco	t/ha	1.4	1.7	2.4	2.2	2.6	2.1	2.8	3.6	0.0
Rendimiento maíz (Humedad ajustada)	t/ha	1.6	2.0	2.8	2.6	3.0	2.4	3.2	4.0	1.1
Rendimiento MIAF (Humedad ajustada)	t/0.6 ha	0.98	1.21	1.67	1.57	1.80	1.46	1.91	2.43	1.1
Error estándar rendimiento	t/ha	0.2	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.7	0.6	0.0
Humedad de grano considerada	%	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.12	0.12	0.12	0.00
Peso 1000 granos	g	435.0	448.3	488.3	610.0	471.7	379.3	404.2	364.4	0.0
Error estándar peso 1000 granos	g	14.1	11.9	9.8	124.7	23.3	21.0	13.0	5.3	0.0
Granos por m <sup>2</sup>	granos/m <sup>2</sup>	318.5	382.5	490.0	398.8	555.0	645.9	804.5	1117.3	0.0
Error estándar granos por m <sup>2</sup>	granos/m <sup>2</sup>	35.1	50.2	9.9	54.8	47.9	53.7	185.7	183.9	0.0

Abreviaciones: MD= Maíz descanso, ML= Maíz leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00 (sulfato de amonio+ mezcla de abono), F2= 120-90-00 y F3=60-45-00 + mezcla de abono.

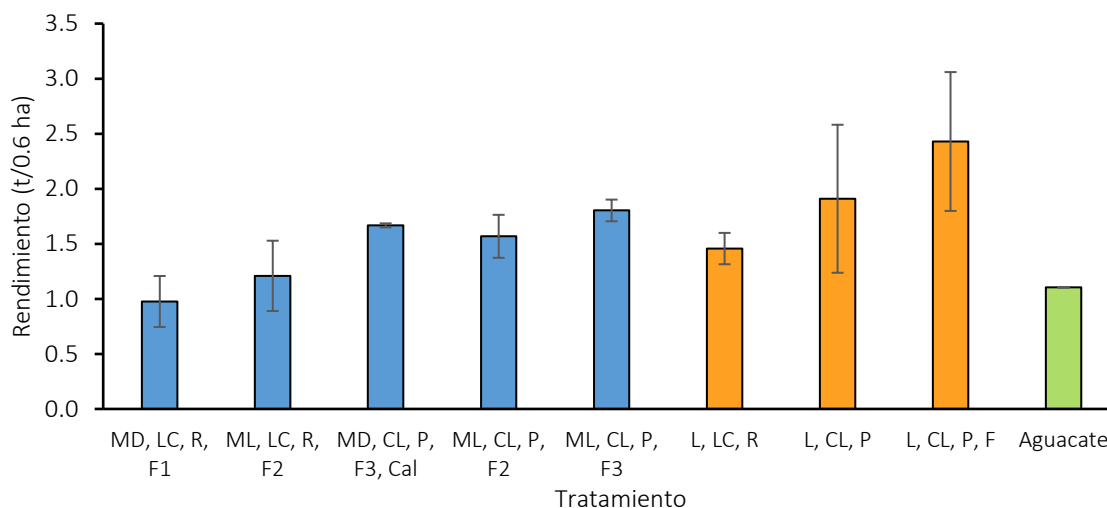


Figura 2. Rendimientos de maíz, chícharo y aguacate en la plataforma Santa María Teopoxco, Oaxaca. Ciclo PV 2018. Abreviaciones: MD= Maíz descanso, ML= Maíz leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00 (sulfato de amonio+mezcla de abono), F2= 120-90-00 y F3=60-45-00 + mezcla de abono.

#### Análisis económico

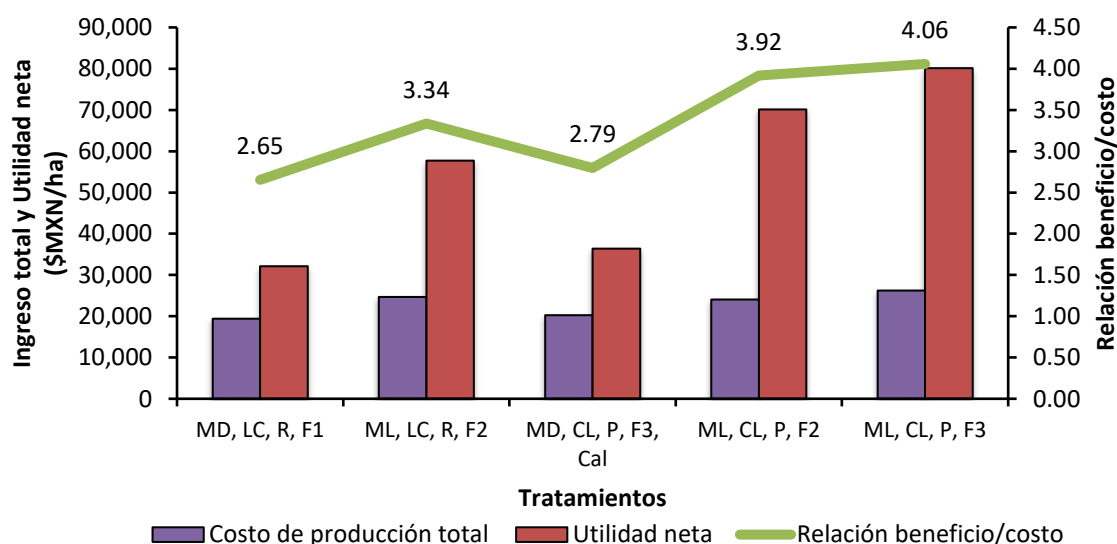


Figura 3. Análisis económico de la plataforma Santa María Teopoxco, Oaxaca, ciclo PV 2018. Abreviaciones: MD= Maíz descanso, ML= Maíz leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remover, P= Parcial, F1= 80-00-00 (sulfato de amonio+mezcla de abono), F2= 120-90-00 y F3=60-45-00 + mezcla de abono.

Al realizar el análisis con todos los componentes del MIAF el productor obtiene mayores ganancias que cultivando el maíz solo, el rendimiento del frutal es de 1.1 t/ha, el precio en el mercado regional del kg de aguacate es de \$40 MXN habiendo alcanzado hasta \$70 MXN por kg. Este componente ayuda a que los ingresos sean redituables en el sistema, en el tratamiento 5 donde se obtuvo la mayor cantidad de grano

se ha logrado obtener hasta 3 pesos más por cada peso invertido, incluso el testigo es beneficiado económicamente tan solo con la venta de la fruta. El precio del grano de maíz en la región es de \$7.5 pesos por kg y lo de chícharo de \$25 MXN por kg en grano verde.

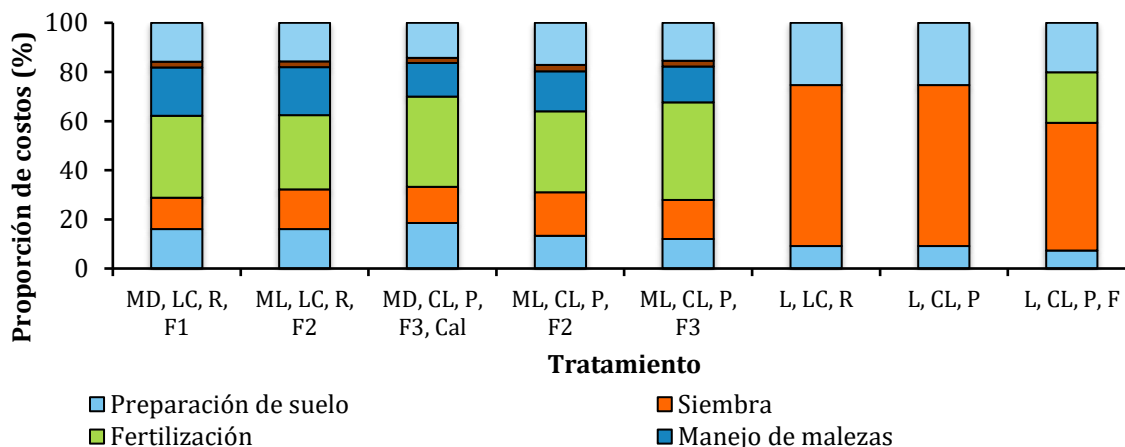


Figura 4. Costos de las actividades agronómicas de la plataforma de investigación en Santa María Teopoxco, Oaxaca, ciclo PV 2018. Abreviaciones: MD= Maíz descanso, ML= Maíz leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remove, P= Parcial, F1= 80-00-00 (sulfato de amonio+mezcla de abono), F2= 120-90-00 y F3=60-45-00 + mezcla de abono.

Los mayores costos se realizan en la fertilización a pesar de haber disminuido la dosis química, el uso de mezcla de abonos también tiene un costo. Todas las actividades el productor no le pone un costo ya que es mano de obra familiar y mano vuelta.

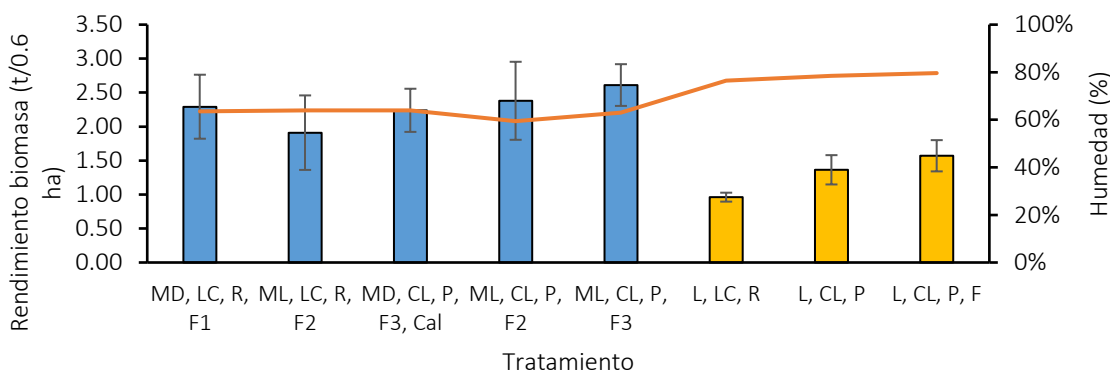


Figura 5. Rendimiento de biomasa en la plataforma de investigación en Santa María Teopoxco, Oaxaca. Ciclo PV 2018. Abreviaciones: MD= Maíz descanso, ML= Maíz leguminosa, LC= Labranza convencional, CL= Cero labranza, R= Remove, P= Parcial, F1= 80-00-00 (sulfato de amonio+mezcla de abono), F2= 120-90-00 y F3=60-45-00 + mezcla de abono.

El tratamiento 5 sigue siendo el de mayor rendimiento tanto en grano como en biomasa seguido por el tratamiento 4 y el testigo. Los rendimientos oscilaron de 1.91 a 2.61 t/ha MIAF.

### **Erosión del suelo**

Se realizó la estimación de la erosión y en tratamientos con Agricultura de Conservación tuvieron movimiento de suelo en deposición; los tratamientos 1 y 2 con labranza y sin cobertura presentaron movimiento de suelo en arrastre. La diferencia de los movimientos de suelo que estimo es de 95 t/ha/año más en los tratamientos sin agricultura de conservación. Cabe mencionar que fue un año de poca lluvia. Esta medición fue hecha mediante estacas marcando el nivel del suelo al inicio del ciclo, para poder asegurar medir más precisa la erosión se necesita hacer un estudio con la metodología más precisa como el de lotes de escurrimiento o medición de cuencas.

Cuadro 4. Datos de erosión de suelo, medición mediante el método de clavos y rondanas o varillas según el COLPOS.

Tratamiento	t/ha/año
1 MD, LC, R, F1	-397.50
2 ML, LC, R, F2	-314.33
3 MD, CL, P, F3, Cal	274.31
4 ML, CL, P, F2	221.67
5 ML, CL, P, F3	286.75

### **Resumen de capacitaciones en la plataforma**

Se organizó dos eventos de día demostrativo en la plataforma de investigación donde el objetivo fue mostrar a los productores las tecnologías y prácticas sustentables que realizan en la plataforma y que pueden adaptar en sus terrenos. Principalmente, al ser terrenos de laderas y la zona con altas precipitaciones, aunado a ello, el número de roturaciones que hacen al suelo dejándolo pulverizado y expuesto ésto va provocando la erosión y pérdida de fertilidad. En el otro evento, se promovieron las prácticas que hacen frente al cambio climático muy de acuerdo al vivido durante los últimos años al haberse prolongado la sequía. Se promueven los eventos en la región a través de invitaciones personalizadas, spots de radio en lengua mazateca y náhuatl, así como en redes sociales. Por la lejanía de las comunidades y la orografía, se dificulta el traslado de los productores a la plataforma, son los principales problemas. La plataforma sirvió de ejemplo de las buenas prácticas para la conservación de suelo y agua y fue visitada por productores PROAGRO de la comunidad de Villa Nueva. Los asistentes provienen de Santa María Teopoxco, San Jerónimo Tecoatl, San Antonio Eloxochitlan, Huautla de Jiménez, San Juan de los Cues y San Lorenzo Cuaunecuiltitla.

Cuadro 5. Asistentes a eventos en la plataforma de Santa Maria Teopoxco, Oaxaca, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	27	10
Técnicos	7	1
Otros	32	37
Total de asistentes	66	48

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

La agricultura de conservación ayuda a mejorar las condiciones del suelo, por lo tanto, se ve reflejado en mayores rendimientos e ingresos. El rotar el suelo con leguminosas, hace un uso eficiente del terreno, además, que ayuda a mejorar la nutrición del mismo y controlar plagas. La mínima roturación del suelo y el uso de cobertura disminuyen el movimiento de suelo considerablemente. El cambio climático sigue siendo un factor impredecible que afecta las fechas de siembra de los cultivos.



Santa María Teopoxco, Oaxaca, encalado, 05 de febrero de 2018.



Santa María Teopoxco, Oaxaca, siembra, 17 de marzo de 2018.



Santa María Teopoxco, Oaxaca, deshierbe manual, 05 de mayo de 2018.



Santa María Teopoxco, Oaxaca, diferencias entre testigo lado izquierdo color verde claro y tratamiento 5 a la izquierda color verde oscuro, 04 de agosto de 2018.



Santa María Teopoxco, cosecha, 08 de noviembre de 2018.



Santa María Teopoxco, estimación de rendimiento, 08 de noviembre de 2018.



Santa María Teopoxco, evento sobre cambio climático, 20 de octubre de 2018.





Santa María Teopoxco. evento cambio climático, 20 de octubre de 2018.



Santa María Teopoxco, siembra de chícharo, 28 de noviembre de 2018.



4

Santa María Teopoxco, desarrollo de chícharo, 02 de febrero de 2019.

# San Miguel Tlacamama, Oaxaca – PV 2018 – Año tres

Fermín Martínez Hernández

Centro Regional Universitario Sur-Oaxaca - Universidad Autónoma Chapingo (CATA-CRUS-UACH)

## Introducción

La plataforma de investigación se ubica en La Catalina municipio de San Miguel Tlacamama, en la región costa de Oaxaca; en un espacio perteneciente al Centro de Aprendizaje en Tecnologías Apropriadas, adscrito al Centro Regional Universitarios Sur de la Universidad Autónoma Chapingo. Se encuentra a 240 msnm, sobre lomeríos suaves con una pendiente promedio de 20%. La región presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, una temperatura media anual de 24°-26°C y una precipitación media anual de 1100 mm, la cual ocurre de junio a diciembre. Una de las limitantes para la producción de temporal es la irregular distribución de la precipitación, el 75% de la lluvia ocurre en agosto y septiembre; además se presenta una sequía intraestival, la cual en los últimos cinco años ha sido de más de 30 días.

La agricultura de conservación, que incluye el manejo del rastrojo más el uso de coberturas de leguminosas, en adición con zanjas de filtración, ha permitido un manejo eficiente de la humedad del suelo y con ello evitar que los cultivos muestren estrés hídrico que pudiera influir en el rendimiento. La práctica nos ha enseñado que el manejo de la cobertura nos proporciona múltiples beneficios entre los que destacan la conservación de la humedad, control de arvenses en las primeras etapas del cultivo y el aporte de nutrimentos por la descomposición del material de las coberturas. Así mismo, la diversidad de plantas con potencial como coberturas, han hecho posible validar y difundir especies que además de fortalecer la fertilidad del suelo, son alimento para las familias, fuente de forraje y de semillas para la alimentación animal, que presenta fuerte desabasto de alimento durante la época seca.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

Desde el 2016 se ha venido trabajando con la plataforma, implementando la agricultura de conservación en laderas y en condiciones de temporal. De manera particular, en la plataforma de San Miguel Tlacamama se realiza el manejo del suelo mediante la diversificación productiva, haciendo uso de asociaciones y rotaciones, en las cuales los cultivos de la milpa y abonos verdes son un componente indispensable. Es importante resaltar los beneficios múltiples de las leguminosas entre los que destacan fuente de materia orgánica, protección del suelo, alimento humano y animal (forraje y semilla para dietas). El manejo de la fertilidad por los agricultores es laborioso y se agudiza en los terrenos de ladera, por ello en la plataforma se realiza investigación sobre el manejo integral de la fertilidad la cual incluye dejar el rastrojo, el uso de los abonos verdes, rotación de cultivos, biofertilizantes como el supermagro y la utilización de bajas dosis de fertilizantes químicos. En la rotación de cultivos se implementa la experimentación con cultivos acompañantes del maíz, como frijoles ejoteros, calabaza, ajonjolí y en este ciclo se establecieron cultivos nuevos, girasol, soya y cacahuate; estos para diseñar un plan de asociaciones y rotaciones que permita un mejor manejo de la fertilidad del suelo y la opción de que el productor cuente con cultivos para la venta.

## Materiales y métodos

### Tratamientos

Los tratamientos del ensayo principal son el resultado de tres factores: manejo de residuos, intensificación de uso del suelo y fertilización. Estos responden a la problemática de la pérdida de fertilidad del suelo. Los suelos en terrenos de ladera están expuestos a la erosión ocasionada por la escorrentía, por ello se tienen dos factores donde se muestra el manejo del rastrojo, uno donde se retiran todos los residuos y que sería similar a cuando los agricultores realizan la quema y otro donde se dejan los residuos. En la intensificación del suelo se tienen dos factores, maíz en monocultivo que se compara con la asociación maíz frijol ejotero, como una forma de mostrar que a mayor cantidad de residuos, que se logra con la asociación, se tiene mayores beneficios. Adicionalmente, se está experimentando con la fertilización química, la cual es un componente de la fertilización integral, que se logra mediante la utilización de fertilizante químico en bajas dosis, el uso de fertilizante foliar que proporciona micronutrientes y el aporte de materia orgánica mediante el manejo del rastrojo, de lo anterior se desprenden dos factores, el testigo en donde no se fertiliza y uno donde se fertiliza con la dosis 51-12-15, que corresponde a las unidades de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. La factorial de 2x2x2 nos da como resultado un ensayo con ocho tratamientos. En el cuadro 1 se pueden apreciar las especificaciones de los tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos del experimento principal de la plataforma de investigación en agricultura de conservación de San Miguel Tlacamama, Oaxaca.

No. de tratamiento	Abreviación	Cultivo	Manejo de rastrojo	Dosis de fertilización
1*	M, R	Maíz	Remove	-
2	M, D	Maíz	Dejar	-
3	M, R, F	Maíz	Remove	51-12-15
4	M, D, F	Maíz	Dejar	51-12-15
5	M-Fr, R	Maíz – frijol asociado	Remove	-
6	M-Fr, D	Maíz - frijol asociado	Dejar	-
7	M-Fr, R, F	Maíz - frijol asociado	Remove	51-12-15
8	M-Fr, D, F	Maíz - frijol asociado	Dejar	51-12-15

\* Testigo. Abreviaciones: R = Remove rastrojo, D = Dejar rastrojo, M = Maíz (1 m\*1 m y 6 semillas) M-Fr = Maíz y frijol asociado (1 m\*1 m y 2 semillas) y F = Dosis de fertilización (51-12-15).

### Resumen del ciclo del reporte

En el año 2018 las lluvias se retrasaron, por ello el ensayo de diversificación productiva se sembró en seco. La poca humedad en el suelo nos permitió observar que en los espacios de terreno donde hubo cobertura abundante, las semillas germinaran a los 3 días, contrario a donde hubo suelo descubierto, en el cual las

semillas germinaron entre los 5 - 7 días. En los meses de julio y agosto, lapso en el que se presenta la canícula y que coincidió con la etapa de desarrollo de los cultivos, se presentaron períodos de hasta diez días con poca precipitación. Afortunadamente los cultivos no presentaron estrés hídrico. En la figura 1 se presentan los datos de precipitación y temperatura del temporal 2018, la cual fue de 1373.8 mm

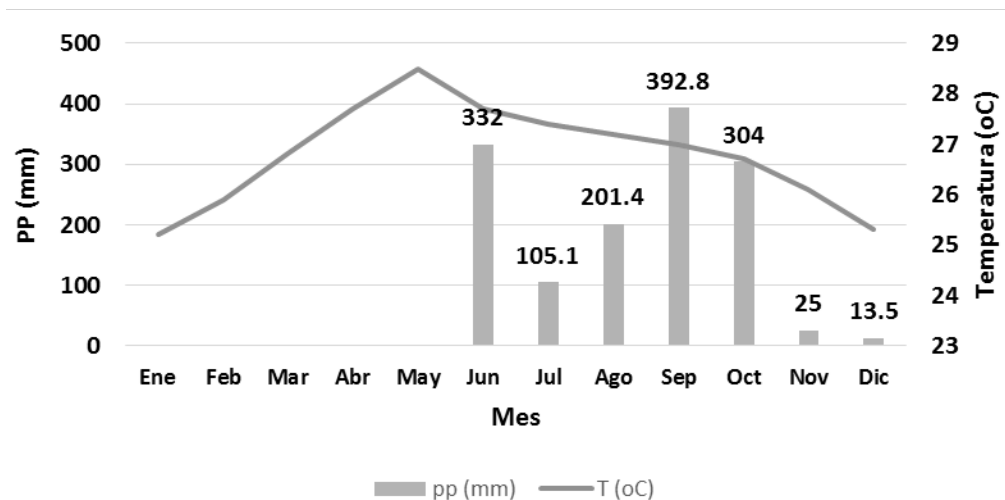


Figura 1. Datos meteorológicos de la plataforma de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, PV 2018.

### **Manejo de la plataforma**

La preparación del suelo consistió en rozar las hierbas y restos de los cultivos del ciclo anterior y esparcirlos de manera uniforme en todo el terreno. Esta actividad se realizó del 28 de mayo al 2 de junio. El manejo de la cobertura, que consiste en controlar con los herbicidas glifosato y 2-4 D en dosis de 1.0 l/ha de cada herbicida, el follaje de la leguminosa nescafé (*Mucuna deeringianum*) y de algunas otras especies de arvenses que crecen con la humedad de las primeras lluvias; se realizó el 9 de julio, casi 40 días después de la roza, debido al retraso de las lluvias.

En 2018 se establecieron tres experimentos, uno de ellos fue el proyecto de Residencia Profesional de dos alumnos del Instituto Tecnológico de Pinotepa:

- Evaluación de los sistemas de maíz (*Zea mays* L.), asociados con frijol ejotero (*Vigna unguiculata* L.), bajo agricultura de conservación en La Catalina, San Miguel Tlacamama, Oax.; año tres.
- Evaluación de cultivos alternativos como opción para la diversificación espacial y temporal.
- Manejo integrado del picudo (*Anthonomus eugenii*) en el cultivo chile costeño (*Capsicum annum* l) en San Miguel Tlacamama. Alumnos Marco Antonio Ruíz Acevedo y Joel Cortez Loaeza.

En las figuras 2, 3 y 4 se muestran los croquis de los experimentos establecidos.

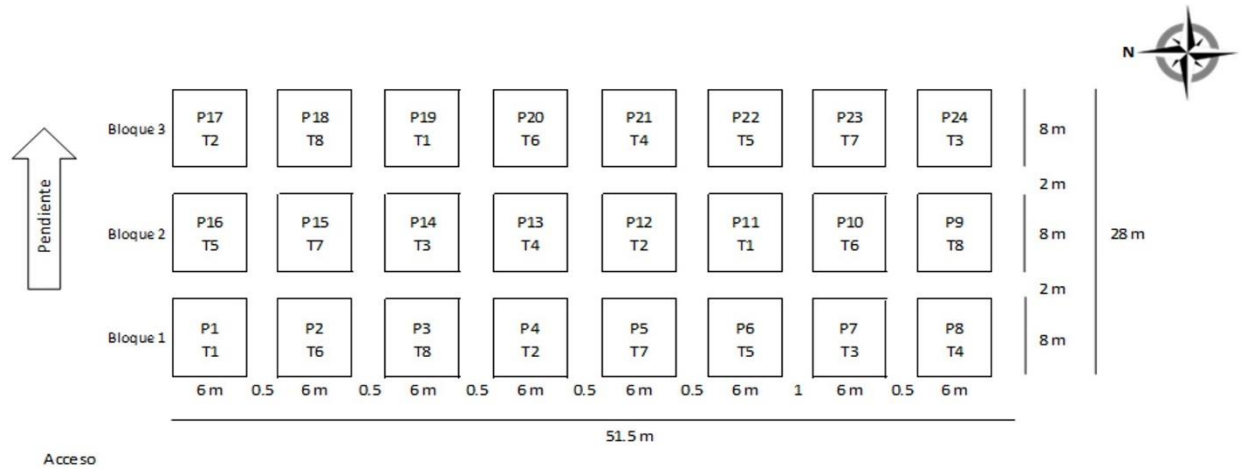


Figura 2. Croquis del experimento “Evaluación de los sistemas de maíz (*Zea mays* L.), asociados con frijol ejotero (*Vigna unguiculata* L.), bajo agricultura de conservación en La Catalina, San Miguel Tlacamama, Oax.; año tres”.



Figura 3. Evaluación de cultivos alternativos como opción para la diversificación espacial y temporal

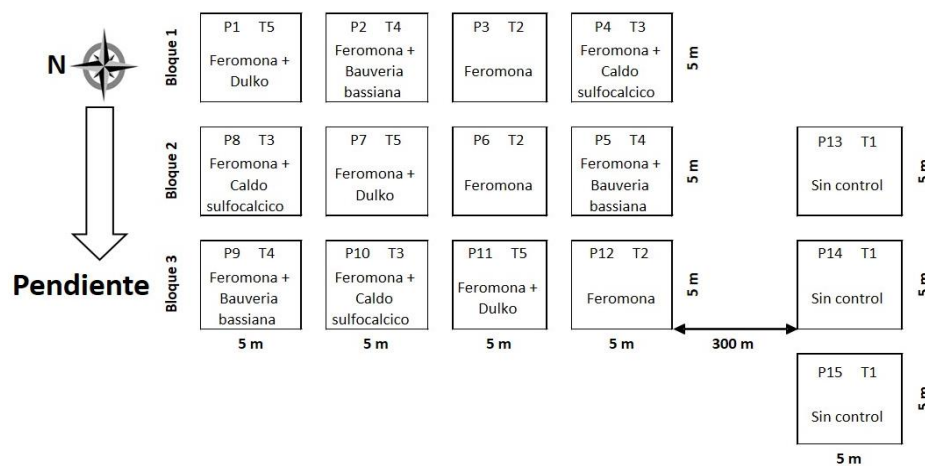


Figura 4. Manejo integrado del picudo (*Anthonomus eugenii*) en el cultivo chile costeño (*Capsicum annuum* L.) en San Miguel Tlacamama, Oax.

Para el cultivo de chile se estableció el almácigo el 9 de junio, para ello se utilizaron charolas de plástico de 24 cavidades. Estas se llenaron con un sustrato a base de tierra y composta, que se desinfectó mediante

el método de solarizado. En cada cavidad se colocaron cuatro semillas de chile costeño, para asegurar cuando menos dos plantas por mata. El trasplante se realizó el 16 de julio, utilizando un arreglo topológico de 0.80 m entre surcos y 0.60 m entre plantas, dos plantas por mata. Debido a la falta de humedad un 30% de las plantas se secó, por lo cual se realizó en nuevo trasplante el 20 de julio.

El ensayo de cultivos alternativos se sembró el 16 de julio. La distancia de siembra de cada cultivo se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Distancia de siembra de los cultivos alternativos establecidos en la plataforma de San Miguel Tlacamama, Oaxaca; PV 2018.

Cultivo	Distancia entre surcos (m)	Distancia entre matas (m)	Número de semillas por mata	Densidad de siembra (pl/ha)
Calabaza	42	2	4	5,000
Frijol guía	1	1	2	20,000
Cacahuete	1	0.5	2	40,000
Soya	1	1	3	30,000
Girasol	1	1	2	20,000
Caupi rojo	1	1	3	30,000
Caupi blanco	1	1	3	30,000
Dolichus	1	1	2	20,000
Maíz Caupí de guía	- 1	1	2	20,000

La siembra del ensayo de la plataforma se realizó el 31 de julio. El motivo del retraso de la siembra fue por falta de buena humedad en el suelo por la escasa lluvia. En la siembra se emplean cuatro jornales para la mayoría de los cultivos y 10 jornales para el trasplante de chile.

La fertilización de los cultivos se realizó en diferentes fechas para cada cultivo. Para maíz la fertilización se fracciona en tres etapas, la primera en V2, la segunda en V5 - V7 y la tercera en R1. La dosis utilizada es 50 N - 12 P - 15 K. Al día siguiente de cada fertilización química se complementa con una fertilización con supermagro en dosis de 8 - 10 l/ha. La primera fertilización con supermagro es al suelo, en el mismo lugar de la fertilización química y las siguientes son al follaje. Para los otros cultivos, excluyendo leguminosas, se realiza una fertilización química similar a la del maíz. En el caso de las leguminosas para grano se emplea fertilización química con 12 P - 15 K en etapa V2 y en R1 se fertiliza con supermagro y una solución rica en manganeso y molibdeno en dosis de 0.4 l/ha. En la fertilización se utilizaron dos jornales por aplicación, dando un total de alrededor de seis jornales por las tres aplicaciones.

Las plagas que se presentaron durante la fase inicial de los cultivos fueron gallina ciega y chapulín. En etapas posteriores fueron particulares a cada cultivo. En maíz se presentó gusano cogollero, mapache, zorro y algunas aves. El frijol fue afectado por pulgón. El chile fue el cultivo que más demandó atención para el manejo de plagas, hubo presencia de mosquita blanca, picudo y gusano cachudo. Para su control se utilizaron trampas de grasa de color amarillo y verde, caldos minerales, productos biológicos, feromonas y en el chile un químico (Dulko: fipronil). Con respecto a las enfermedades, en maíz se presentó el falso carbón de la espiga y en chile el ahorcamiento del tallo o *Damping off*, enfermedad causada por los hongos, *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. y secadera del chile

(*Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia* sp y *Fusarium* sp). En el cuadro 3 se presentan de manera detallada las plagas y enfermedades, el producto para su control y la dosis utilizada. Para el control de plagas se emplea un medio jornal por aplicación en una hectárea y de manera general de 2-4 jornales por ha durante el ciclo. El control de arvenses se realizó de forma manual. De manera general se realizaron dos deshierbes por cultivo, solo en chile se realizaron cuatro. El número de jornales utilizados por hectárea durante el ciclo fue de seis para los cultivos y de 10 para el chile.

Cuadro 3. Plagas y productos que se emplearon para su control en el manejo de los cultivos en la plataforma de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, PV 2018.

Plaga/enfermedad	Cultivo	Producto	Dosis
Gallina ciega	Maíz, frijol y chile	Caldo sulfocálcico Hongo <i>Metarhizium</i>	8 L/ha 150 gr/ha
Chapulín y plagas en general	Maíz, frijol, girasol, soya y calabaza	Cipermetrina Caldo sulfocálcico Hongo <i>Beauveria</i>	0.5 L/ha 4 L/ha 150 g/ha
Gusano cogollero	Maíz	Trampa con feromona Hongo <i>Beauveria</i>	4 trampas/ha 150 g/ha
Mosca blanca	Chile	Suero de leche	20 L/ha
Picudo	Chile	Feromona	4 trampas/ha
Falso carbón de la espiga	Maíz	Caldo sulfocálcico	4 L/ha
Ahorcamiento del tallo y secadera	Chile	Caldo sulfocálcico	4 L/ha

La cosecha se realizó en diferentes momentos de acuerdo al ciclo de cada cultivo. Para la cosecha de frijol se cortaron las vainas, se asolearon y se varearon. Los frijoles de ciclo corto (caupí blanco y rojo), se cosecharon el 25 de septiembre y 6 de octubre, a los 71 días después de la siembra y se utilizaron en promedio 15 jornales para la cosecha y beneficio del frijol. El girasol se cosechó el 16 de octubre, se cortaron las cabezuelas, se asolearon, para posteriormente despícarse de forma manual. Se emplearon 12 jornales durante el proceso de cosecha y beneficio. El girasol presentó un ciclo de 92 días. La cosecha de la soya fue similar a la del frijol, se realizó el 14 de noviembre. Se utilizaron 11 jornales y presentó un ciclo de 121 días. El frijol de guía, caupí blanco de guía, dolichos y la mucuna presentaron un ciclo en promedio de 182 días. Por ser leguminosas su cosecha también fue similar a la del frijol, recolección de vainas, secado, despícado y limpieza de grano. La inversión en jornales para el proceso de cosecha de frijol de guía y de dolichos fue de nueve jornales, en mucuna de 14 y 38 jornales en la cosecha del caupí blanco de guía y maíz. El ciclo de estos cuatro cultivo fue de aproximadamente 185 días. En el cuadro 4 se presenta el número de días de las etapas fenológicas de los cultivos establecidos.



Cuadro 4. Etapas fenológicas de los cultivos alternativos establecidos en la plataforma de investigación en San Miguel Tlacamama, Oax.; PV 2018.

Actividad	Cultivo								
	Frijol de guía	Cacahuate	Soya	Girasol	Caupi blanco	Caupí rojo	Dolichos	Caupi blanco guía	Mucuna
Siembra	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emergencia	5	8	5	5	5	5	5	5	3
Floración	58	49	50	52	45	45	127	117	124
Madurez	135	142	102	85	64	64	178	147	153
Cosecha	182	182	121	92	71	71	182	182	187
Total de días	182	182	121	92	71	71	182	182	187

## Resultados

### ***Rendimiento en grano de maíz y frijol***

En este tercer año de evaluación se analizaron los resultados tomando de referencia los factores evaluados: manejo del rastrojo, diversificación y fertilización. Al comparar los sistemas donde se retira el rastrojo con los sistemas de agricultura de conservación se observa de manera general, que el rendimiento de maíz en grano tiene un comportamiento similar en ambos sistemas, con la mínima diferencia que los sistemas donde se deja el rastrojo superan por 0.4 toneladas, lo que representa un 8% a los sistemas convencionales. Adicionalmente se ha podido constatar que en los sistemas con cobertura se tiene una menor incidencia de arvenses y que la descomposición del rastrojo influye en la dinámica de las arvenses, preferentemente se desarrollan arvenses de hoja ancha, contrario a los sistemas convencionales, en los cuales el suelo queda descubierto, en ellos las arvenses dominantes son gramíneas (durante el día demostrativo se les mostró a los agricultores la diferencia de la dinámica de arvenses en los sistemas con cobertura y en los convencionales).

Al comparar los sistemas en monocultivo con los sistemas asociados, se tiene que el monocultivo tuvo un rendimiento de maíz en grano superior en 0.9 toneladas (17%), al sistema maíz-frijol. Lo anterior nos muestra que en el cultivo asociado se da una competencia interespecífica por luz, por ello este año se realizó una poda a las plantas de frijol lo que redujo la competencia y se vio reflejado al comparar el rendimiento de este año con el del año pasado. El menor rendimiento de maíz de la asociación maíz-frijol se compensa con el rendimiento del frijol; además los sistemas asociados permiten un mejor control de arvenses por la cobertura del frijol, reduciendo el número de jornales.

Al analizar los sistemas convencionales con los sistemas con fertilización (51-12-15), se desprende que los sistemas con fertilización química presentaron un mejor rendimiento de maíz en grano, superando en 1.6 toneladas (27%) a los sistemas sin fertilización. El rendimiento de frijol en grano fue similar en los sistemas evaluados. No hay diferencia por el manejo de rastrojo, ni por la fertilización. En la figura 5 se muestra el rendimiento de maíz y frijol de los sistemas evaluados.

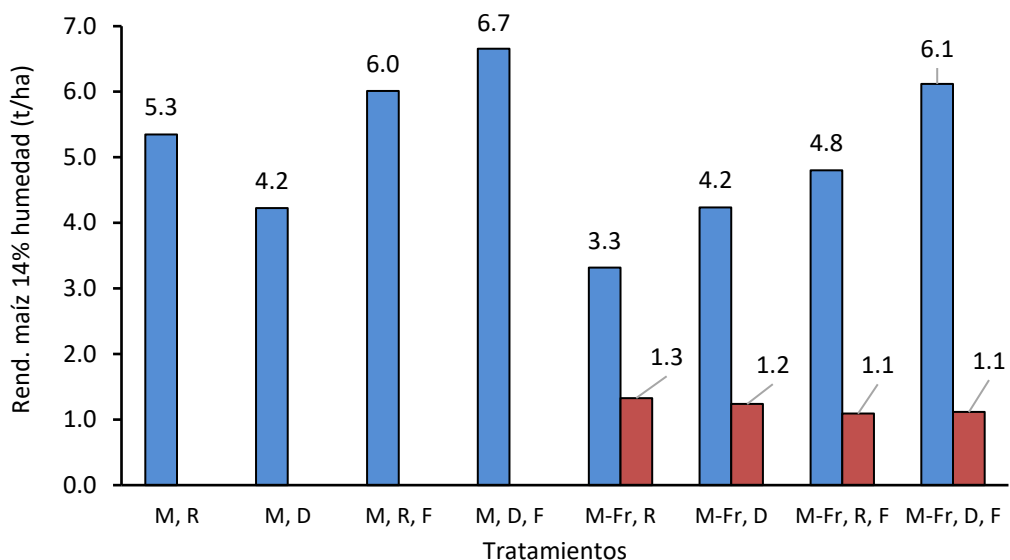


Figura 5. Rendimiento de maíz (azul) frijol (rojo) en los sistemas bajo diferentes formas de manejo del rastrojo en La Catalina, San Miguel Tlacamama, Oaxaca; PV 2018. M,R: maíz sin rastrojo; M,D: maíz sobre rastrojo; M,R,F: maíz sin rastrojo con fertilización (51-12-15); M,D,F; maíz sobre rastrojo con fertilización; M-Fr,R: maíz frijol sin rastrojo; M-Fr,D: maíz frijol sobre rastrojo; M-Fr,R,F: maíz frijol sin rastrojo con fertilización y M-Fr,D,F: maíz frijol sobre rastrojo con fertilización.

Al realizar el análisis estadístico del rendimiento de maíz en grano, se encontró que existen diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0.0094$ ). Los tratamientos 4 y 8, que corresponde a maíz y maíz-frijol, ambos con agricultura de conservación y fertilización, tuvieron los mayores rendimientos. Es importante resaltar que, en tres de los cuatro tratamientos con fertilización, se obtuvieron los rendimientos mayores, por lo que puede atribuirse al suministro de fertilizante químico un efecto directo en este tercer año de evaluación. En el rendimiento de frijol no existen diferencias significativas (cuadro 5).

Al analizar los costos totales de producción de los sistemas evaluados, se encontró que no hay diferencia entre los sistemas donde se retira el rastro y los sistemas con labranza de conservación; en promedio el costo de todas las actividades desde preparación a cosecha fue de \$12,703.00/ha y \$12,241.00/ha respectivamente. Al considerar la fertilización, los sistemas con fertilización presentan un costo mayor en un 22% (\$13,977.50/ha), en relación al testigo (\$10,967.50/ha). Al considerar el factor diversificación, se tiene que en los sistemas asociados maíz-frijol se tiene una mayor inversión, la cual fue de \$14,291.25/ha, que representa un 25% por arriba de los gastos en sistemas de solo maíz (\$10,653.75/ha), la diferencia del costo total es resultado del costo de la semilla, de la cosecha y beneficio del segundo cultivo. De manera general, las actividades en las que el productor realiza mayor inversión son manejo de plagas, enfermedades y cosecha. Es importante resaltar que en la cosecha de los cultivos en los sistemas asociados maíz-frijol, se tiene una inversión promedio del 45% de los costos totales, en cambio en los sistemas de solo maíz del 25%. En el cuadro 6 se muestran los costos detallados de las actividades de los sistemas evaluados.

Cuadro 5. Resultados del análisis estadístico de maíz en grano, de los sistemas de maíz y frijol bajo diferentes formas de manejo del rastrojo en La catalina, San Miguel Tlacamama, Oaxaca; PV 2018.

Abreviación	Factor	Medias	Grupos
M, D, F	T4	6.7	a
M-Fr, D, F	T8	6.1	a
M, R, F	T3	6.0	ab
M, R	T1	5.3	ab
M-Fr, R, F	T7	4.8	ab
M-Fr, D	T6	4.2	ab
M, D	T2	4.2	ab
M-Fr, R	T5	3.3	b

Cuadro 6. Costos totales (\$/ha) de las actividades de los sistemas (\$total es resultado del costo de la semilla, de la cosecha y beneficio, PV 2018.

Actividad	Tratamientos							
	M, R	M, D	M, R, F	M, D, F	M-Fr, R	M-Fr, D	M-Fr, R, F	M-Fr, D, F
Preparación de suelo	1,350	900	1,350	900	1,350	900	1,350	900
Siembra	1,200	1,200	1,200	1,200	1,400	1,400	1,400	1,400
Fertilización	675	675	3,198	3,198	675	675	3,198	3,198
Manejo de malezas	1,600	1,600	1,600	1,600	1,300	1,300	1,300	1,300
Manejo de plagas y enfermedades	2,030	2,030	2,030	2,030	2,030	2,030	2,030	2,030
Poda de guías	0	0	0	0	300	300	300	300
Cosecha	2,700	2,350	3,000	3,000	5,950	5,950	6,300	6,600
Costo de producción total	9,555	8,755	12,378	11,928	13,005	12,555	15,878	15,728

Para analizar la utilidad neta y la relación beneficio-costos, los sistemas se agruparon de acuerdo a la diversificación; de ello se desprende, que los sistemas asociados maíz-frijol tienen una utilidad neta mayor (\$32,656.83) que los monocultivos (\$17,157.01), en promedio los superan en un 47%. Este beneficio monetario de los sistemas asociados se debe en parte, a que en el segundo cultivo no hay inversión en algunas actividades debido a que son las mismas que se realizan al cultivo principal (maíz), aunado el ingreso del segundo cultivo. Los sistemas evaluados presentan una relación beneficio-costos superior a 2.0, destacando la buena rentabilidad de los sistemas asociados, los cuales tuvieron una B/C de 3.31, mientras que en los sistemas de solo maíz fue de 2.61. La rentabilidad de los sistemas es debido al manejo integral para atender la problemática en la producción, es decir la fertilidad se atiende mediante abonos verdes y manejo del rastrojo, la asociación de cultivos y el suministro de fertilización química y alternativa mediante el supermagro. Mediante la estrategia integral no solo se considera la rentabilidad económica, si no la sostenibilidad de los sistemas en general, en la cual el buen manejo de los recursos naturales,

suelo, agua y vegetación, son fundamentales. En la figura 6 se muestran de manera gráfica los datos de los costos totales de producción, la utilidad neta y la relación beneficio-costo de los sistemas evaluados.

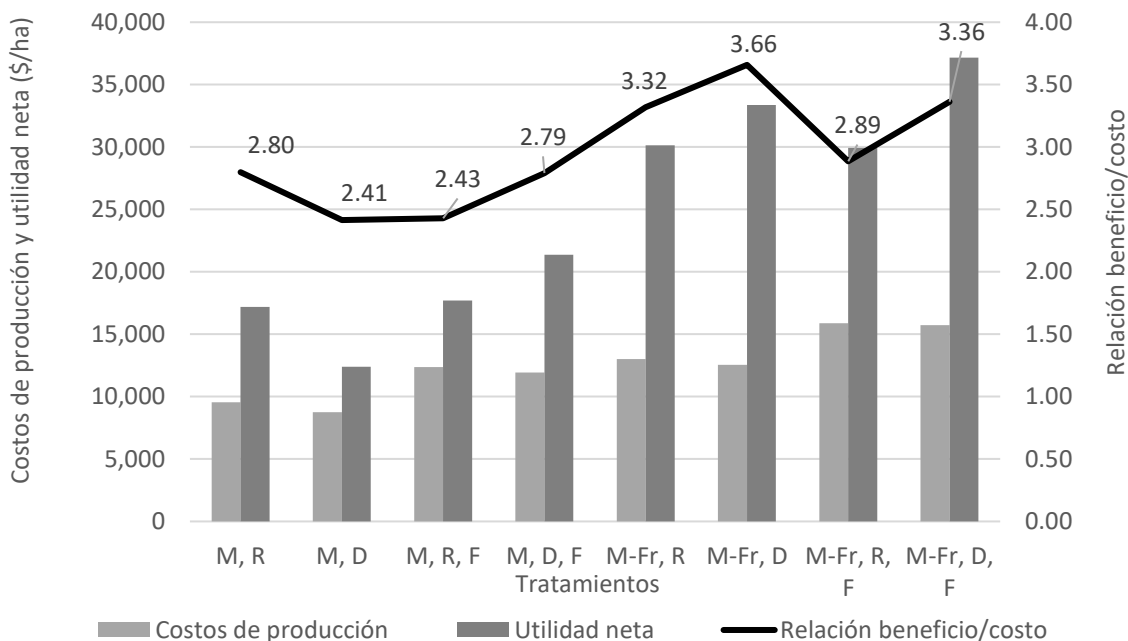


Figura 6. Costos, utilidad neta y relación beneficio costo de los sistemas de maíz y frijol bajo diferentes manejos del rastrojo en La Catalina, San Miguel Tlacamama, Oaxaca; PV 2018. M,R: maíz sin rastrojo; M,D: maíz sobre rastrojo; M,R,F: maíz sin rastrojo con fertilización (51-12-15); M,D,F: maíz sobre rastrojo con fertilización; M-Fr,R: maíz frijol sin rastrojo; M-Fr,D: maíz frijol sobre rastrojo; M-Fr,R,F: maíz frijol sin rastrojo con fertilización y M-Fr,D,F: maíz frijol sobre rastrojo con fertilización.

### Cultivos alternativos

El objetivo de establecer ensayos con nuevos cultivos, es generar información para que los agricultores puedan tener opciones para un manejo de la diversidad espacial y temporal, es decir que pueda diseñar asociaciones y rotaciones de cultivos, con la finalidad de un mejor manejo de la fertilidad del suelo, de las plagas, enfermedades y con ello aumentar los rendimientos y rentabilidad de los sistemas de producción. Por ello, en la elección de los cultivos alternativos se priorizan leguminosas, por su beneficio al suelo y por la producción de grano fuente de proteína; cultivos de ciclo corto que permitan aprovechar la poca humedad en los climas de poca precipitación y cultivos forrajeros para alimentar al ganado, pero también dejar rastrojo al suelo. Las especies evaluadas fueron leguminosas: frijoles de guía, cacahuete, soya, diferentes especies de vigna, dolichos y mucuna; forrajeras: girasol y maíz vandeño.

De los cultivos, frijoles de guía (*Phaseolus*) y cacahuete no fue posible evaluar el rendimiento. El cacahuete tuvo baja germinación y los frijoles de guía presentaron una fuerte incidencia de enfermedades causadas principalmente por virus. Las enfermedades de mayor incidencia fueron antracnosis y mosaico dorado, que a la mayoría de las variedades evaluadas les provocó un desarrollo raquíutico y la muerte. Cabe destacar que esta es la segunda ocasión que se realizan ensayos con frijoles de guía y los resultados son los mismos. Las condiciones climáticas de temperatura y humedad, son el ambiente propicio para la incidencia de enfermedades causadas por hongos, virus y bacterias. Ante esta problemática hemos optado por buscar frijoles tolerantes o resistentes y se ha encontrado con los agricultores de la región, los

frijoles ejotos -*Vigna unguiculata*-, los cuales se han evaluado desde hace tres años con buenos resultados.

Al analizar el rendimiento en grano de los cultivos alternativos, es importante resaltar el rendimiento de soya y girasol, los cuales produjeron 1.0 y 0.9 t/ha respectivamente. Durante el día demostrativo el cultivo que llamó la atención fue el girasol, muchos agricultores coincidieron en que es una alternativa para cultivarlo para producción de flor. Las tres variedades de Vigna presentaron un rendimiento considerable; las de semiguía, que son plantas de ciclo corto, produjeron 0.7 (vigna blanca) y 1.2 (vigna roja) t/ha de grano. Además las Vignas pueden consumirse en ejote, aspecto importante como opción para la producción de alimento en el corto tiempo. El dolichos tuvo un rendimiento muy bajo, sin embargo el aprendizaje fue que puede asociarse con el maíz, con ello se puede mejorar la rentabilidad del sistema, el cual puede proporcionar otros beneficios como forraje o aportador de materia orgánica. En el figura 7 se pueden apreciar los rendimientos de los cultivos alternativos.

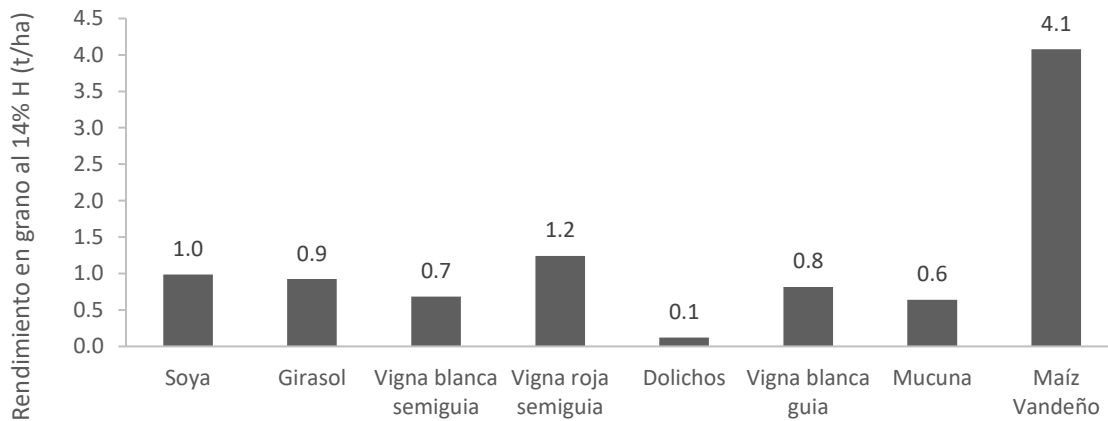


Figura 7. Rendimiento en grano de los cultivos alternativos evaluados en la plataforma de San Miguel Tlacamama, Oax; PV 2018.

Al considerar la rentabilidad económica destacan girasol, mucuna, soya, vigna roja de semiguía y vigna blanca de guía en asociación con maíz, estos presentaron una relación B/C de 4.8, 4.0, 3.2, 3.1 y 2.8 respectivamente. En el cuadro 6 se puede apreciar en análisis de utilidades de los cultivos alternativos.

Cuadro 7. Análisis de utilidades de los cultivos alternativos evaluados en La Catalina, San Miguel Tlacamama, Oax.; PV 2018.

Concepto	Frijol de guía - maíz	Cacahuate	Soya	Girasol	Vigna blanca semiguía	Vigna roja semiguía	Dolichos	Vigna blanca guía - Maíz	Mucuna
Ingreso total	20,392	0.0	24,669	36,960	13,693	24,847	3,601	36,735	19,232
Costo de producción total	8,657	5,462	7,627	7,627	7,277	8,027	6,462	13,357	4,840
Utilidad neta	11,735	-5,462	17,041	29,332	6,416	16,819	-2,861	23,377	14,392
Costo por tonelada	2,122	0.0	7,729	8,254	10,629	6,461	53,837	2,728	7,550
Relación B/C	2.4	0.0	3.2	4.8	1.9	3.1	0.6	2.8	4.0

### ***Manejo integrado del picudo del chile***

Una de las variables evaluadas en el ensayo manejo integrado del picudo del chile fue monitorear la presencia del insecto mediante la feromona, la cual se colocó en la parte central de la parcela. Los resultados nos muestran que el insecto se presenta desde la etapa de desarrollo, prácticamente a los 17 días después del trasplante y que corresponde a adultos hembras y machos, en apareamiento. Se observa un incremento de adultos durante la fase de floración y fructificación, de los 56 a los 96 días. Durante esta etapa también se encuentran larvas y pupas en los frutos recolectados. En la figura 8 se muestran los datos del comportamiento de las poblaciones de picudo durante el ciclo de evaluación.

Los resultados del ensayo de control integrado de picudo, nos muestran que la combinación de la feromona con el insecticida químico y el tratamiento de solo feromona, fueron en los que se tuvo mejor control y por ello la mejor producción. El análisis estadístico nos confirma, que el tratamiento feromona combinado con el insecticida químico y solo feromona son estadísticamente superiores a los demás tratamientos, en estos se tuvo un rendimiento promedio de 389.1 y 284.0 kg/ha de chile seco, respectivamente. El testigo fue donde se tuvieron los rendimientos más bajos (23.2 kg/ha). Al comparar los rendimientos obtenidos en el ensayo con productores de la región, encontramos que son similares, con la diferencia que, al emplear un manejo integrado de plagas, se disminuye en un 80% el uso de insecticidas químicos.

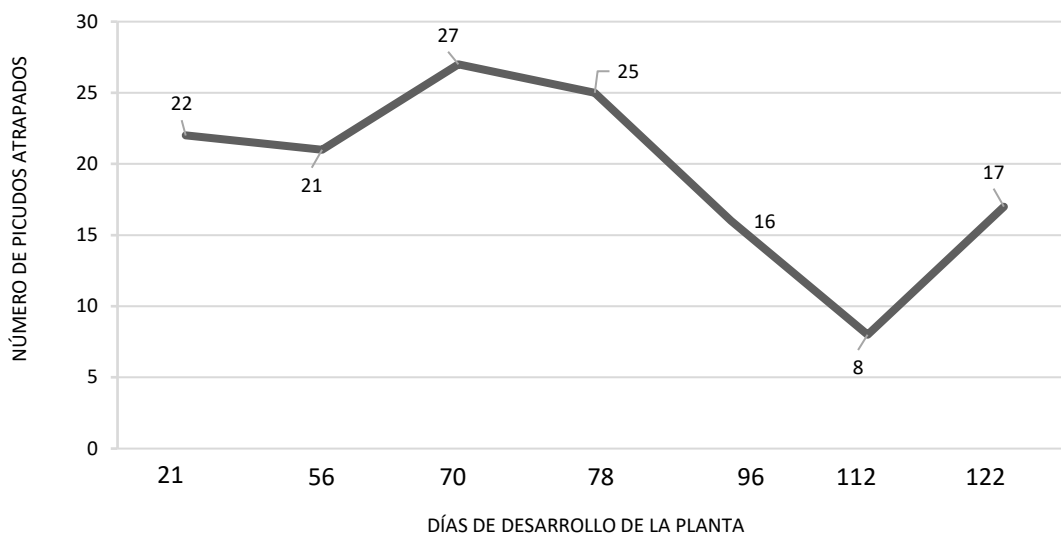


Figura 7. Número de picudos atrapados en el ensayo manejo integrado realizado en la plataforma de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, PV 2018.

Cuadro 8. Análisis estadístico del rendimiento de chile seco en el ensayo de manejo integrado de picudo en La Catalina, San Miguel Tlacamama, Oax.; PV 2018.

Factor	Medias (kg/ha)	Grupos
Feromona + Dulko	389	a
Feromona	284	a
Feromona + <i>Beauveria bassiana</i>	257	ab
Feromona + caldo sulfocálcico	240	ab
Testigo	23	b

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

La plataforma fue visitada por diferentes actores, destacando la presencia de estudiantes de diferentes centros educativos (cuadro 9). Primeramente acudieron jóvenes del Propedéutico de la Universidad Autónoma Chapingo con sede en San Luis Acatlán, Guerrero, el día 3 de marzo, se les explicó la estrategia para producir en las condiciones de trópico seco, donde el manejo de la humedad del suelo mediante las coberturas es primordial. De igual manera, acudieron estudiantes de la carrera de Ingeniería en Agricultura Sustentable de la Universidad Autónoma Chapingo con sede en Zimatlán, Oaxaca; el 12 y 13 de septiembre con quienes se trabajó evaluación de biomasa de leguminosas coberteras y muestreo de diversidad de arvenses e insectos. El 9 de octubre se tuvo la visita de estudiantes de la Ingeniería de Agronomía y Zootecnia del Complejo Regional Centro de la Universidad Benemérita Autónoma de Puebla, a quienes se les compartió el manejo de las leguminosas dentro de los sistemas agrícolas y su aporte de forraje y semillas para la alimentación animal en la época de estiaje. El 21 de noviembre nos visitaron diferentes actores del programa PESA con ellos se habló de la diversificación como estrategia para la producción de alimentos en la unidades de producción. El 23 de noviembre contamos con la visita de estudiantes de la Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, Campus Ayutla de los Libres, con ellos

se analizó la forma de como las unidades de producción pueden caminar hacia la sustentabilidad, haciendo énfasis en el manejo del suelo como estrategia fundamental. A continuación se enlista el número de personas que visitaron la plataforma. El 25 de noviembre acudieron estudiantes del CBTIS de Santiago Llano Grande, Oaxaca, a quienes se les compartió la forma de como la agricultura es una actividad productora de alimentos e ingresos.

Cuadro 9. Número de personas que visitaron la plataforma de investigación San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 2018.

Procedencia de los actores	Asistentes		
	Hombres	Mujeres	Total
Propedéutico de la Universidad Autónoma Chapingo	29	14	43
Ingeniería en Agricultura Sustentable de la Universidad Autónoma Chapingo	16	10	26
Ingeniería de Agronomía y Zootecnia del Complejo Regional Centro de la Universidad Benemérita Autónoma de Puebla	17	19	36
Programa PESA	28	2	30
Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, Campus Ayutla de los Libres	19	24	41
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>69</b>	<b>178</b>

Se impartieron dos cursos de capacitación sobre abonos verdes y cultivos de cobertura ofertado a técnicos colaboradores del HUB Pacífico Sur los días 4 y 5 de octubre y dos para productores, uno sobre elaboración de fertilizante a base de estiércol fresco de vaca el día 6 de julio y otro sobre estrategias de alimentación animal: los silos forrajeros impartido los días 11 y 12 de octubre.

Para la difusión de los resultados se organizó el 26 de octubre el día demostrativo “Diversificación productiva en laderas”, al cual asistieron 262 personas de las cuales 188 productores, 50 estudiantes y 24 técnicos, docentes y directivos. Llegaron productores de las comunidades de los municipios de Putla de Guerrero, Santa María Zacatepec, Santo Domingo Armenta, San Juan Colorado, Santiago Pinotepa Nacional y San Miguel Tlacamama. Un gran acierto es establecer nuevos cultivos, pues eso llama la atención de los asistentes. Este año la siembra de girasol y soya causó admiración, agricultores y técnicos externaron la demanda de semilla de esos y otros cultivos. Los materiales de difusión también fueron un aspecto sobresaliente que llamó el interés.

De manera general en número total de personas que interactuaron con la plataforma de investigación, considerando los diferentes eventos, visitas, cursos y día demostrativo, se tiene una asistencia de 489 personas de las cuales 361 fueron hombre y 128 mujeres. A continuación se describe el número de personas diferenciando tipo de actor y por género.



Cuadro 10. Número de asistentes a eventos a la plataforma de investigación San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	190	23
Técnicos	33	10
Otros	138	95
Total de asistentes	361	128

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

El manejo de la diversidad espacial, temporal, diseño de asociaciones y rotaciones, les permite a las familias tener mejor rentabilidad en sus sistemas. Con sistemas diversificados donde se intercalen al maíz con otros cultivos como frijol y calabaza, los resultados nos muestran que se logra una mejor rentabilidad. Uno de los aspectos fundamentales que buscan las familias es la obtención de alimentos, la asociación de cultivos les permite a las familias obtener en el corto, mediano y largo plazo productos para su alimentación: arvenses comestibles, flores de calabaza, ejotes y otras verduras, etc. De igual manera, con un plan de rotación se puede lograr la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, tomando en cuenta que dentro del plan de rotación un ciclo debe contemplar una leguminosa que se cultive para abonar el suelo para mejorar su fertilidad. Con esta práctica se estaría imitando al descanso que anteriormente se dejaba, con la diferencia que al utilizar leguminosas acertamos el tiempo de descanso (descanso mejorado).

El ir probando cultivos nuevos, soya y ajonjolí, que le generen ingreso al agricultor es fundamental, estos pueden ser componentes del plan de rotación.

El manejo de la diversidad de cultivos atrae insectos polinizadores y depredadores, con lo cual se reduce el uso de pesticidas. Es importante realizar muestreos de insectos para conocer la diversidad de estos que ayudan en el control biológico natural. Los expertos como el doctor Fernando Bahena de INIFAP sugieren colocar reservorios de agua y franjas de melaza en las parcelas para atraer depredadores, parasitoides y polinizadores; sin duda es un aspecto a tomar en cuenta en las siguientes investigaciones.



Chapeo de la vegetación para el establecimiento de cultivos en la plataforma de Investigación de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 31 de mayo de 2018.



Siembra de maíz y frijol en plataforma de investigación de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 31 de julio de 2018.



Emergencia de plantas de maíz y frijol en la plataforma de investigación de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 03 de agosto de 2018.



Cultivo de girasol en la plataforma de investigación de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 26 de octubre de 2018.



Día demostrativo para mostrar los resultados de los ensayos en la plataforma de investigación de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 26 de octubre de 2018.



Cosecha de maíz y frijol del experimento principal en la plataforma de investigación de San Miguel Tlacamama, Oaxaca, 04 de diciembre de 2018.

# San José Estancia Grande, Oaxaca – PV 2018 – Año cuatro

Gabriel García y Victoriano Evodio Cruz  
Instituto Tecnológico de Pinotepa

## Introducción

La plataforma de investigación a cargo del Instituto Tecnológico de Pinotepa se encuentra ubicado en el campo experimental “La Estancia”, en las coordenadas geográficas 16°21’ 03.65” LN y 98° 14’ 44.41” LO, a una altitud de 48 msnm, en la parte sureste del municipio de San José Estancia Grande, Oaxaca. Las condiciones climáticas de llanura de la costa oaxaqueña, con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de precipitación media de 1,000 a 1,500 mm y una temperatura media de 26-28°C (INEGI, 2008). La plataforma se enfoca a la investigación en maíz y cultivos asociados del trópico seco (ajonjolí, jamaica y frijol) bajo condiciones de temporal.

La importancia de la investigación radica en que a nivel municipio, el 42.5% del suelo tiene uso agrícola predominando el cultivo de maíz criollo en monocultivo bajo condiciones de temporal, con un período de lluvias que se concentra en los meses de junio a octubre, presentándose un período de canícula del 15 de julio al 23 de agosto, aproximadamente. En relación al sistema de producción, del total de la superficie agrícola registrada, un 35% es agricultura mecanizada, seguido de un 34% de agricultura con tracción animal (INEGI 2008). En el año agrícola 2018, se sembraron 237 ha de maíz y se cosecharon 195 ha, con un rendimiento promedio de 1,380 kg/ha (SIAP, 2019). La producción se enfoca principalmente para autoconsumo y en ocasiones, el excedente para la venta. Adicionalmente al maíz, en San José Estancia Grande se siembra chile, jamaica y ajonjolí con rendimientos promedio de 2,400 kg, 300 litros y 500 kg por hectárea, respectivamente (PMD, 2012); siempre y cuando haya un buen temporal.

En este sentido, para mejorar la productividad y rentabilidad agrícola en el municipio y la región se propone implementar y evaluar estrategias enfocadas a la agricultura de conservación, como es la siembra en camas anchas, dejar parcial (50%) y totalmente el rastrojo (100%) del cultivo anterior para conservar suelo e incrementar materia orgánica y realizar la rotación de cultivos alternos al maíz, los cuales puedan tolerar la sequía de la canícula (jamaica) o que requieran menos agua para cubrir su ciclo productivo (ajonjolí). De igual manera, se busca la implementación de cultivos de cobertura para la conservación del suelo y/o que restituyan la fertilidad de los mismos, como las leguminosas (frijol).

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La parcela donde se estableció la plataforma de investigación tiene el ciclo tres con agricultura de conservación o cuatro años de operación. Al inicio de las operaciones, se realizó un subsoleo a 40 cm de profundidad. La pendiente del terreno es de aproximadamente 2.1%, y una profundidad de 25 centímetros. El suelo es tipo franco-arenoso, con densidad aparente de 1.34 g/cm<sup>3</sup> y una CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) de 6.73 meq/100 g (Fertilab, 2016). El suelo presenta un drenaje superficial rápido susceptible a erosión hídrica leve. La precipitación media anual es de 1,100 mm. El terreno se localiza en las coordenadas geográficas 16°21’ 03.65” LN y 98° 14’ 44.41” LO, a una altitud de 48 msnm, en la unidad experimental “La Estancia” perteneciente al Instituto Tecnológico de Pinotepa, en el municipio de San José Estancia Grande, Oaxaca.

## Materiales y métodos

### *Tratamientos ensayo principal*

Con el objetivo de validar y dar a conocer en la región de la Costa Oaxaqueña, los beneficios de la agricultura de conservación; en la plataforma de investigación en San José Estancia Grande, Oaxaca se trabajó por 4to año consecutivo la siembra de maíz en la modalidad de camas anchas permanentes (1.6 m), remoción diferenciada del rastrojo del cultivo anterior (0%, 50% y 100%) y el manejo de monocultivo y rotación de especies alternativas manejados en la región (vigna-frijol y ajonjolí); todo ello con su referencia del manejo convencional de la región (testigo). Todo lo anterior permitió tener nueve diferentes tratamientos evaluados en el ciclo PV 2018 (cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la plataforma de investigación en San José Estancia Grande, Oaxaca en el ciclo PV 2018.

Número de Tratamiento	Abreviación	Rotación*	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	M,CCA,R	Maíz	Labranza convencional y camas anchas	Remover
2	M,CPA,R	Maíz	Camas permanentes anchas	Remover
3	M,CPA,D	Maíz	Camas permanentes anchas	Dejar (100%)
4	MF,CPA,D	<u>Frijol</u> - Maíz	Camas permanentes anchas	Dejar (100%)
5	VM,CPA,D	<u>Maíz</u> - frijol	Camas permanentes anchas	Dejar (100%)
6	MA,CPA,D	<u>Ajonjolí</u> - Maíz	Camas permanentes anchas	Dejar (100%)
7	AM,CPA,D	<u>Maíz</u> - Ajonjolí	Camas permanentes anchas	Dejar (100%)
8	MA,CPA,P	<u>Ajonjolí</u> - Maíz	Camas permanentes anchas	Parcial (50%)
9	AM,CPA,P	<u>Maíz</u> - Ajonjolí	Camas permanentes anchas	Parcial (50%)

\*Se subraya el cultivo sembrado en el ciclo PV 2018.

### *Tratamientos área de validación*

De igual manera, considera la diversidad de cultivos establecidos en la Costa Oaxaqueña, se estableció un ensayo en jamaica criolla, analizando la respuesta de la planta a la aplicación de promotores sintéticos y biológicos para el crecimiento radical, con el objetivo de favorecer un mayor desarrollo de raíz y con ello favorecer una mayor producción y resistencia a sequía. Los tratamientos evaluados en el ciclo PV 2018 se indican en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el área de validación en San José Estancia Grande, Oaxaca en el ciclo PV 2018.

Número de Tratamiento	Abreviación	Tratamiento*	Práctica de labranza		Material
1	AIB	Ácido Idol-3-Butírico (2 L/ha)	Camas anchas	permanentes	Jamaica criolla
2	T	Testigo	Camas anchas	permanentes	Jamaica criolla
3	M	Micorrizas (2 kg/ha)	Camas anchas	permanentes	Jamaica criolla

\*Se evaluó la dosis comercial del producto para cultivos anuales

### **Resumen del ciclo del reporte**

En el ciclo agrícola PV 2018 se prolongó el período de sequía, siendo el período normal de canícula del 15 de julio al 23 de agosto; razón por la cual la siembra se realizó el 21 de agosto; no obstante, la primera lluvia fuerte (35 mm/evento) se presentó hasta el día 9 de septiembre. Dicho retraso en las lluvias afectó el porcentaje de germinación, teniendo desde un 25% (T9) hasta un 70% (T1). Posteriormente, el 10 de septiembre se presentó daño causado por vacas, por lo que se tuvo que resembrar todos los tratamientos el día 14 de septiembre de manera manual, debido a que el exceso de humedad no permitió el uso de maquinaria. Después de la resiembra, se presentaron dos eventos de lluvia de 40 mm/día cada uno (19 y 20 de septiembre) afectando la germinación del T1 y ajonjolí. Durante el ciclo del cultivo, se presentaron lluvias ligeras (4 a 20 mm/evento), excepto el día 25 de octubre (50 mm/evento) y 09 de noviembre (110 mm/evento). Al finalizar el ciclo (14 de septiembre al 14 de diciembre de 2018), el cultivo de maíz estuvo expuesto a una lluvia total 334 mm. En los períodos fuertes de lluvias se tuvo problemas de *Rhizoctonia sp*, sobre todo en el bloque 1, disminuyendo la densidad de población en maíz.

Así mismo, en la segunda fecha de siembra, tanto el cultivo de ajonjolí y vigna se vieron afectados por las condiciones climáticas descritas anteriormente, presentándose una nula emergencia en *Vigna sp* (T4) y germinación desuniforme en ajonjolí (T6 y T8). En el caso del T4 se optó por resembrar con frijol negro criollo de la región, obteniendo emergencia superior al 90%, sin embargo, el material no terminó su ciclo de vida debido a lo tardío de la siembra y la disminución de la lluvia. Por su parte, en el cultivo de ajonjolí, la baja población por unidad de superficie, obligó a realizar una resiembra el 21 de septiembre con resultados fueron poco favorables.

Otro problema que se presentó en el manejo de malezas, principalmente de pastos, debido a la aplicación desfasada o lavado por lluvia de los productos de contacto; afectando el desarrollo y rendimiento del cultivo.

### **Manejo de la plataforma**

La actividad de limpieza y chapeo de las malezas y arbustos de la plataforma y área de validación se realizó el 18 de agosto de 2018, con ayuda una chopper acoplada a toma de fuerza del tractor John Deere 5065E. A continuación, el 20 de agosto se llevó a cabo el trazo de todas las unidades experimentales; así como el barbecho y rastra en el T1. El 21 de agosto se realizó la siembra del maíz variedad V-560, a una densidad de siembra de 62,500 plantas/ha e inmediatamente después se aplicó herbicida a una dosis de 4 L/ha (3 L de Coloso Total (Glifosato) + 1 L de Hierbamina (2,4-D)). El 31 de agosto se dio la primera aplicación de N (urea + DAP), en etapa V2, aportando el 30% de la demanda total de 50.3 unidades de N/ha. A los 10 días posteriores se presentó daño por animales, causando un daño superior al 90% en el cultivo.

En una segunda etapa, el 10 de septiembre se realizó un “chapeo químico” con Secador (Paraquat) a dosis de 4 L/ha, posteriormente el 13 de septiembre se realizó nuevamente barbecho, rastra, surcado y

conformación de camas en cada uno de los tratamientos. El día 14 de septiembre, nuevamente se llevó a cabo la siembra de maíz V-560 y *Vigna* sp, mientras que el ajonjolí variedad Rio grande se llevó a cabo el 21 de septiembre. A los 7 días se presentó la emergencia de maíz y se presentó daño causado por pájaro negro (zanates), lo que impulsó la colocación de cintas plásticas y varas con lata de aluminio, para ahuyentar a las aves. La fertilización consistió en suplir la demanda de 55.3 unidades de N/ha (valores obtenidos considerando extracción del cultivo, rendimiento meta de 5 t/ha, fertilidad del suelo y 30% más de N para la descomposición de residuos de maleza y cosecha). El suministro se realizó con urea, aplicando en chorrillo (sin enterrar) a la base de la planta. La primera fertilización se realizó en etapa V2 (21 de septiembre), aplicando 48.08 kg/ha de urea, lo que representó el 40% de aporte de N total. La segunda dosis (40%) se realizó en etapa V8 (19 de octubre) y el 20% restante en etapa de espigamiento (29 de octubre), aplicando 24.04 kg/ha de urea. El control de malezas, principalmente pasto, fue a base de herbicidas de contacto de manera dirigida. Las aplicaciones postemergentes se realizaron el 1 de octubre, utilizando 3 L/ha de Gramoxone (Paraquat) + 1 kg/ha de Gesaprim 90 (Atrazina), el 5 de noviembre se aplicó 2 L/ha de Gramoxone (Paraquat) + 1 L/ha de Coloso Total (Glifosato). Con respecto a plagas y enfermedades, no se llevó a cabo el control debido a que el daño no superó el umbral económico. La cosecha del maíz se realizó el 14 de diciembre de 2018, con un rango de humedad del 10 al 17% a nivel de grano.

Para el caso de ajonjolí, a los 30 días después de la siembra se aplicó N, a una dosis de 24.04 kg/ha de urea en chorrillo. De igual manera se realizaron dos aplicaciones de herbicidas de contacto, de forma dirigida, para el control de pastos y hoja ancha: la primera aplicación fue el 1 de octubre, utilizando Gramoxone (Paraquat) a dosis de 3 L/ha y la segunda el 5 de noviembre con Secador® Paraquat a dosis de 3 L/ha. Para el control de plagas se aplicó Valtar (bifentrina) a una dosis de 0.5 L/ha. La cosecha se realizó el 18 de diciembre de 2018.

### ***Manejo del área de validación***

Para el caso del área de validación, el 10 de septiembre se llevó a cabo el barbecho y posteriormente el 17 de septiembre se realizaron dos pasos de rastra y la conformación de camas anchas a 1.6 m de ancho. El 21 de septiembre se sembró la jamaica variedad chica-criolla. La inoculación de la semilla se realizó utilizando dos fuentes: a) hormona sintética (Fastroot: ácido indol-3-butírico al 0.03%) a una dosis de 2 L/ha y b) biofertilizante (Biofert: micorrizas con 40,000 esporas/kg) a dosis de 2 kg/ha. El tratamiento se aplicó a la semilla, sumergiendo y/o impregnando en el producto durante 5 min; posterior a ello, se procedió a la siembra directa. La siembra se realizó en camas anchas a doble hilera, colocando 2-3 semillas a una distancia de 50 cm entre plantas y 70 cm entre hileras, bajo un arreglo en tres bolillos. El cultivo no se fertilizó, sólo se realizaron dos aplicaciones de Secador (Paraquat) a dosis de 2 L/ha, de forma dirigida, para el control de pastos y malezas de hoja ancha. La cosecha se realizó el 6 de diciembre de 2018.

## **Resultados**

### ***Ensayo principal***

La producción obtenida en el ciclo PV 2018 fue variable en cada uno de los tratamientos. Por ejemplo, en el caso del maíz, el máximo rendimiento en grano se obtuvo en el tratamiento T3 (M,CPA,D) con  $0.650 \pm 0.298$  t/ha, hasta una nula producción de grano en el T1 (M,CCA,R). Con respecto al cultivo de ajonjolí, sólo se obtuvo cosecha en el T6 (MA,CPA,D) con  $107 \pm 0.035$  t/ha. En frijol no se obtuvo cosecha (figura 1).



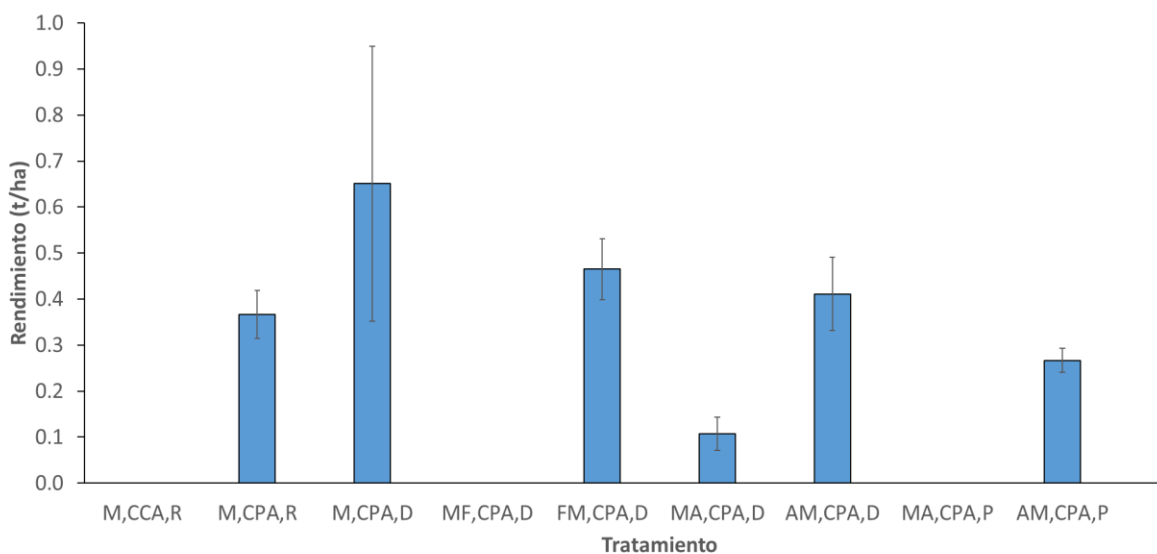


Figura 1. Rendimiento de los diferentes cultivos manejados en sistemas de labranza en la plataforma San José Estancia Grande, Oaxaca, durante el ciclo PV 2018. Abreviaciones: M= Maíz, MF= Maíz-Vigna, MA= Maíz-Ajonjolí, CPA= Camas permanentes anchas, R= Retirar 100% rastrojo, D= Dejar 100% y P= Incorporar 50%.

Otro de los parámetros donde hubo diferencias, con respecto a la siembra de 62,500 plantas/ha, teniendo una disminución mayor al 50%. En maíz, la mayor densidad estuvo en el T3 (M,CPA,D) con 20,521 plantas/ha y la menor en T1 (M,CCA,R) con 9,375 plantas/ha. En el caso del ajonjolí, cuya densidad de referencia fue de 250,000 plantas/ha, se tuvo una población máxima de 28,906 plantas/ha (figura 2).

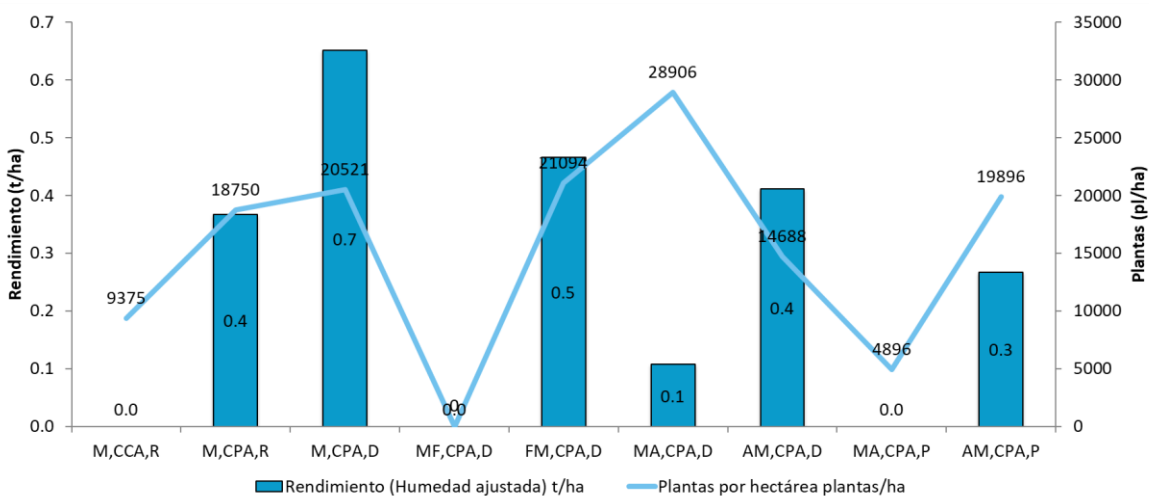


Figura 2. Densidad de población y rendimiento bajo diferentes sistemas de labranza, plataforma San José Estancia Grande, Oaxaca, ciclo PV 2018. Abreviaciones: M= Maíz, MF= Maíz-Vigna, MA= Maíz-Ajonjolí, CPA= Camas permanentes anchas, R= Retirar 100% rastrojo, D= Dejar 100% y P= Incorporar 50%.

Con respecto al peso de 1,000 granos en el cultivo de maíz, dichos valores fueron muy similares en la mayoría de los tratamientos, teniendo valores de 185.28 a 198.59 g; excepto en el T1 cuyo valor fue de 53.35 g (figura 3).

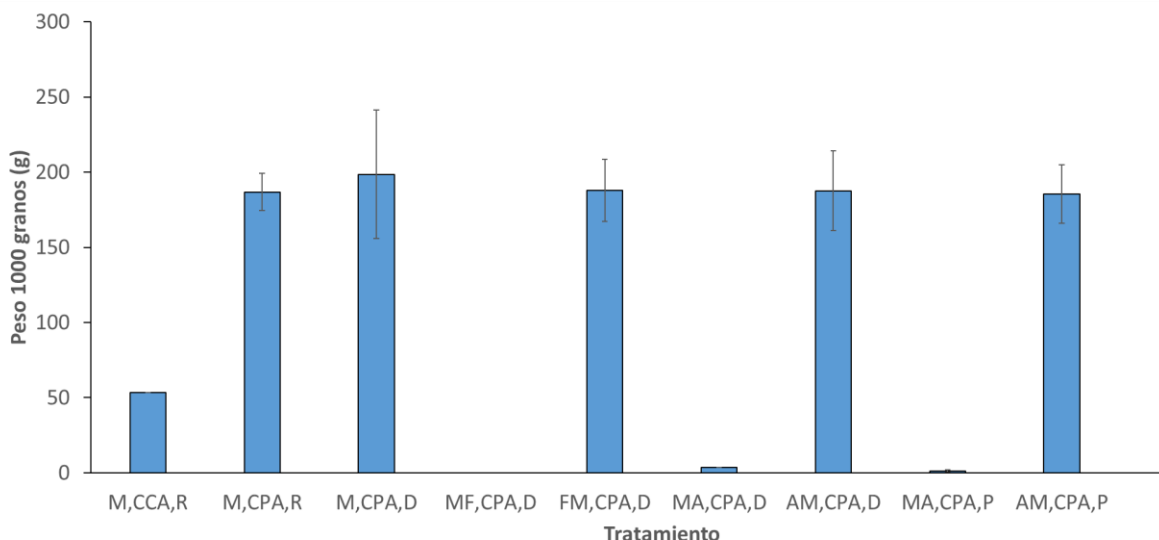


Figura 3. Peso de grano bajo diferentes sistemas de labranza plataforma San José Estancia Grande, Oaxaca, ciclo PV 2018. Abreviaciones: M= Maíz, MF= Maíz-Vigna, MA= Maíz-Ajonjolí, CPA= Camas permanentes anchas, R= Retirar 100% rastrojo, D= Dejar 100% y P= Incorporar 50%.

De igual manera, aunque se obtuvo producción, el valor económico de la misma no permitió recuperar los costos de producción. Lo anterior se refleja en la relación beneficio/costo, donde la menor pérdida se presentó en el T3 (M,CPA,D), donde se recuperó 0.25 pesos por cada 1.00 peso invertido, mientras que se obtuvo pérdida total en los T1 (M,CCA,R) y T4 (MF,CPA,D) (figura 4).

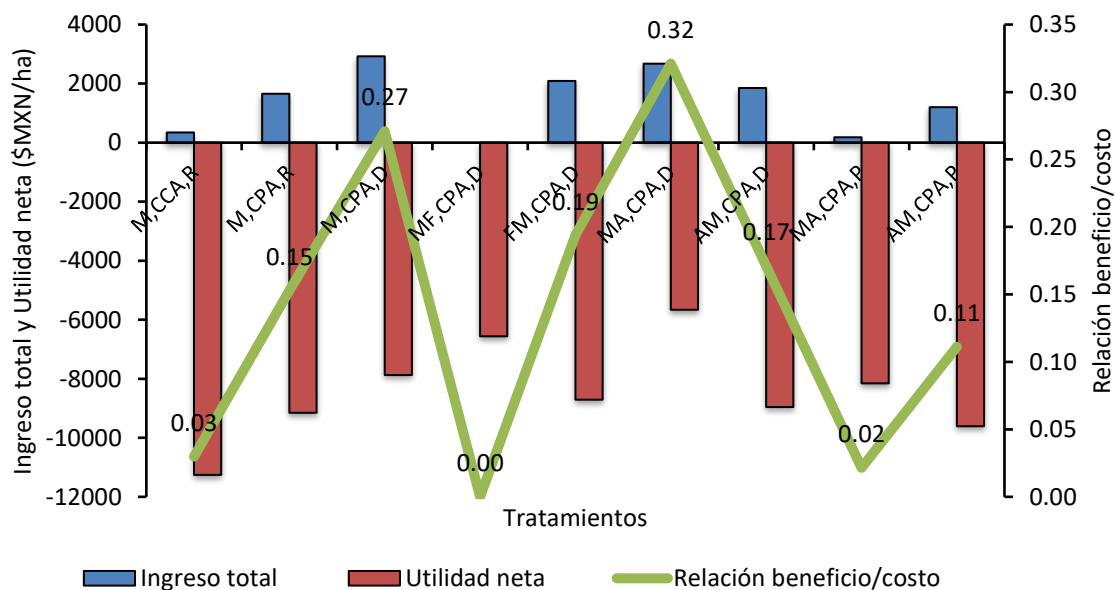


Figura 4. Resultados económicos y relación beneficio/costo en cada uno de los diferentes sistemas de labranza en plataforma San José Estancia Grande, Oaxaca, ciclo PV 2018. Abreviaciones: M= Maíz, MF= Maíz-Vigna, MA= Maíz-Ajonjolí, CPA= Camas permanentes anchas, R= Retirar 100% rastrojo, D= Dejar 100% y P= Incorporar 50%.

### Área de validación

En la evaluación preliminar de los diferentes enraizadores y su efecto en el desarrollo del cultivo de jamaica, no se presentó diferencias significativas a nivel de peso seco de tallos, hojas, cáliz, fruto y semilla (cuadro 3). No obstante, visualmente se observó plantas de mejor calidad en los tratamientos con hormonas sin que esto se reflejara en las variables evaluadas; razón por la cual es conveniente continuar con evaluaciones similares.

Cuadro 3. Materia seca de los órganos vegetales de jamaica en cada tratamiento evaluado en el área de validación.

Tratamiento	Peso seco (g) de órganos vegetales			
	Tallos	Hojas	Cáliz	Fruto y semilla
Ácido Indol-3-butírico	22.054 a*	14.226 a	6.500 a	29.126 a
Testigo	18.575 a	10.113 a	4.819 a	15.836 a
Micorrizas	15.386 a	8.025 a	4.777 a	21.303 a

\*Los valores son promedio de 10 repeticiones. Medias con letra similar en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

El día 09 de noviembre de 2019 se tuvo un día de campo donde se dio a conocer los trabajos y resultados relacionados a la agricultura de conservación, uso de biofertilizantes (micorrizas y auxinas) y papel de las leguminosas en la nutrición del suelo. Para ello se contó con la asistencia de 70 personas, de las cuales, 9 fueron productores y 1 técnico PROAGRO (cuadro 4)

Cuadro 4. Perfil laboral de los asistentes al día de campo en la plataforma de investigación de San José Estancia Grande, Oaxaca.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	9	0
Técnicos	1	0
Otros	24	26
Total de asistentes	34	26

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

En perspectiva, la diferencia en producción en cada uno de los tratamientos evaluados estuvo influenciado por la densidad de población, parámetros que fue más variable y congruente dentro de cada tratamiento. Adicionalmente, algunos factores que contribuyeron a la variabilidad y a su vez en una mejor producción fueron: a) la siembra tardía (14 de septiembre) producto de un retraso en las lluvias y el daño por animales, b) el cambio de material (DK-390) manejado en ciclos anteriores, por un material más precoz (V-560), debido a lo tardío de la siembra, c) diferencias en porcentaje de emergencia debido a las lluvias fuertes

(19 y 20 septiembre), lo que provocó en el T1 (testigo) una compactación de la capa superficial del suelo (costra) y con ello una baja (inferior al 50%) o nula emergencia del maíz; aunado a ello muerte de plantas en el bloque 1 por exceso de humedad.

Así mismo, es importante resaltar que bajo las condiciones climáticas poco favorables para la producción agrícola 2018 en la Costa Oaxaqueña, todos los tratamientos de maíz bajo agricultura de conservación fueron mejor e incluso se obtuvo cosecha de grano, sobresaliendo el T3 (siembra de maíz en camas anchas permanentes, sin rotación y dejando el 100% del rastrojo); comparado con la forma de producir del productor.



Limpieza y chapeo de la maleza previo a la reformación de camas y/o barbecho en la plataforma y área de validación en San José Estancia Grande, Oaxaca, 18 de agosto de 2018.



Siembra manual de maíz, ajonjolí y frijol (segunda fecha) en los diversos tratamientos en la plataforma de investigación de San José Estancia Grande, Oaxaca, 14 de septiembre de 2018.



Aplicación manual de la primera dosis de fertilización en maíz, en la plataforma de investigación de San José Estancia Grande, Oaxaca.



Aplicación dirigida de herbicidas de contacto para el control de pastos, principalmente, en la plataforma de investigación de San José Estancia Grande, Oaxaca, 01 de octubre de 2018.



Práctica docente de análisis de crecimiento en maíz en la plataforma de investigación de San José Estancia Grande, Oaxaca, 26 de octubre de 2018.



Día de campo en la plataforma de investigación de San José Estancia Grande, Oaxaca, 9 de noviembre de 2018.

# Santo Domingo Yanhuitlán-II, Oaxaca – PV 2018 – Año uno

Fernando Romero Santillán y Leodegario Osorio Alcalá  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

## Introducción

La producción agrícola y pecuaria son de las actividades económicas más importantes en la región de la Mixteca Oaxaqueña, por la importancia en la producción de granos básicos, cereales y proteína de origen animal, ambas actividades son complementarias en la mayoría de las unidades de producción familiar. Esta complementariedad se da con el uso de los esquilmos agrícolas en la alimentación de los rumiantes, la cual, en la mayoría de los casos, se basa en el pastoreo de los rastrojos después de la cosecha de los granos o cereales, por lo cual esta actividad se ha asociado a efectos negativos sobre la vegetación natural y el suelo agrícola, por una compactación constante y un sobre pastoreo que reduce de la cantidad de materia orgánica del rastrojo que se incorpora al suelo. Aunado a los efectos anteriores la productividad de la actividad pecuaria se ve afectada por la baja calidad de la alimentación que se obtiene bajo este sistema de pastoreo en rastrojos. Por lo anterior, la definición de un esquema de producción de forrajes de corte, así como el establecimiento de praderas de gramíneas asociadas con leguminosas bajo temporal, podrá ser una alternativa para los productores de la región mixteca que estén implementado el sistema de agricultura de conservación, de tal manera de demostrar que es factible combinar la actividad agrícola con la pecuaria pero conservando el recurso suelo y proponer un sistema de producción integrado que les permita generar ingresos en condiciones de temporal.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

Esta plataforma de investigación sobre especies forrajeras se inició en 2018 y es la única que se desarrolla hasta el momento en el Estado de Oaxaca, se planteó para su establecimiento durante el período de lluvias, con especies de forrajes solos o combinados donde se incluyen cereales y leguminosas, así como otras especies como canola y pastos introducidos. La investigación está planteada para rotar los cultivos en los ciclos posteriores, es decir, donde se ubiquen los cereales (sorgo, maíz) y canola, al siguiente ciclo se establecerán las asociaciones de evo con avena y con triticale. Con base en el diagnóstico de parcela se determinó acondicionar el suelo mediante una roturación a 40 cm de profundidad para favorecer un mejor desarrollo del sistema radicular y mayor conservación del agua de lluvia. Se plantea realizar el pastoreo controlado del ganado ovino con base a la cantidad de forraje que se estime en los tratamientos de avena y triticale con evo, así como la asociación de pasto con veza, bajo un pastoreo controlado, para cuantificar el forraje consumido por el ganado y la cantidad que se desperdicia, aunado a cuantificar si se produce una compactación del suelo por el pastoreo controlado. El objetivo del proyecto es evaluar diversas especies forrajeras en monocultivo y asociadas en el sistema agricultura de conservación con un régimen hídrico de temporal, para determinar su potencial forrajero y eficiencia en el uso del agua, pastoreo directo y corte, como alternativa de simbiosis entre la producción agrícola y ganadera.



## Materiales y métodos

### Tratamientos

En el cuadro 1 se describen los tratamientos evaluándose en condiciones de temporal durante el ciclo PV-2018, en la plataforma de investigación. Se describen los cultivos en rotación que se implementaron en 2018 y que continuarán en 2019, así como el método de aprovechamiento del forraje, ya sea corte manual o mediante el pastoreo controlado con ganado ovino. En todo el lote el suelo fue previamente acondicionado con una roturación usando un cincel de tres ganchos para roturar.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en plataforma durante el ciclo PV-2018, en condiciones de temporal, Santo Domingo Yanhuitlán, Oax; ciclo PV-2018.

No. de trat.	Abreviación	Cultivo	Rotación	Método de Cosecha	Manejo de rastrojo
1	PaVe, Pas	Pasto + Veza	Veza (resiembra)	Pastoreo	Ninguno
2	Mz-AvE, Cor	Maíz	Avena + Ebo	Corte en verde	Dejar rastrojo
3	Sg-Cn, Cor	Sorgo	Canola	Corte en verde	Dejar rastrojo
4	Cn-TclE, Cor	Canola	Triticale + Ebo	Corte en verde	Dejar rastrojo
5	AvE-M, PasCor	Avena + Ebo	Maíz	Pastoreo 50% corte en verde 50%	Dejar rastrojo
6	TclE-Sg, PasCor	Triticale + Ebo	Sorgo	Pastoreo 50% corte en verde 50%	Dejar rastrojo

Abreviaturas: PaVe, Pas= pasto veza y pastoreo; Mz-AvE, Cor= maíz-avena con ebo y corte; Sg-Cn, Cor= sorgo-canola y corte; Cn-TclE Cor= canola-triticale y corte; AvE-M, PasCor= avena-maíz pastoreo corte.

### Resumen del ciclo del reporte:

Durante el período desde el establecimiento del primer cultivo (maíz y sorgo) la precipitación acumulada en la plataforma fue de 406 mm hasta el día 10 de noviembre, estas precipitaciones presentaron en una manera no uniforme a lo largo de los meses, lo que origino en los cultivos épocas de estrés por falta de humedad, en el caso de la parcela de pasto sembrado al voleo debido a la lluvia ocurrida el día 12 del mes de septiembre de 54 mm, se anego el espacio por la acumulación del agua que corrió de la parte superior del terreno y esto causo que se perdiera el cultivo por el exceso de agua.

### Manejo de la plataforma

Se establecieron seis tratamientos en franjas apareadas con rotación por ciclo anual desarrollados durante tres años, los cultivos serán: 1: Pasto llorón (*Agrostis curvula*) + Banderita (*Bouteloa curtipendula*) + Veza (*Vicia velluda*), 2: Maíz criollo blanco Jaltepec, 3: Canola (Canomex), 4: Sorgo gavatero, 5: Triticale Bicentenario + ebo, 6: Avena Cuauhtémoc + ebo. Todos los tratamientos se sembraron con una labranza mínima, lo que consistió en un subsuelo del suelo a 40 cm, una pasa de rastra y en el caso de maíz y sorgo se usó la sembradora mecanizada, neumática del bajío, en los tratamientos de avena y triticale asociados

con evo se usó la sembradora multiusos-multicultivos, los tratamientos de pasto + veza y de canola la siembra fue manual en surcos.

La fertilización empleada por cultivo fue:

- Pasto + veza:

Dosis: 20-20-00, SAM + DAP, en un solo momento durante el desarrollo del cultivo.

- Maíz:

Dosis: 140-40-60, 10 Mg SulfaMag + urea, fraccionada en tres momentos a la siembra y en el desarrollo en dos momentos.

- Sorgo:

Dosis: 130-60-60, SAM+DAP+KCL, fraccionada en dos momentos a la siembra y en el desarrollo.

- Canola:

Dosis: 80-50-40, SAM +DAP + KCl, fraccionada en dos momentos a la siembra y en el desarrollo.

- Avena + ebo:

Dosis: 60-60-40, SAM+DAP+KCL, fraccionada en dos momentos a la siembra y en el amacollo.

- Triticale +ebo:

Dosis: 80-60-40, SAM+DAP+KCL, fraccionada en dos momentos a la siembra y en el amacollo.

Los tratamientos de avena + ebo y triticale + ebo, en la mitad de la parcela se usó el pastoreo directo de los ovinos, los cuales se asignó el área de acuerdo al rendimiento calculado de materia seca y el consumo por día de los animales en base a su peso vivo, asignado franjas por día y midiendo la compactación del suelo antes de entrar a pastorear y posterior al pastoreo.

## Resultados

En la figura 1, se observa la cantidad de lluvia acumulada por cultivo durante el período de siembra a la fecha del corte de forraje para la estimación de materia verde y seca, notándose que los cultivos que recibieron mayor cantidad de agua fueron el maíz y sorgo con 431 y 427 mm, respectivamente, la canola registró 395 mm, las mezclas de avena y triticale con evo recibieron 334 mm, mientras que la asociación pasto con veza solo 250 mm, esto debido a que las especies tuvieron distintas fechas de siembra. En general, se observa que, excepto el maíz y sorgo las otras especies recibieron baja cantidad de agua durante su desarrollo.

### **Cantidad de agua acumulada por cultivo.**

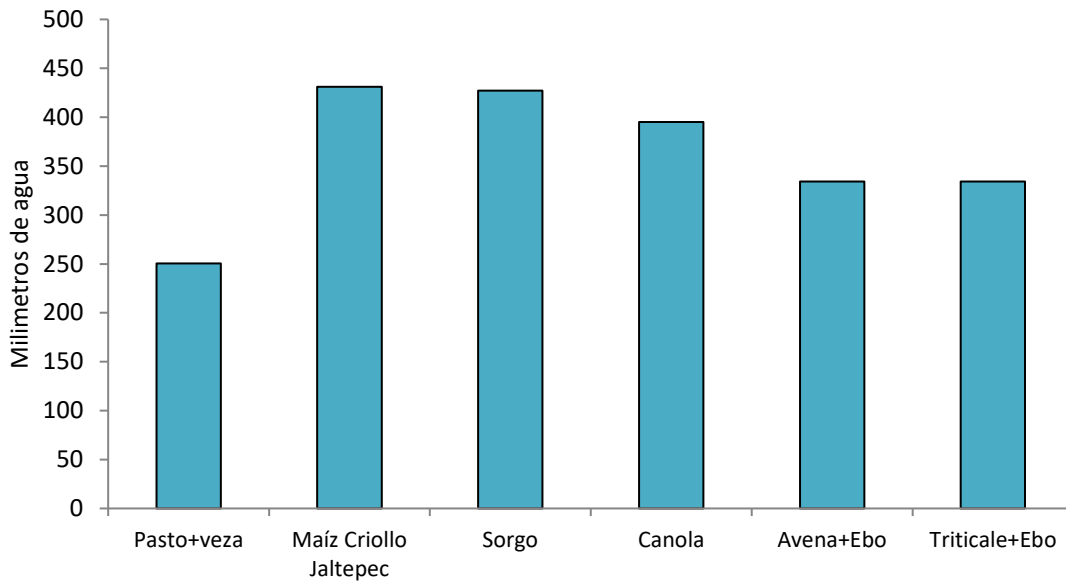


Figura 1. Cantidad de agua recibida por especie de la siembra a fecha de corte en Santo Domingo Yanhuitlán, Oax; ciclo PV-2018.

### **Rendimiento de materia verde y seca en especies**

Con base a las estimaciones de rendimiento de materia verde y seca, los resultados se reportan en la figura 2. El maíz criollo mostro mayor desarrollo, lo que repercutió en una mayor cantidad de materia verde 35.6, continuó la canola con 20 t/ha y la asociación de avena con evo con 17.3 t/ha; mientras que la menor producción fue con la asociación de pasto con veza. En la producción de materia seca, estuvo relacionada con el rendimiento de materia verde, el maíz obtuvo 16.3 t/ha, el resto de las especies su rendimiento de materia seca osciló entre 3.9 (triticale con evo) y 4.7 t/ha de pasto con veza. La diferencia entre el rendimiento de materia verde y seca, es agua acumulada que contiene la planta, siendo el maíz el que contuvo mayor cantidad. Para la alimentación de cualquier especie de ganado, puede ser más aprovechable el alimento en materia seca, lo mismo puede ocurrir si se considera para la venta de forraje. En el caso del sorgo, la variedad utilizada es más para la producción de grano, además que es una especie que requiere mayor temperatura para lograr un mejor desarrollo. La canola tuvo una adecuada producción de materia verde, pero su rendimiento de materia seca baja mucho cuando se pone a secar.

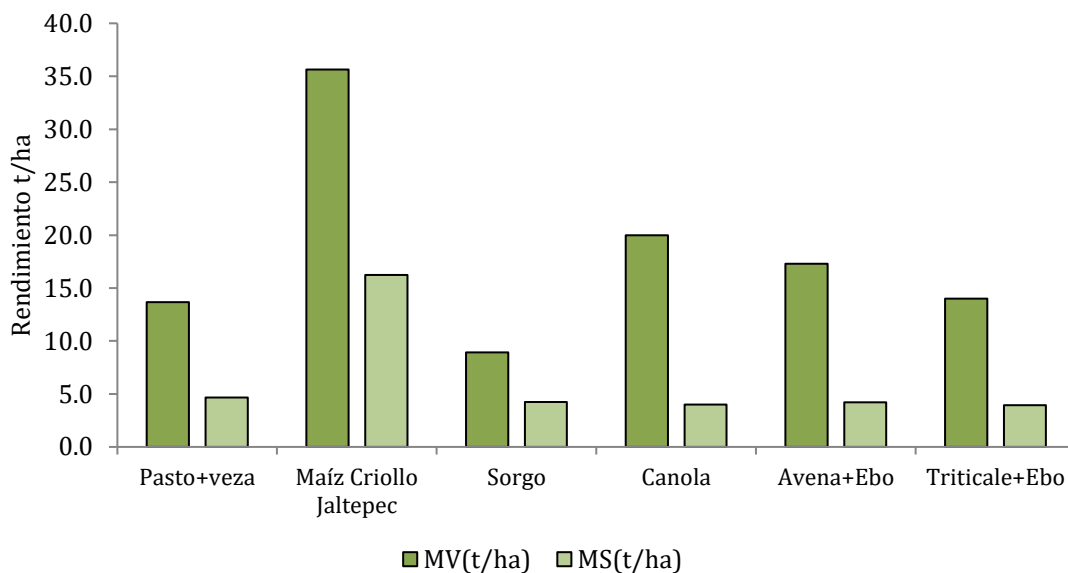


Figura 2. Rendimiento de materia verde y seca por especie en Santo Domingo Yanhuatlán, Oax; ciclo PV-2018.

Ventajas de asociaciones gramíneas con leguminosas. Se produce un forraje de mayor calidad para el ganado; con el cereal (avena, triticale) se produce fibra y la leguminosa aporta más proteína para el ganado, lo que permite obtener un forraje más nutritivo en condiciones de temporal donde el agua es una limitante. Adicional a lo anterior otra ventaja de estas asociaciones es que el ebo (leguminosa) tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, mejorando su nivel nutrimental para los cultivos que se siembren en el siguiente ciclo, por lo que puede ser una alternativa viable para pequeños productores porque estarían produciendo alimento de mayor calidad y mejorando su suelo de manera natural.

### ***Rendimiento de materia seca y Eficiencia en el Uso del Agua***

Dado que estos cultivos pueden ser una alternativa forrajera para ambientes de temporal, es muy importante conocer la cantidad de agua que utilizan para producir un kilo de materia seca, por ello se estimó la Eficiencia en el Uso del Agua (kg/mm), con base a la cantidad de materia seca producida en cada especie y la cantidad de agua de lluvia recibida durante el periodo de siembra a la fecha de corte (figura 3). Por el mayor crecimiento del maíz, fue la especie que reportó el valor más alto (37.6 kg/mm), muy superior a las otras especies, aunque la asociación pasto con veza también tuvo una alta eficiencia con un valor de 18.6, la avena con ebo de 12.5, el sorgo fue la especie con menor eficiencia en esta variable 9.9 kg/mm de agua.

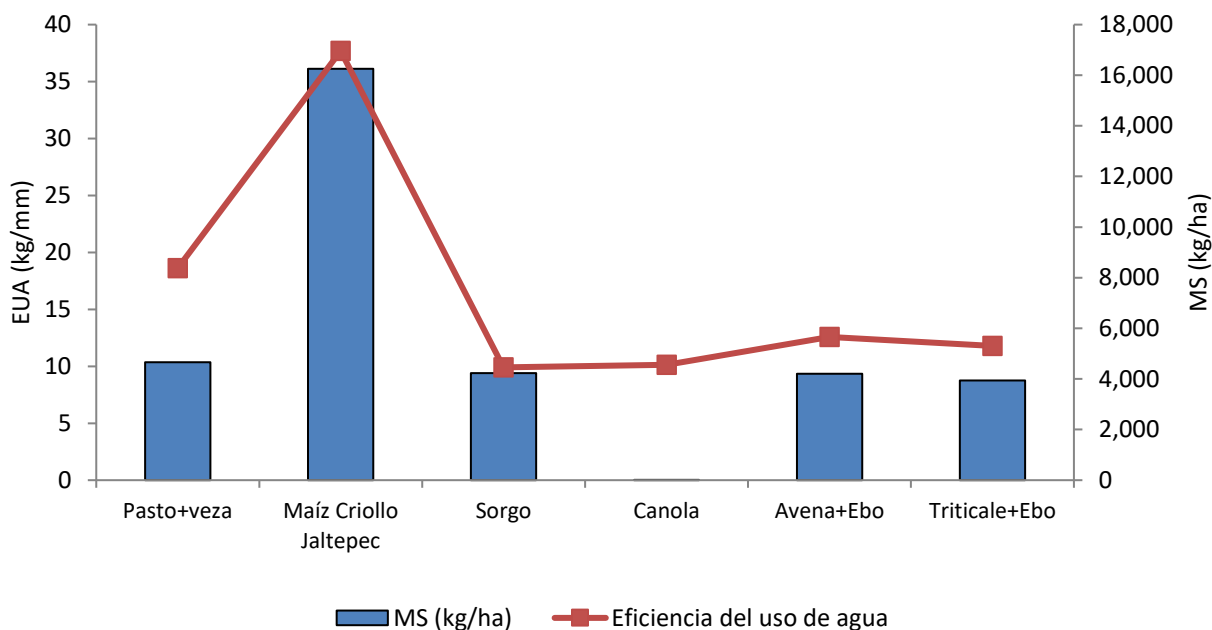


Figura 3. Eficiencia en el uso del agua y rendimiento de materia seca por especie en Santo Domingo Yanhuitlán, Oax; ciclo PV-2018.

Debido a que las especies evaluadas tienen diferente ciclo vegetativo, en el cuadro 2 se observa que el maíz fue la especie que tuvo el mayor período entre la fecha de siembra y de corte (137 días), seguido de sorgo; mientras que las asociaciones de avena y triticale con ebo, tuvieron el menor período, la diferencia fue de 53 días para obtener forraje cuando se siembra maíz criollo Jaltepec y la asociación avena y triticale con ebo. Los valores de índice de eficiencia diaria señalan que el maíz tuvo los valores más altos con 118.9 kg de materia seca diaria por hectárea, posteriormente continuó la avena con ebo con 50 kilos, mientras que el sorgo tuvo el valor más bajo 33.6 kg.

Cuadro 2. Fechas de siembra y días a corte para estimación de forraje en diversas especies cultivadas bajo temporal, ciclo PV-2018 en Santo Domingo Yanhuitlán, Oax.

Especie	Fecha de siembra	Días a corte forraje	Índice de eficiencia diaria (kg/ha)
Maíz	6/07/2018	137	118.9
Sorgo	6/07/2018	125	33.6
Canola	11/08/2019	93	45.8
Avena + Ebo	11/08/2018	84	50
Triticale + Ebo	11/08/2018	84	46.2

En los tratamientos de avena con ebo después del pastoreo no se observó compactación por el movimiento del ganado posterior al pastoreo controlado, pero sí hubo ligera compactación en el mismo tratamiento cuando se realizó el corte del forraje, posiblemente por el pisoteo de los jornales que cortaron, juntaron y acarrearón el forraje. En el tratamiento de triticale con ebo, se observó un efecto de compactación en el nivel de 15 a 30 cm de profundidad cuando se realizó el corte manual del forraje. En general, ocurrió una ligera compactación en el nivel de 15 a 30 cm, siendo mayor este efecto cuando el

corte del forraje fue manual. Estas condiciones fueron por el contenido de humedad que había en el suelo cuando se realizó el corte del forraje.

Uno de los objetivos de evaluar algunos forrajes para condiciones de temporal en la región de la Mixteca es identificar aquellos que puedan ser aprovechados directamente mediante el pastoreo controlado de los ovinos, y demostrar que con la carga animal adecuada no se afecta el suelo por la compactación. En la figura 4, se muestran los niveles de compactación en diferentes profundidades en los tratamientos de avena-ebo y triticale-ebo mediante el pastoreo o el corte y acarreo.

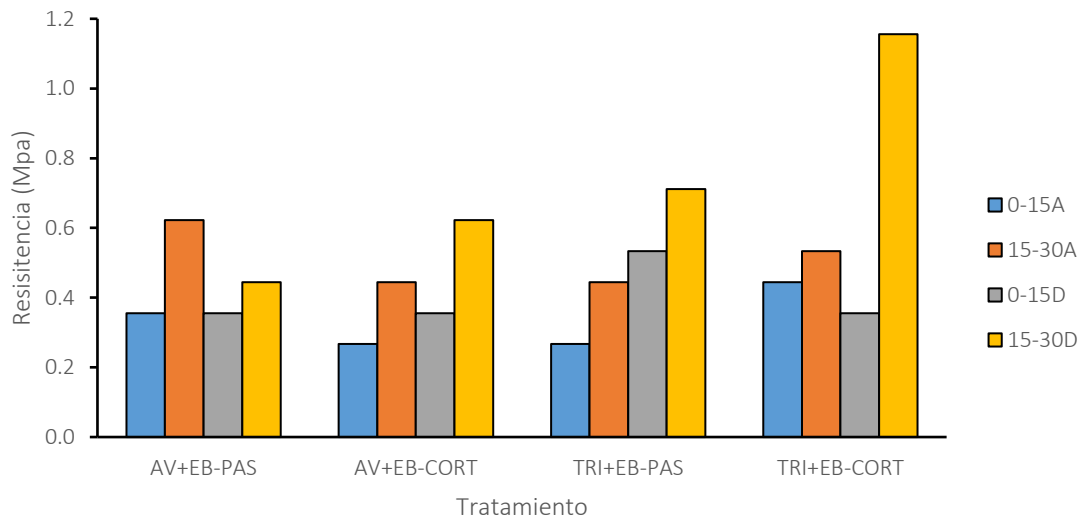
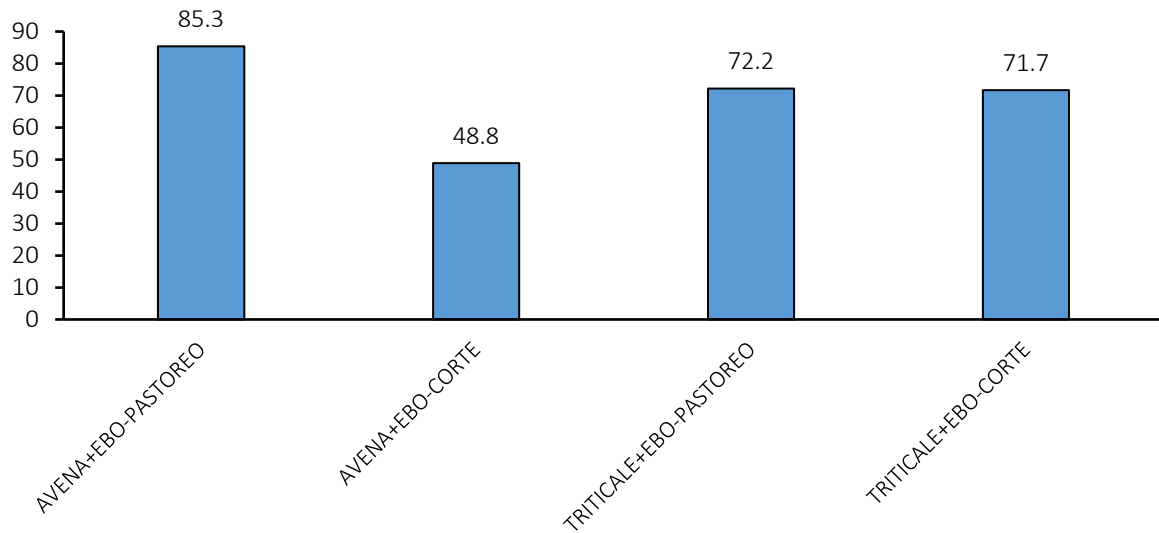


Figura 4. Valores de resistencia a la penetración después del corte o pastoreo en diversas especies cultivadas en temporal, Santo Domingo Yanhuitlán, ciclo PV-2018. Abreviaciones: AV+EB-PAS: avena-ebo en pastoreo; AV+EB-COR: avena-ebo de corte veza; TRI+EB-PAS: triticale-ebo en pastoreo y TRI+EB-COR: triticale-ebo de corte.

Se observó mayor porcentaje de cobertura integrada por restos del forraje y de la presencia de estiércol, en el tratamiento de avena con ebo cuando fue pastoreado, después continuó la mezcla de triticale con ebo. Cuando estos tratamientos fueron cortados manualmente, la cantidad de cobertura fue menor.

Figura 5. Porcentaje del suelo con cobertura de rastrojo en distintas especies cultivadas bajo temporal,



Santo Domingo Yanhuatlán, ciclo PV-2018.

Se observó que el pastoreo controlado no tiene efecto de compactación en el suelo, tiene una ventaja comparativa que es dejar materia seca en el suelo dando un efecto de cobertura sobre la superficie del suelo, en la figura 5, se observa que el tratamiento de avena-ebo en pastoreo tiene mayor cobertura, este resultado elevado es principalmente que la avena tuvo problemas de rolla lo que los animales fueron muy selectivos en consumir el ebo y la espiga de la avena, dejando gran cantidad de tallo de la misma avena, en el caso de los tratamiento de triticale-ebo, la cobertura del suelo en ambos tratamiento es la misma. Sin embargo, uno de los cambios importantes con el pastoreo, es la cantidad de materia orgánica que se queda en la superficie del suelo posterior al pastoreo, que no solo es rastrojo sino también el estiércol de los animales que depositan durante el tiempo en el que pastorean, en la figura 6 se observa como en el tratamiento de avena-ebo en pastoreo la cantidad estimada de cobertura fue de cerca de 2,500 kilos por hectárea de las cuales el 65% es estiércol, en el caso de la parcela de triticale-ebo el comportamiento es similar, una gran cantidad de materia seca que se queda en la superficie del suelo posterior al pastoreo, comparados con las parcelas de corte y acarreo del forraje. Además del rastrojo y estiércol la cantidad de orina no cuantificada, que se incorpora al suelo. Esto demuestra que realizar el pastoreo del ganado en los tratamientos de leguminosas asociadas, trae beneficios importantes que contribuyen a la formación de materia orgánica y mejoramiento de las propiedades del suelo, sobre todo en las condiciones más deterioradas como las que se presentan en la mixteca.

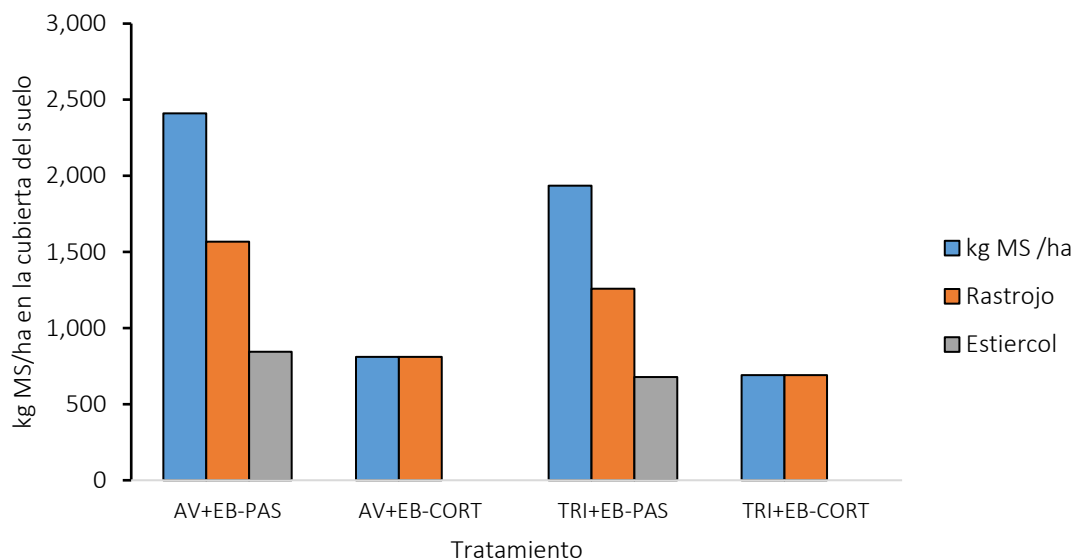


Figura 6. Incorporación de materia orgánica al suelo posterior al pastoreo o corte y acarreo, Santo Domingo Yanhuitlán, ciclo PV-2018. Abreviaciones: AV+EB-PAS: avena-ebo en pastoreo; AV+EB-COR: avena-ebo de corte veza; TRI+EB-PAS: triticale-ebo en pastoreo y TRI+EB-COR: triticale-ebo de corte.

La calidad de los forrajes evaluados es importante, primeramente debemos considerar que cubra la mayor parte de las necesidades de los animales en las etapas fisiológicas de ellas, el cuadro 3 muestra la calidad nutricional de ellos medidos en función de la cantidad de proteína cruda, el caso de la canola es la que más contenido de este nutriente contiene, seguida del triticale-ebo y avena-ebo, en los cuales se basó el pastoreo de los animales, en ambos casos de las asociaciones con ebo, se cubren los requerimientos de los animales en cualquiera de las etapas fisiológicas, en este caso los animales que se emplearon para evaluar el efecto de pastoreo y el comportamiento en relación a su peso, fueron hembras y animales destetados, para evaluar el comportamiento que pastoreaban durante 6 horas al día asignándoles un espacio según las necesidades de materia seca en base al peso vivo del total de ellos, garantizando un consumo de 3.5% de su peso vivo. Su peso al inicio de la evaluación y posteriormente tres pesajes mensuales, en los resultados se observó que hubo un incremento de su peso vivo y la condición corporal de ellos también aumento (figura 7).

Cuadro 3. Contenido nutricional de Proteína Cruda (PC) de los tratamientos para alimentación animal.

Tratamiento	% PC
Maíz criollo	8.1
Sorgo	8.6
Canola	19.8
Avena+ebo	13.1
Triticale+ebo	17.3



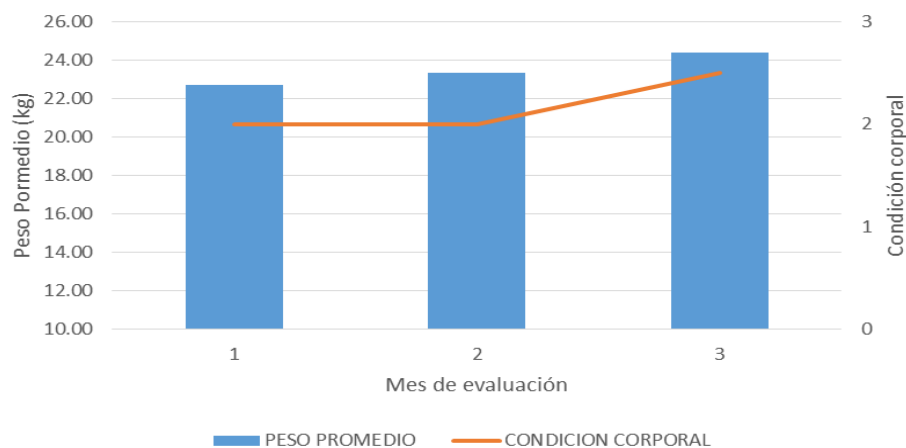


Figura 7. Comportamiento de los animales en el pastoreo, Santo Domingo Yanhuitlán, ciclo PV-2018.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

El día 12 de octubre de 2018 en el Sitio Experimental Mixteca, INIFAP Santo Domingo Yanhuitlán, se desarrolló el evento denominado “Forrajes de temporal para la alimentación de ovinos”, con el objetivo de presentar algunas opciones forrajeras de temporal bajo agricultura de conservación para su uso en la alimentación de ovinos, que pueden ser empleadas en pastoreo directo controlado o mediante corte y su uso en condiciones de estabulación en Oaxaca.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	36	17
Técnicos	0	0
Otros	0	0
<b>Total de asistentes</b>	<b>36</b>	<b>17</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

El maíz es la especie que produce la mayor cantidad de materia verde y seca, superior a las otras especies. La mezcla de avena y triticale con ebo, además de producir forraje de mayor calidad, éste se obtiene en el menor tiempo a los 85 días después de la siembra y 53 días antes que el maíz, lo que puede permitir a los productores obtener dos cosechas por ciclo de lluvias. El maíz y la mezcla de pasto con veza logran la mayor eficiencia en el uso del agua (kilos de materia seca por milímetro de agua recibida). La Canola y la mezcla de triticale con ebo producen mayor cantidad de Proteína Cruda y obtienen un índice de eficiencia diaria de 45.8 y 46.2 kg/ha/día de materia seca.



Santo Domingo Yanhuitlán-II, Oax. siembra y fertilización del cultivo de sorgo, PV-2018.



Santo Domingo Yanhuitlán-II, Oaxaca, desarrollo del cultivo de asociación tritcale-ebo, PV-2018.



Santo Domingo Yanhuitlán-II, Oaxaca, desarrollo del cultivo de avena-ebo, PV-2018.



Santo Domingo Yanhuitlán-II, Oaxaca, aspecto de la parcela de avena-ebo después del pastoreo de los ovinos, PV-2018.

# Santo Domingo Yanhuitlán I, Oaxaca – PV2018 – Año siete

Leodegario Osorio Alcalá

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

## Introducción

La plataforma de investigación se ubica en la comunidad de Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca, en un clima templado semi húmedo con lluvias en verano, en un suelo plano de textura franco arcilloso y de pH alcalino. El área de influencia son aproximadamente 2,500 ha, que son suelos de valle donde se cultiva principalmente maíz, trigo y frijol con productores semi comerciales con menos de 5 ha bajo un régimen de temporal. La región Mixteca de Oaxaca se caracteriza por el deterioro de sus recursos naturales, principalmente el suelo y la vegetación, lo que repercute en la baja producción de los cultivos. Parte de este problema se relaciona con los sistemas de producción tradicionales, basados en el monocultivo, extracción de residuos y manejo del suelo. El rendimiento promedio de maíz oscila en 1.1 t/ha, de trigo en 0.9 t/ha, y de frijol en 0.6 t/ha. Entre los factores climáticos, la escasa y errática distribución de la lluvia es la principal limitante de la baja producción, en algunos años las bajas temperaturas que se registran desde el 15 de octubre afectan el llenado del grano de maíz, cuando se realizan siembras tardías, o bien, cuando se utilizan variedades de ciclo tardío. Ante esta situación, con el manejo del suelo y de los residuos de cosecha para la conservación de humedad, aunado a un adecuado control de malezas y de plagas, usando los maíces nativos, es factible poder incrementar el rendimiento y superar la media regional de producción. También, con los tratamientos de rotación de cultivos con leguminosas, se diversifica la producción de granos y se reduce el efecto de los factores ambientales adversos.

## ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación inició en 2013 evaluando tres sistemas de labranza y manejo de residuos con maíz criollo y mejorado, además de un tratamiento en rotación con trigo-frijol-maíz que son los cultivos de mayor importancia económica en la zona del valle de Yanhuitlán. Se ha desarrollado bajo condiciones de temporal, el cuál es muy variable entre años y durante el ciclo del cultivo. En los años más secos la precipitación total durante el desarrollo del cultivo ha oscilado en 450 mm y en el más húmedo en los 1100 mm, pero siempre con una errática distribución, existiendo un período de sequía que ocurre generalmente en julio y agosto. Se ha observado que la roturación del suelo aunado a la presencia de cobertura ha contribuido a la conservación de la mayor cantidad de humedad, por lo que es una práctica fundamental que ha favorecido en obtener mejores resultados. A partir de 2018, hubo un rediseño de dos tratamientos, se incluyó la formación de camas angostas permanentes con cobertura, incluyendo la rotación con leguminosas, pero se siguen manteniendo dos tratamientos, el de labranza mínima (roturación vertical) con cobertura y labranza convencional (barbecho, rastreo y extracción de residuos).

## Materiales y métodos

### Ensayo Principal

#### Tratamientos

En la plataforma de Santo Domingo Yanhuitlán-I, Oax., se evalúan los siguientes sistemas de labranza:

- Labranza convencional: Se realizó un barbecho a 30 cm de profundidad, un paso rastra a 10 cm de profundidad.
- Labranza mínima: Roturación del suelo con subsuelo de tres ganchos a una profundidad de 40 cm.
- Camas angostas permanentes. Acondicionamiento del suelo mediante una roturación vertical, rastreo y formación de camas angostas de 0.8 m hechas con rejas jaladas por el tractor.

El acondicionamiento del suelo se realizó en el mes de marzo, 2 meses y medio antes de la siembra. Los materiales utilizados fueron maíz nativo “Criollo Jaltepec” y frijol “Criollo Tiltepec”. Estos materiales han sobresalido en ensayos previos bajo temporal y se caracterizan por su resistencia a enfermedades y tolerancia a la sequía, además de reunir las propiedades de sabor y color que prefieren los productores.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en plataforma de investigación. Santo domingo Yanhuitlán, Oax.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Variedad
1	M-LM-D	Maíz-Maíz	Labranza mínima	Dejar	Jaltepec
2*	M-LC-R	Maíz-Maíz	Labranza convencional	Remove	Jaltepec
3	F-CP-P	Maíz-Frijol	Camas angostas permanentes	Parcial	Tiltepec
4	M-CP-P	Maíz- Maíz	Camas angostas permanentes	Parcial	Jaltepec
5	M-LM-D	Trigo-Frijol-Maíz- Trigo-Frijol-Maíz	Labranza mínima	Dejar	Jaltepec

Abreviaturas: M= Maíz, F= Frijol, LM= Labranza mínima, LC= Labranza convencional, D= Residuos dejados y R= Residuos retirados.

#### Área de validación

##### Ensayo de variedades de frijol en condiciones de temporal

En condiciones de temporal durante el ciclo PV-2018, se estableció un ensayo de nueve variedades de frijol mejorados y criollos sobresalientes durante el 2017. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, cada material estuvo establecido en un área de 4 surcos de 4 m de longitud separados a 0.7 m. La parcela útil fueron los 2 surcos centrales de 4 m de longitud (5.6 m<sup>2</sup>). Se registraron las variables de días a: emergencia, floración del 50%, madurez fisiológica, la reacción a enfermedades mediante la escala visual usada por el CIAT (1= Muy resistente, 9 Muy susceptible). En la cosecha se

cuantificó el número de vainas por planta, granos por planta, peso de 100 granos, además del rendimiento de grano.

### ***Ensayo de rotación de cultivos cereales-leguminosas en condiciones de temporal***

En 2017 fueron sembrados los siguientes cultivos: maíz criollo variedad “Jaltepec”, trigo harinero Bourlaug 100, triticale Bicentenario, avena forrajera Turquesa con ebo, frijol criollo variedad “Tiltepec”, haba variedad Monarca, lenteja y alverja. En el 2018, se repitió la siembra de las mismas variedades, pero en rotación; es decir, los cereales fueron establecidos donde estuvieron las leguminosas en el ciclo anterior, solo hubo reformación de camas. Los cultivos fueron sembrados en franjas de 5 camas de 0.8 m de separación y de 37 m de longitud. Al momento de la siembra las semillas de las especies fueron tratadas con bio fertilizantes en los dos ciclos de producción y se complementó con fertilización química en base al análisis de suelo, fraccionando la aplicación de los nutrientes y se complementó con fertilización foliar. Se registraron las variables fenológicas de clima y costos de producción. El rendimiento de grano ajustado a 14% de humedad, se cuantificó en cuatro sub muestras de 8 m<sup>2</sup> en maíz y haba, y de 4 m<sup>2</sup> en los otros cultivos. El tratamiento para forraje (avena con ebo) se cortó cuando alcanzó el estado de grano lechoso y el ebo en formación de vainas, se registró el peso en verde y después se estimó la materia seca.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

La distribución de la precipitación durante el año, particularmente durante el desarrollo del maíz y frijol fue escasa e irregular. En el caso de maíz, la siembra se realizó el 15 de mayo, maduró en noviembre, por lo que recibió 587.23 mm de lluvia, pero el frijol recibió 514.7 mm. El maíz sufrió un período de sequía en julio cuando se encontraba en la etapa de crecimiento vegetativo (V-10), pero en floración hubo humedad, por lo que el efecto en el rendimiento no fue muy significativo. En frijol, la sequía no afectó su desarrollo.

### ***Manejo de la plataforma***

#### ***Ensayo Principal***

Los tratamientos de maíz fueron sembrados el 15 de mayo de 2018 y el frijol el 7 de junio, en un suelo húmedo. Se utilizó una sembradora marca del “Bajío” de 2 unidades adaptada para sembrar sobre residuos de cosecha. En el caso de frijol la siembra se hizo sobre camas angostas permanentes con residuos de maíz del ciclo anterior, pero fue sembrado a doble hilera sobre las camas, por lo que la densidad de población en frijol fue de 275,000 y en maíz fue de 62,500 plantas/ha.

El control de maleza se realizó en pre-emergencia con glifosato en dosis de 2.5 L/ha para el control de pastos y otras malezas presentes, previo a la siembra. Para el cultivo de maíz, en pre-emergencia se aplicó atrazina (Gesaprim cal. 90) en dosis de 1.5 kg/ha sobre suelo húmedo y con presencia de rastrojo. En post-emergencia se aplicó Banvel (Dicamba + 2,4 D Amina) en dosis de 1 L/ha. Posteriormente, se realizó un deshierbe manual con azadón. En el caso de frijol, las malezas fueron controladas mediante dos deshierbes manuales. El control de plagas se mantuvo en prevención, en maíz la semilla fue tratada con insecticida fipronil (Regent ultra) en dosis de 0.4 L/kg de semilla para prevenir plagas del suelo como gallina ciega (*Phyllophaga spp*) y gusano de alambre (*Melanotus spp*). La semilla de maíz y frijol, fueron tratadas con Metarhizum en dosis de 2 L/20 kg de semilla para prevenir el daño de plagas del suelo. Durante la etapa de crecimiento del cultivo de maíz se aplicó insecticida Decis (deltametrina) en dosis de 0.25 L/ ha para el control de picudo del cogollo (*Geraeus sp*). Posteriormente se hizo otra aplicación de denim (Benzoato de emamectina) 0.2 L/ha. También se colocó una trampa con feromona para el control de la población de machos de gusano cogollero y reducir la aplicación de insecticida.

## **Área de validación**

### ***Ensayo de variedades de frijol en condiciones de temporal***

La siembra fue manual depositando una semilla cada 0.1 m, en surcos separados a 0.75 m. Se utilizó la dosis de fertilización 40-60-30 NPK. Se utilizó como fuente de nitrógeno sulfato de amonio, de fósforo, fosfato diamónico y de potasio, cloruro de potasio, aplicando en la siembra todo el fertilizante. Las malezas fueron controladas con una aplicación de fusiflex en dosis de 1 l/ha y se completó con un deshierbe manual.

### ***Ensayo de rotación de cultivos cereales-leguminosas en condiciones de temporal***

La investigación inició en 2017 en las instalaciones del Sitio Experimental Mixteca ubicado en Santo Domingo Yanhuitlán a 17.509569 de latitud Norte, 97.351788 de longitud oeste y 2123 msnm. El suelo es un cambizol cálcico con pH de 8.2, textura arcillosa con más de 50 cm de profundidad. En base al perfil de suelo que se realizó previamente, se determinó roturar mediante un cincel de tres ganchos a una profundidad de 45 cm para romper capas duras. Posteriormente se rastreó y formaron camas angostas de 0.8 m. La siembra fue mecanizada a doble hilera con sembradora especializada, solo el maíz y haba se realizó a hilera sencilla, todos los cultivos fueron sembrados sobre la cama con cobertura.

## **Resultados**

En la plataforma de investigación en Santo Domingo Yanhuitlán I, Oaxaca se estableció un ensayo principal con cinco sistemas de producción y en el área de validación se realizó dos ensayos: el primero sobre cultivos de leguminosas en temporal y el segundo sobre rotación de cultivos cereales-leguminosas en condiciones de temporal obteniéndose los siguientes resultados.

### ***Ensayo principal***

El sistema de labranza mínima con cobertura en una rotación frijol-maíz, reportó un rendimiento de 5.3 t/ha, superior en 0.5 tonelada al rendimiento del testigo (maíz en monocultivo) sin cobertura y con labranza convencional (figura 1). Con labranza mínima más 100% de cobertura el rendimiento fue 5.29 t/ha, y superó en 0.4 tonelada al tratamiento testigo; es decir, hay un efecto favorable de roturar el suelo y dejar el 100% de cobertura, después de 6 ciclos, sobre la producción de maíz en relación a mover el suelo y extraer los residuos. Estos resultados se obtuvieron utilizando maíz nativo "Jaltepec" en condiciones de temporal con 588.7 mm durante el ciclo del cultivo, lo que demuestra la factibilidad de producir hasta 4 toneladas más grano que el rendimiento promedio regional. En el caso del tratamiento con frijol "Criollo Tiltepec" después de maíz bajo un sistema de siembra a doble hilera, se obtuvo un rendimiento de 2.8 t/ha la media regional oscila en 0.8 t/ha. Esto demuestra que es factible incrementar en 2 t/ha el rendimiento medio regional de frijol, al mejorar el sistema de producción como lo es la siembra a doble hilera, fertilización balanceada, adecuado control de malezas y plagas, utilizando variedades adecuadas.

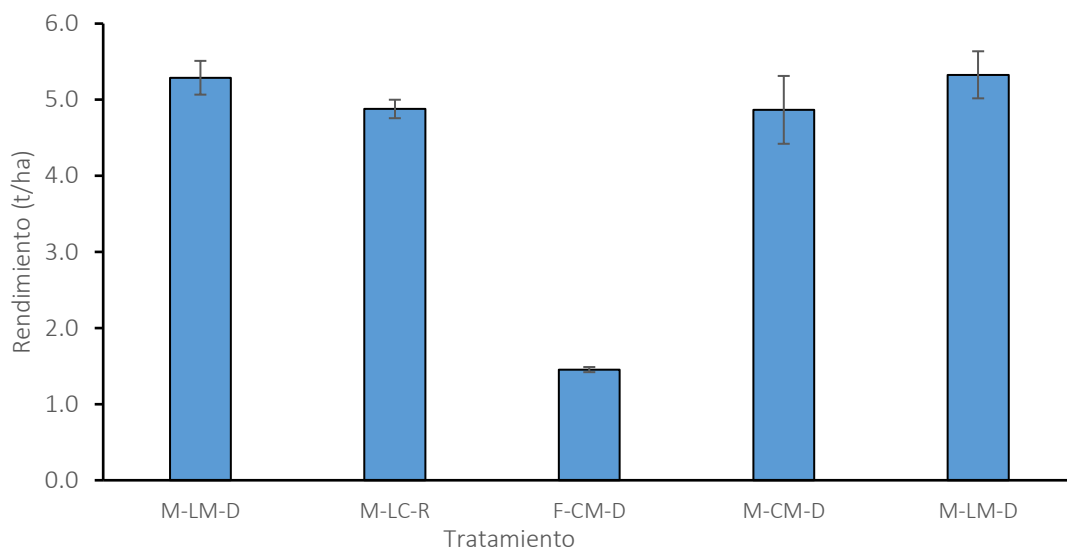


Figura 1. Rendimiento de grano en diversos tratamientos de maíz y frijol cultivados en condiciones de temporal. Santo Domingo Yanhuitlán-I, Oaxaca, ciclo PV-2018.

Abreviaciones: M-LM-D= Maíz labranza mínima residuos dejados, M-LC-R= Maíz labranza convencional residuos retirados, F-CP-D= Frijol camas permanentes residuos dejados; M-CP-D= maíz, camas permanentes residuos dejados y M-LM-D= maíz labranza mínima residuos dejados (rotación frijol-maíz).

El “Criollo Tiltepec” es un material sobresaliente de la región, es de grano negro, tolerante a enfermedades, a la incidencia de picudo del ejote (*Apión godmani*), con características de calidad que requiere el consumidor de la zona. Este tratamiento en la plataforma es el de rotación con maíz, por lo que, se generan beneficios adicionales para aumentar la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, además de reducir la incidencia de plagas y enfermedades que pueden afectar a los cultivos subsecuentes.

El rendimiento de grano está relacionado con diversos componentes, destacando entre ellos el número de granos por metro cuadrado y el peso de 1,000 granos. A valores más altos de estas variables, se espera un efecto positivo en el rendimiento de grano. La cantidad de granos por metro cuadrado también está relacionada con el número de mazorcas por metro cuadrado y la cantidad de granos por mazorca. Por esta razón, los factores ambientales que ocurran durante el desarrollo del cultivo de maíz, tendrán un efecto directo sobre los componentes del rendimiento: longitud de mazorca, número de granos por mazorca y peso de 1,000 granos.



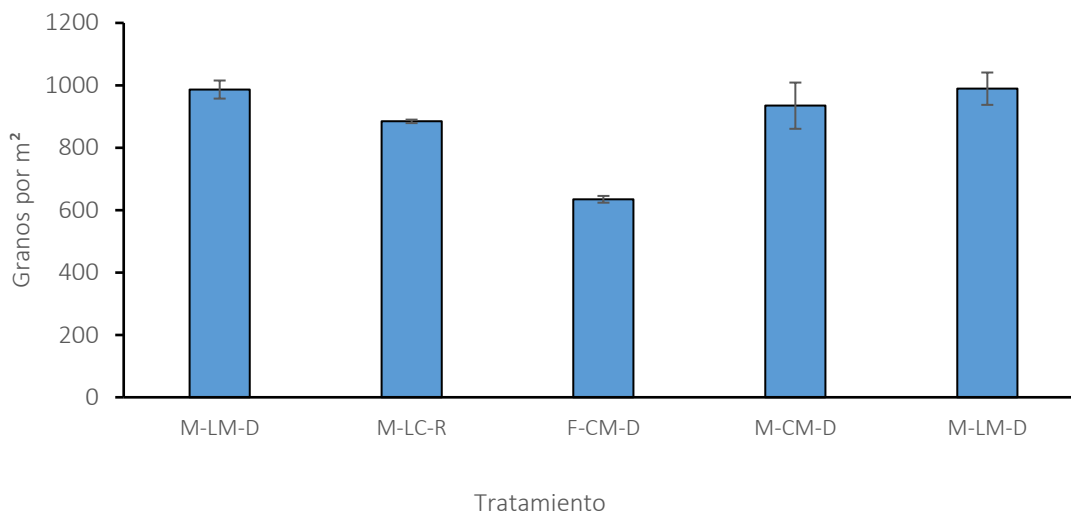


Figura 2. Granos por metro cuadrado en diversos tratamientos de maíz y frijol cultivados en condiciones de temporal. Yanhuitlán, Oaxaca, ciclo PV-2018. Abreviaciones: M-LM-D= Maíz labranza mínima residuos dejados, M-LC-R= Maíz labranza convencional residuos retirados, F-CP-D= Frijol camas permanentes residuos dejados; M-CP-D= maíz, camas permanentes residuos dejados y M-LM-D: maíz labranza mínima residuos dejados (rotación frijol-maíz).

Entre los tratamientos de maíz no se observaron diferencias importantes en la cantidad de granos por metro cuadrado, sin embargo, se observa que los tratamientos de labranza mínima con cobertura (M-LM-D) y M-LM-D donde se dejaron los residuos de cosecha, tuvieron mayor cantidad de granos por metro cuadrado en relación al testigo M-LC-R (figura 2).

En el caso del tratamiento con frijol (F-CP-D) se obtuvieron en promedio 1226 granos m<sup>2</sup>, debido a la cantidad de plantas por área y por el tamaño del grano. El criollo Tiltepec es un material de grano más pequeño que las variedades mejoradas, pero con gran cantidad de vainas y granos por planta.

El peso de 1000 granos en los tratamientos de maíz refleja muy poca diferencia, la variación osciló entre 447 y 461 gramos por 1000 granos (figura 3). En el caso del tratamiento con frijol, esta especie tiene un grano más pequeño y por ello su peso es menor.

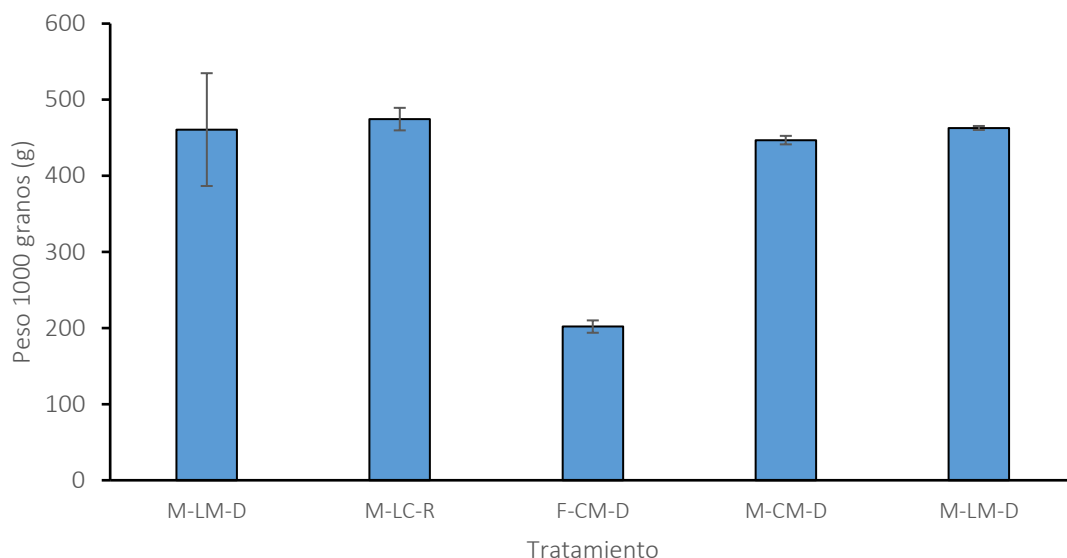


Figura 3. Peso de mil granos en diversos tratamientos de maíz y frijol cultivados en condiciones de temporal. Yanhuitlán, Oaxaca, ciclo PV-2018. Abreviaciones: M-LM-D= Maíz labranza mínima residuos dejados, M-LC-R= Maíz labranza convencional residuos retirados, F-CP-D= Frijol camas permanentes residuos dejados; M-CP-D= maíz, camas permanentes residuos dejados y M-LM-D: maíz labranza mínima residuos dejados (rotación frijol-maíz).

**Efecto del manejo de residuos en la formación de materia orgánica**

En general los suelos de la región Mixteca y de otras regiones del estado, se caracterizan por su bajo contenido de materia orgánica (< 2%), como consecuencia de las prácticas de extracción de los residuos de cosecha utilizados para la alimentación del ganado, esto tiene como consecuencia un efecto en la baja producción de los cultivos, en la retención del agua, en el desarrollo de la fauna benéfica, principalmente. En la plataforma de investigación con los tratamientos de largo plazo y en base al análisis de suelo realizado después de 6 ciclos se han observado cambios importantes en el contenido de materia orgánica del suelo.

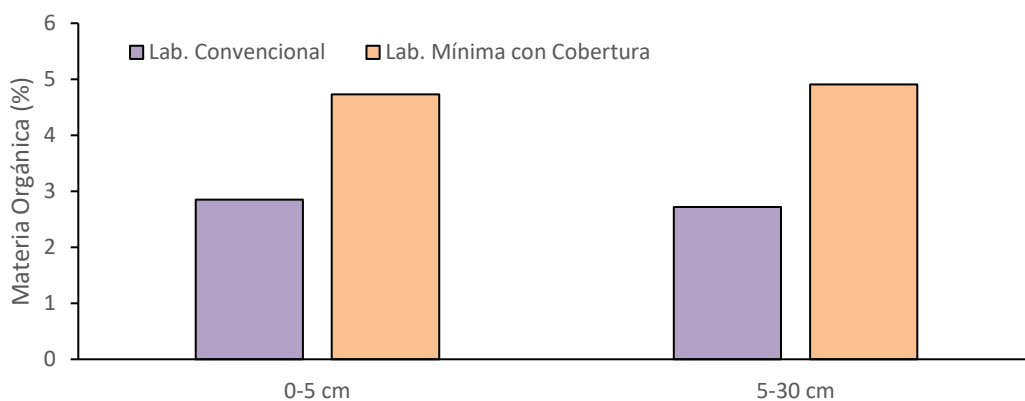


Figura 4. Contenido de materia orgánica en dos sistemas de labranza y distinto manejo de los residuos en condiciones de temporal. Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca, ciclo PV-2018.

En el tratamiento de labranza mínima dejando el 100% de cobertura de maíz, el contenido de materia orgánica es superior al observado con el sistema de labranza convencional, en dos profundidades del suelo. En labranza mínima con cobertura, durante 6 ciclos se ha estado triturando el rastrojo de maíz e incorporando con el subsuelo, esta práctica ha permitido alcanzar hasta 2.4% de materia orgánica en los primeros 5 cm de profundidad y 2.5% en el nivel 5 a 30 cm, mientras que en sistema convencional donde se extraen los residuos, los valores son de 1.4% y 1.5%, respectivamente (figura 4). Es decir, dejar los residuos de cosecha en el suelo para su descomposición, permitió aumentar en 1% el contenido de materia orgánica en los primeros 5 cm de profundidad y entre los 5 y 30 cm en seis ciclos de agricultura de conservación.

### Rentabilidad de tratamientos

Entre los tratamientos de maíz bajo el sistema de monocultivo, las mayores utilidades se obtuvieron con labranza mínima \$13,023 MXN/ha, superior en \$3,756 MXN/ha al sistema de labranza convencional (figura 5). En la rotación frijol-maíz la utilidad fue de \$13,236 MXN/ha, similar a la labranza convencional con residuos. Es decir, con los tratamientos de mínimo movimiento y cobertura, con la rotación frijol-maíz, es posible generar mayores utilidades que con el sistema convencional (barbecho, rastreo, sin cobertura y maíz-maíz), lo que refleja la importancia de la rotación frijol-maíz en el incremento del rendimiento de maíz y en la generación de mayores utilidades en condiciones de temporal. Sin embargo, en 2018 y con base en las condiciones climáticas el tratamiento con frijol sembrado a doble hilera en camas angostas, fue el que tuvo la mayor utilidad \$26,960 MXN/ha, por el excelente rendimiento de grano del frijol y por el mayor precio del grano en el mercado.

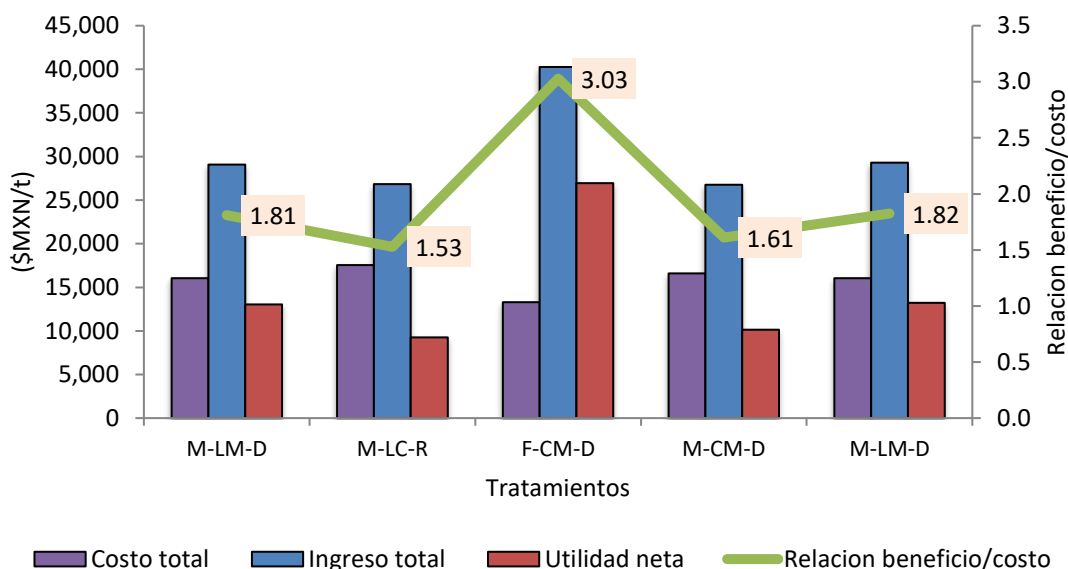


Figura 5. Análisis de rentabilidad de diversos tratamientos de maíz y frijol con distinto manejo del suelo y de la cobertura. Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca, ciclo PV-2018. Abreviaciones: M-LM-D= Maíz labranza mínima residuos dejados, M-LC-R= Maíz labranza convencional residuos retirados, F-CP-D= Frijol camas permanentes residuos dejados; M-CP-D= maíz, camas permanentes residuos dejados y M-LM-D: maíz labranza mínima residuos dejados (rotación frijol-maíz).

Las relaciones beneficio/costo indican la misma tendencia, con el tratamiento de maíz en rotación después de frijol hubo la mayor relación B/C es 1.82 muy similar al de labranza mínima con cobertura después de 6 ciclos obteniendo una relación B/C de 1.81, superior al maíz bajo el sistema convencional sin cobertura tuvo una relación beneficio/costo de 1.53. Estos resultados señalan, si el productor cultiva su maíz criollo de manera convencional moviendo el suelo y retirando los residuos de cosecha, obtiene menor utilidad, respecto a si utiliza la labranza mínima con roturación del suelo y deja los residuos de cosecha o si practica la rotación después de una leguminosa. Esta práctica tiene un efecto favorable en el incremento del rendimiento y en la generación de mayores utilidades, usando un maíz criollo bajo condiciones de temporal. El tratamiento de frijol en camas angostas a doble hilera y con residuos de maíz del ciclo anterior, generó mayores utilidades y mayor relación beneficio/costo de 3.0, superior a la obtenida con los tratamientos de maíz.

### Área de validación

#### Ensayo de variedades de frijol en temporal

El rendimiento de grano de los materiales osciló 0.83 a 2.19 t/ha, para las variedades Negro Guanajuato y Criollo Tiltepec, respectivamente. En el primer grupo de significancia se ubican 5 materiales, entre ellos 4 fueron variedades criollas y la variedad mejorada Negro Otomí (cuadro 2). Sobresalieron las variedades: Criollo Tiltepec y Criollo Vaina Blanca, con rendimientos de 2.1 t/ha, Negro Primavera y Negro Guanajuato fueron los que tuvieron menor producción. En la producción de biomasa (peso de parte aérea), destacaron nuevamente las variedades criollas que tuvieron mayor producción de grano, principalmente el Criollo Tiltepec con 3.47 t/ha, superior estadísticamente al Negro Guanajuato y al RB-200. Esto indica que la mayor cantidad de biomasa aérea tiene un efecto positivo en la producción de grano. En la variable peso de 100 granos también hubo diferencias significativas, con valores que fluctuaron de 19.1 a 34.2 gramos con las variedades Criollo Vaina Blanca y Negro Otomí, respectivamente. Se observa que las variedades mejoradas en general tuvieron un mayor peso de 1000 granos, es decir el grano es más grande, caso contrario con los criollos. Las variedades criollas se caracterizan por tener un grano más pequeño pero fueron más rendidoras.

Cuadro 2. Rendimiento de grano de variedades de frijol en condiciones de temporal. Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca, ciclo PV-2018. \*Reacción a enfermedades 1= Muy Resistente y 9= Muy Susceptible.

Tratamiento	Rendimiento de grano (t/ha)	Biomasa (t/ha)	Peso de 100 granos	Floración (días)	Madurez Fisiológica (días)	Reacción a enfermedades *
4 Criollo Tiltepec	2.19 a	3.47 a	22.45 bdc	63 b	116 bcd	3.0
1 Criollo Vaina Blanca	2.15 a	3.26 a	19.17 cd	64 b	115 cd	2.5
6 Negro Otomí	1.83 ab	3.25 ab	34.22 a	64 b	126 a	3.7
5 Flor de Mayo M-38	1.40 abc	3.11 ab	30.87 ab	68 a	124 a	3.5
9 Criollo San Miguel Tlanichilco	1.36 abc	2.41 abc	15.97 d	64 b	112 d	5.7
2 Negro 8025	1.16 bc	2.49 abc	23.27 bcd	67 a	121 abc	5.0
8 RB 200	1.03 bc	2.02 bc	20.87 cd	67 a	123 ab	5.5
7 Negro Primavera	0.98 bc	2.43 abc	21.27 cd	67 a	126 a	4.5
3 Negro Guanajuato	0.83 c	1.63 c	26.25 abc	67 a	119 abcd	6.7
DSH (Tukey $\leq 0.05$ )	0.94	1.22	8.51	1.59	7.84	
CV(%)	27.2	19.0	14.8	0.99	2.71	

El ciclo vegetativo es una variable muy importante en las variedades de frijol que se cultiven en condiciones de temporal, porque pueden escapar al efecto de la falta de agua que ocurra al final del ciclo o al daño de heladas tempranas. La variedad más precoz fue el Criollo de San Miguel Tlanichico con 112 días a madurez fisiológica, mientras que el más tardío fue Negro Primavera, Negro Otomí y Flor de Mayo M-38, hubo una diferencia de 14 días entre las variedades más precoces y las tardías.

Las variedades Criollo Tiltepec y Vaina Blanca que son materiales nativos de la región, con muy buen rendimiento de grano se comportaron como de ciclo intermedio. Las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo fueron favorables, se registraron 432 mm de lluvia, esta condición favoreció el desarrollo de enfermedades foliares como roya de la hoja y antracnosis. Los materiales criollos fueron los que tuvieron mayor resistencia, destacando el Criollo Vaina Blanca con un valor de 2.5 según la escala de resistencia a enfermedades del CIAT. Mientras que el Negro Guanajuato fue más susceptible con una incidencia 6.7 y ello afectó directamente la producción de grano. Del grupo de variedades evaluadas en temporal destacaron por su mayor rendimiento de grano y tolerancia a enfermedades los materiales nativos: Criollo Tiltepec y Criollo Vaina Blanca. Entre las mejoradas el Negro Otomí tuvo buen rendimiento, aunque fue más tardío que los materiales criollos, pero con grano más grande.

### ***Ensayo de rotación de cultivos cereales – leguminosas en condiciones de temporal***

Entre los cereales se destaca la producción de maíz y trigo después de una leguminosa, con rendimientos de 4842 y 3970 kg/ha, respectivamente (cuadro 3). El trigo aumentó su rendimiento en 1973 kg/ha y el maíz en 1172 kg/ha, con respecto al obtenido en 2017, debido al efecto de la leguminosa del ciclo anterior y de la precipitación durante el ciclo del cultivo, maíz (560 mm) y trigo (427 mm). El rendimiento promedio regional de maíz en el estado es de 1178 kg/ha y de frijol de 626 kg/ha, respectivamente (SIAP, 2018). Estos resultados confirman que las rotaciones basadas en leguminosas son una alternativa biológica y económicamente viable, porque contribuyen en el contenido de materia orgánica y al suministro de nitrógeno.

Cuadro 3. Variables productivas ( $\pm$  error estándar) y económicas de cultivos con diversas rotaciones, en condiciones de temporal. Yanhuitlán, Oaxaca.

Rotación		Rendimiento de cultivos en 2018	Madurez Fisiológica	EUA	Relación Beneficio/costo
2017	2018	(kg/ha)	(días)	**(kg/mm)	
Avena con Ebo	Alverja	1,087 ( $\pm$ 207.8)	125	2.64	1.66
Lenteja	Triticale	1,900 ( $\pm$ 331.5)	111	4.32	1.36
Alverja	Avena con Ebo	4,490 ( $\pm$ 264.3)	91*	12.97	1.51
Haba	Trigo	3,970 ( $\pm$ 392.4)	121	9.29	2.09
Frijol	Maíz	4,842 ( $\pm$ 540.8)	168	8.64	2.1
Triticale	Haba Criolla	2,783 ( $\pm$ 248.6)	141	6.35	3.52
Trigo	Lenteja	391 ( $\pm$ 43.3)	144	0.97	0.58
Maíz	Frijol	2,733 ( $\pm$ 354.4)	128	6.61	2.7

\*\* Eficiencia en uso del agua, \* Días a corte de forraje

En las leguminosas sobresalió el haba (2783 kg/ha) y el frijol (2733 kg/ha); es decir, se logró producir 1783 kg/ha de frijol superior a la media regional, básicamente por el sistema de siembra a doble hilera en camas permanentes, por la precipitación durante el ciclo del cultivo (413 mm). La lenteja fue la especie con menor producción, por efecto del pH alcalino del suelo (8.1), pero sobre todo, por su mayor ciclo

vegetativo 144 días a madurez fisiológica, donde las condiciones ambientales afectaron el llenado del grano. La diferencia tan notable en la producción de trigo y triticale, se debió a la distinta fecha de siembra que repercutió en la cantidad de agua recibida durante su desarrollo, triticale 375 mm y trigo 427.2 mm. Especies de ciclo precoz pueden escapar a la sequía si ésta se presenta al final del ciclo, o bien, a las bajas temperaturas, por lo que la precocidad es un mecanismo de escape a factores ambientales adversos que ocurran al final del ciclo. La cosecha de avena con ebo para forraje se logró a los 91 días después de la siembra. En las especies para grano, el triticale alcanzó su madurez fisiológica a los 111 días, mientras que el trigo y frijol ocurrieron a los 121 y 128 días, respectivamente. El maíz, lenteja y haba criolla fueron las especies más tardías. La eficiencia en el uso de agua (EUA) de las especies es fundamental en ambientes de temporal, dado que cultivos que produzcan más grano o forraje por mm de agua son la mejor alternativa para ambientes con sequía. De las especies para grano, el trigo Bourlaug 100 y el maíz criollo Jaltepec, obtuvieron 9.29 y 8.64 kg/mm de agua, respectivamente. Entre las leguminosas destacó el frijol (6.61 kg) y el haba (6.35 kg). La lenteja fue la especie menos eficiente (0.97 kg/mm), mientras que la mezcla de avena con ebo alcanzó 12.97 kg de materia seca/mm de agua. Sin embargo, otra variable fundamental es el ciclo vegetativo de los cultivos, los más precoces tienen menor riesgo de pérdida que los tardíos. Desde el ámbito económico y con base a los resultados generados, las mayores relaciones beneficio/costo se obtuvieron con haba (3.52), pero a los 141 días después de la siembra, mientras que el frijol a doble hilera reportó una relación de 2.7 a los 128 días. Ambas leguminosas generaron mayor relación beneficio/costo que el maíz y trigo como cultivos tradicionales. Prácticas que promuevan la formación de materia orgánica, el uso eficiente de nutrientes y del agua mediante la diversidad de cultivos, son estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático (Jat *et al.*, 2016). En esta estrategia se aporta con la presente investigación.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Durante la duración del convenio 2018, se realizaron ocho eventos demostrativos con temas sobre la producción de forrajes con riego por goteo, acondicionamiento de suelo y manejo de residuos para implementar la agricultura de conservación, selección masal y mejoramiento participativo, además, sobre tecnologías herméticas para la conservación de granos y demostración de tratamientos herméticos para la conservación de grano, así como las jornadas sobre innovaciones tecnológicas frente al cambio en los valles Centrales y el valle de Nochixtlán del Estado de Oaxaca y otras actividades como el recorrido técnico en la plataforma de investigación y la capacitación a técnicos y productores de ADR MOGARZ, región Tezoatlán, Huajuapán de León, Oaxaca.

Cuadro 4. Asistentes a eventos en la plataforma en 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	186	141
Técnicos	99	41
Otros	46	27
Total de asistentes	331	209

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

- Con labranza mínima más 100% de cobertura el rendimiento del maíz “Criollo Jaltepec” fue 5.29 t/ha, y superó en 0.41 tonelada al sistema de labranza convencional (testigo); es decir, hay un efecto favorable de roturar el suelo y dejar el 100% de cobertura, después de 6 ciclos, sobre la producción

de maíz en relación a mover el suelo y extraer los residuos.

- El tratamiento de maíz en rotación después de frijol generó una relación beneficio/costo de 1.82, superior al obtenido con el sistema de labranza convencional relación B/C de 1.53.
- Desde el ámbito económico y con base a los resultados generados, las mayores relaciones beneficio/costo se obtuvieron con haba (3.52), pero a los 141 días después de la siembra, mientras que el frijol a doble hilera reportó una relación de 2.7 a los 128 días. Ambas leguminosas generaron mayor relación beneficio/costo que el maíz y trigo que son los cultivos tradicionales.
- La siembra de frijol “Criollo Tiltepec” en el sistema de doble hilera en camas angostas permanentes con cobertura, es una alternativa de producción que permite incrementar de manera importante el rendimiento de grano, respecto al sistema convencional de siembra (hilera sencilla, labranza convencional si residuos) y es factible obtener rendimientos de 2.7 t/ha, rendimiento superior en 1.7 toneladas respecto a la media regional bajo temporal.
- Sobresalieron las variedades: Criollo Tiltepec y Criollo Vaina Blanca, con rendimientos de 2.1 t/ha, además son los materiales con mayor resistencia a enfermedades foliares y al daño de picudo del ejote (*Apion godmani*).



Triturado de residuos en tratamientos de labranza mínima con cobertura. Santo Domingo Yanhuatlán-I, Oax., 21 de abril de 2018.



Desarrollo de maíz en dos tratamientos, labranza mínima con cobertura (izquierda) y labranza convencional sin cobertura (derecha), bajo condiciones de sequía en floración. Santo Domingo Yanhuitlán, Oax., 04 de agosto de 2018.



Aspecto de la plataforma de investigación. Santo Domingo Yanhuitlán, Oax., 09 de septiembre de 2018.





Evento demostrativo con productores. Santo domingo Yanhuitlán, Oax., 12 de octubre de 2018.

# San Francisco Lachigoló, Oaxaca – PV2018 – Año dos

Leodegario Osorio Alcalá

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

## Introducción

En la región de los Valles Centrales de Oaxaca en el municipio de San Francisco Lachigoló, se ubica la plataforma de investigación para generar, validar y adaptar tecnologías para los productores del Valle de Tlacolula. Se ubica en suelo de valle profundo plano, predomina un clima semi cálido seco, con lluvias en verano, pero con sequía en agosto. La principal limitante ambiental es la escasa y errática distribución de lluvia, además de altas temperaturas que ocasionan estrés por calor. Los rendimientos promedio oscilan en 1 t/ha, también se cultiva frijol y garbanzo en condiciones de humedad residual. En la plataforma de investigación se trabaja con tres tratamientos: Labranza mínima con 100% de residuos, labranza mínima en camas angostas con 100% de residuos, comparados con el sistema convencional de barbecho, rastreo y sin cobertura.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

En la plataforma se estableció en 2017, se trabaja solo con tres tratamientos sobre manejo de suelo y de residuos. Tiene dos áreas de validación, donde se realiza investigación en leguminosas, rotaciones de cultivo y evaluación de dosis de fertilización con el sistema milpa, en condiciones de temporal.

## Materiales y métodos

En esta plataforma de investigación se evaluaron tres tratamientos (cuadro 1): T1. Camas en labranza mínima y 100% de cobertura. En este tratamiento, el suelo fue roturado con arado de cinceles a 40 cm de profundidad y posteriormente se realizaron camas angostas sobre rastrojo del ciclo anterior, T2: Labranza convencional (tratamiento testigo) que consistió en realizar un barbecho, rastreo y retirar residuos y T3: Labranza mínima con 100% de cobertura. Se realizó la roturación del suelo con arado de cinceles a una profundidad de 40 cm para romper la capa dura o piso de arado, los residuos de maíz del ciclo anterior fueron cortados en trozos de 40 cm y distribuidos de manera uniforme sobre el suelo.

### ***Ensayo Principal***

#### ***Tratamientos***

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada tratamiento consistió de 6 surcos de 27 m de longitud y separados a 0.75 m (121.5 m<sup>2</sup>). En cada tratamiento se marcaron 5 sub parcelas de 2 surcos de 5 m de longitud separados a 0.75 m (7.5 m<sup>2</sup>) que fue considerada la parcela útil y donde se registraron las diversas variables fenológicas del cultivo.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

Durante el ciclo PV-2018 en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, ocurrió un período de sequía muy severo que afectó el desarrollo de todos los cultivos, ocasionando pérdidas totales en las siembras de maíz principalmente, aunque durante el desarrollo del cultivo se registraron 809 mm, su distribución fue

muy errática. Hubo sequía durante la etapa vegetativa, registrándose entre el 31 de agosto y 14 de septiembre el único período con mayor humedad, pero esto ocurrió en el estado de VT, sin embargo, en la floración hubo sequía, así como durante todo el llenado de grano. En Lachigoló, el año 2018 se caracterizó por ser un ciclo con errática distribución de lluvia, ocurriendo un período de sequía de más de 35 días cuando el cultivo se encontraba en etapa vegetativa y floración, afectando el proceso de polinización, aunque después de este período hubo lluvias, pero ya no favorecieron el adecuado desarrollo del cultivo. En la zona aledaña a la plataforma, las siembras comerciales de maíz se perdieron por efecto de la sequía.

Cuadro 1. Tratamientos que integran la plataforma de investigación en San Francisco Lachigoló, Oaxaca, ciclo PV-2018.

No. de trat.	Abreviación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	Cultivo
1	CP-D	Camas angostas con labranza mínima	Dejar	Maíz criollo
2	LC-R	Labranza Convencional	Remover	Maíz criollo
3	LM-D	Labranza Mínima	Dejar	Maíz criollo

Abreviaturas: CP= Camas permanentes angostas con labranza mínima, LC= Labranza convencional, LM= Labranza Mínima, D= Dejadados y R= Retirados.

### **Manejo de la plataforma**

La siembra de los tratamientos de la plataforma se realizó el 04 de julio de 2018, utilizando una sembradora neumática de 2 cuerpos marca Sembradoras Dobladeses. Se trató la semilla contra plagas del suelo empleando *Metarhizium*. Se estableció una densidad de población de 66,500 plantas por hectárea. En la siembra se usó la dosis de fertilización 55-60-40 (NPK), durante el estado fenológico de V6 se aplicaron otras 27.5 unidades de N y en V9 otras 27.5 unidades más. Para el control biológico de gusano cogollero el 10 de julio se instalaron 2 trampas con feromona para gusano cogollero y se estuvieron registrando el número de palomillas capturadas cada semana. Además, se monitoreo el daño por gusano elotero colocando trampas con feromonas el 15 de agosto. Variables registradas: días a emergencia, a floración masculina y femenina, a madurez fisiológica, rendimiento de grano y de biomasa. Además de las siguientes variables: altura de planta, de mazorca, grosor de tallo en la parte media de la planta, porcentaje de acame, número de plantas estériles, número de plantas con dos mazorcas, número de mazorcas podridas, peso de mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera y peso de 200 granos, además del peso de zacate. El rendimiento de grano se ajustó a 14 % de humedad. Se cuantificaron los costos de producción de cada tratamiento para generar el análisis económico al final del ciclo.

### **Resultados**

En la plataforma de investigación en San Francisco Lachigoló, Oax. se estableció un ensayo principal con tres sistemas de producción y en el área de validación, se realizó tres ensayos: uno sobre evaluación de variedades de frijol, otro sobre fertilización en el cultivo de milpa y el último en rotación de cultivos de frijol-maíz, obteniéndose los siguientes resultados.

### Ensayo principal

Se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, el mayor rendimiento de grano se logró con labranza mínima y residuos dejados (3.49 t/ha), superó al tratamiento de labranza mínima en camas angostas y cobertura en 1.57 toneladas y al sistema de labranza convencional (testigo), con 2.68 t/ha (figura 1). Esto demuestra que a pesar de la intensa sequía ocurrida durante el ciclo del cultivo en la región, es fundamental el manejo de suelo y la presencia de cobertura, porque contribuyeron a mejorar la producción de grano aún en condiciones limitantes de humedad. El tratamiento de labranza mínima superó con 2.68 t/ha al sistema convencional que practican los productores de la región de los Valles Centrales. Estas diferencias son atribuidas a la mayor disponibilidad de agua para la planta que existió por efecto de la roturación del suelo y de la presencia de residuos, ocurriendo lo contrario con el sistema convencional.

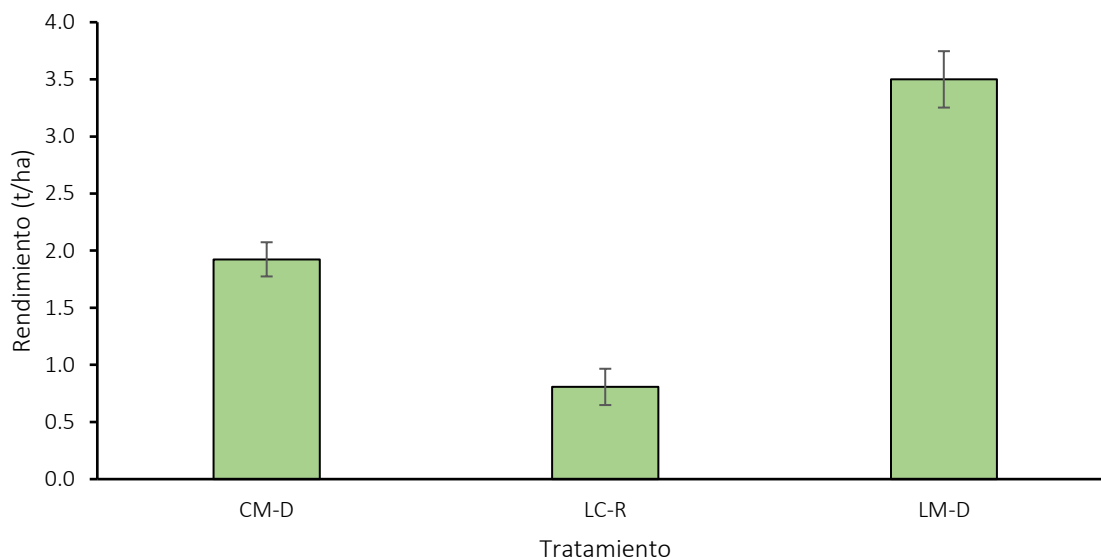


Figura 1. Rendimiento de grano de maíz en distintos tratamientos de sistemas de labranza y manejo de residuos en condiciones de temporal. San Francisco Lachigoló, ciclo PV-2018. Abreviaciones: CM-D= Camas angostas residuos dejados, LC-R= Labranza convencional residuos retirados y LM-D= Labranza mínima residuos dejados.

El sistema de labranza mínima fue el tratamiento que representó menor inversión \$12,503 MXN/ha, mientras que el sistema de camas permanentes la inversión fue mayor (\$13,503 MXN/ha), debido a que el suelo primeramente fue roturado y después se hicieron las camas, a eso se debe la mayor inversión en este tratamiento, aunque en el siguiente ciclo solamente habrá una reformación de camas (figura 2). La fertilización es el concepto que absorbe la mayor parte de los costos (\$4,311 MXN/ha), seguido de la cosecha (\$3,600 MXN/ha). Donde se logra ahorrar es en la preparación del suelo, con la labranza mínima se tiene un ahorro de \$600 MXN/ha respecto al sistema convencional.

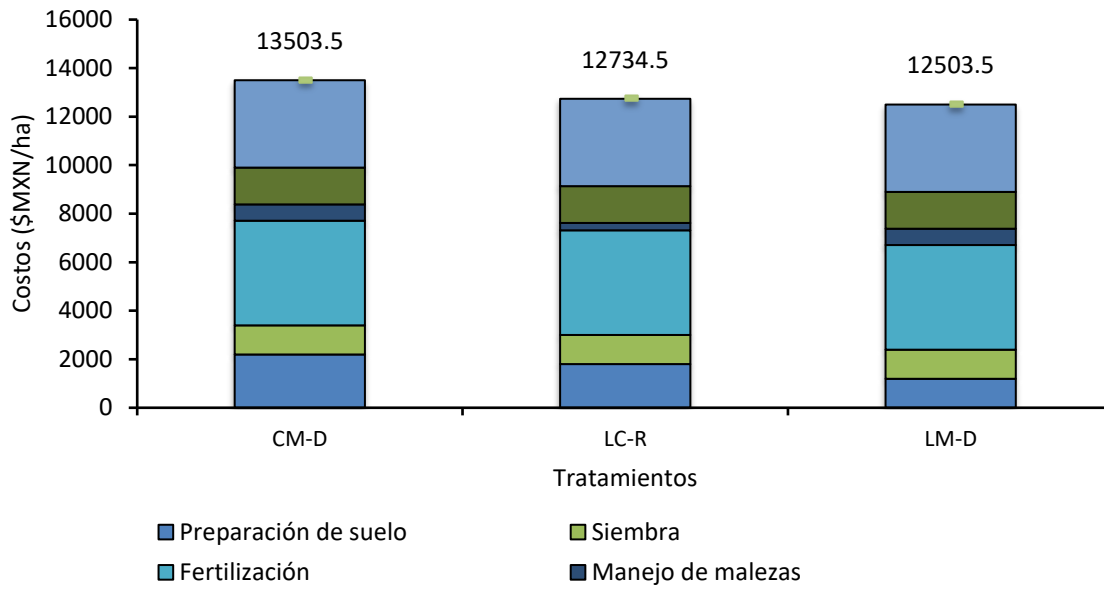


Figura 2. Costos de producción de maíz en tres sistemas de labranza en temporal. San Francisco Lachigoló, Ciclo PV-2018. Abreviaciones: CM-D= Camas angostas residuos dejados, LC-R= Labranza convencional residuos retirados y LM-D= Labranza Mínima residuos dejados.

Debido a los bajos rendimientos obtenidos durante el 2018, como consecuencia de la sequía que afectó el maíz y otros cultivos en la región de los Valles Centrales, ninguno de los tres tratamientos evaluados en la plataforma de investigación, logró reportar utilidades. A pesar de ello, el sistema de labranza mínima con cobertura logro la mayor relación B/C 0.98, mientras que el sistema convencional su relación fue de 0.22 (figura 3).

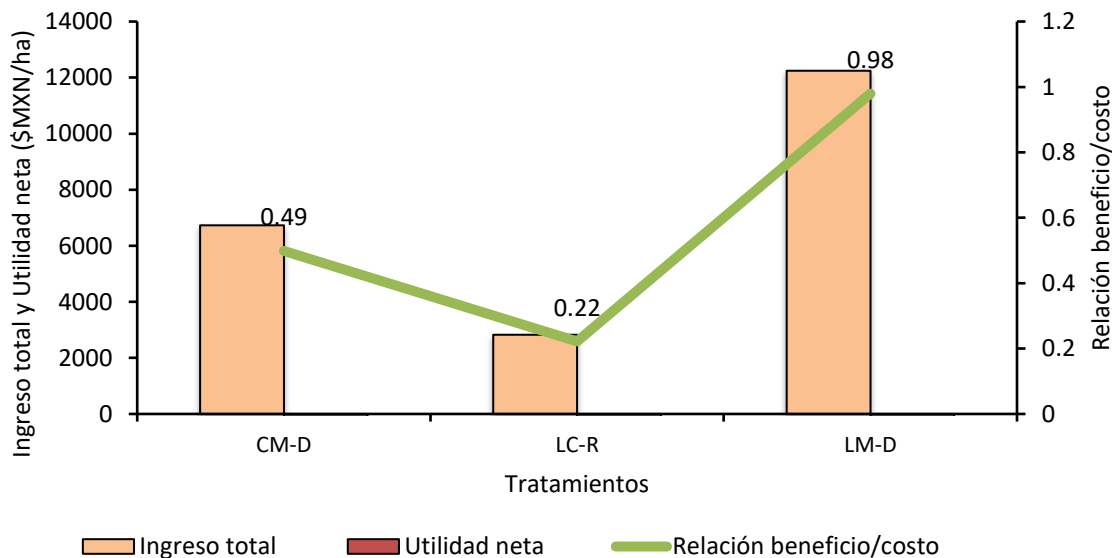


Figura 3. Análisis de rentabilidad de maíz en tres sistemas de labranza en temporal. San Francisco Lachigoló, ciclo PV-2018. Abreviaciones: CM-D= Camas angostas residuos dejados, LC-R= Labranza convencional residuos retirados y LM-D= Labranza mínima residuos dejados.

## Área de validación

### Ensayo de variedades de frijol

Hubo diferencias importantes entre el rendimiento de grano de las variedades de frijol bajo temporal crítico, la variedad Negro Comapa alcanzó el mayor rendimiento con 2.6 t/ha, mientras que el frijol negro tipo Michigan su rendimiento fue de 0.88 t/ha (figura 4). Las variedades Negro Verdín y RB-200 tuvieron rendimientos muy similares (1.8 t/ha). De estos materiales hubo un material criollo de grano negro de Tlanichilco, cuyo rendimiento fue de 1.32 t/ha, similar al obtenido por el negro 8025. El frijol negro tipo Michigan, fue el material con menor rendimiento de grano (0.88 t/ha). El negro Comapa superó al tipo Michigan en 1.74 t/ha y al Criollo Tlanichilco en 1.3 t/ha. Todas las variedades evaluadas son de grano negro.

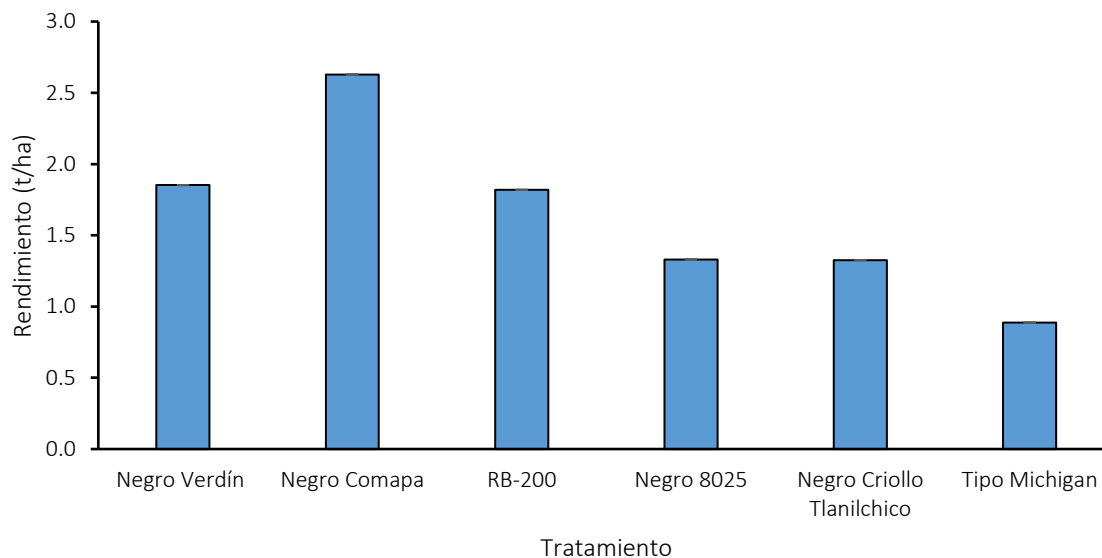


Figura 4. Rendimiento de grano de diversas variedades de frijol evaluadas en condiciones de temporal. San Francisco Lachigoló, Tlacolula, ciclo PV-2018.

En el peso de 1000 granos también se encontraron diferencias entre materiales Negro Verdín, Negro 8025 y RB-200, fueron los materiales que tuvieron mayor peso de grano con valores que oscilaron entre 221.5, 220.0 y 206.5 respectivamente (figura 5); mientras que el Criollo Tlanichilco su peso fue inferior 140 g/1000 granos. Esto indica que para el caso de las variedades mejoradas su grano fue más grande y pesado, caso contrario con la variedad criolla.

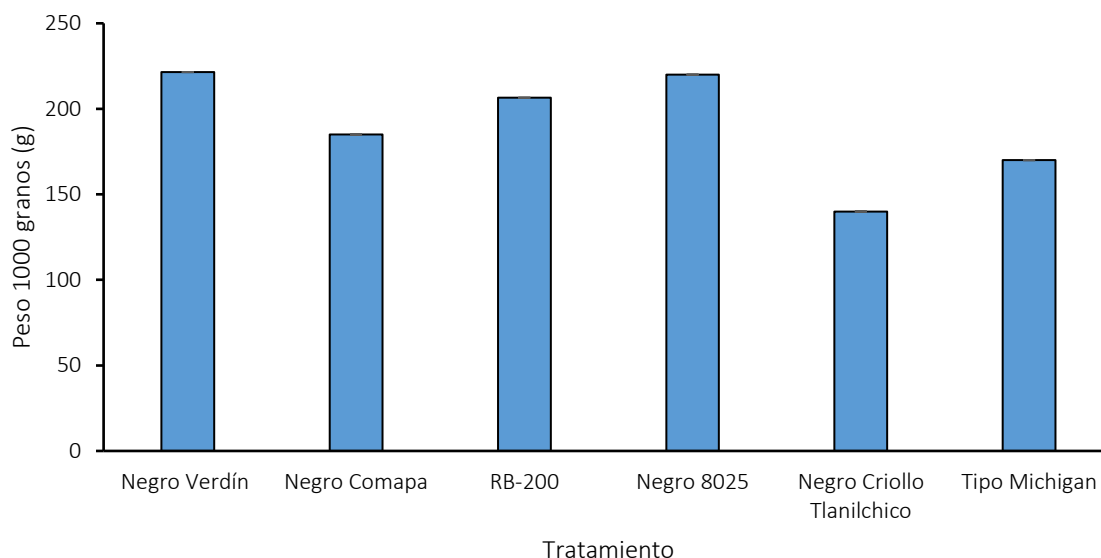


Figura 5. Peso de 1000 granos (g) de diversas variedades de frijol evaluadas en condiciones de temporal. San Francisco Lachigoló, Tlacolula, ciclo PV-2018.

El ciclo vegetativo de las variedades es fundamental para las siembras de temporal donde la lluvia es determinante en el desarrollo de los cultivos. El frijol tipo Michigan fue el más precoz con 51 días a floración y 80 días a madurez fisiológica, mientras que el Criollo Tlanilchico fue el más tardío con 65 días a floración y 100 días a madurez fisiológica (cuadro 2). Negro Comapa tuvo la mayor cantidad de granos por planta (124) y el frijol tipo Michigan la menor (91.8). En el peso de 200 granos, destacó el Negro Verdín y Negro 8025 con el mayor peso, mientras que el Criollo Tlanilchico tuvo el menor peso. Las variedades que tuvieron el mayor rendimiento de grano estuvo asociado con la mayor cantidad de granos/planta o con el peso de 200 granos, ocurriendo lo contrario con las variedades tipo Michigan y Criollo Tlanilchico que fueron las menos rendidoras.

Cuadro 2. Variables fenológicas y componentes de rendimiento de variedades de frijol bajo temporal. San Francisco Lachigoló, Tlacolula, ciclo PV-2018.

Variedad	Días a inicio de floración	Días a floración 50%	Días a inicio formación de vainas	Días a madurez fisiológica	Granos/planta	Peso de 200 granos (g)
Negro Verdín	48	52	58	87	99.2	44.3
Negro Comapa	52	57	62	94	124	37
RB-200	60	65	70	99	102.5	41.3
Negro 8025	53	58	63	96	92.4	44
Criollo Tlanilchico	60	65	71	100	101.8	28
Tipo Michigan	49	54	59	89	91.8	34

Los costos de producción de las diversas variedades de frijol indican que se invirtieron \$11,685 MXN/ha considerado desde la siembra hasta la cosecha.

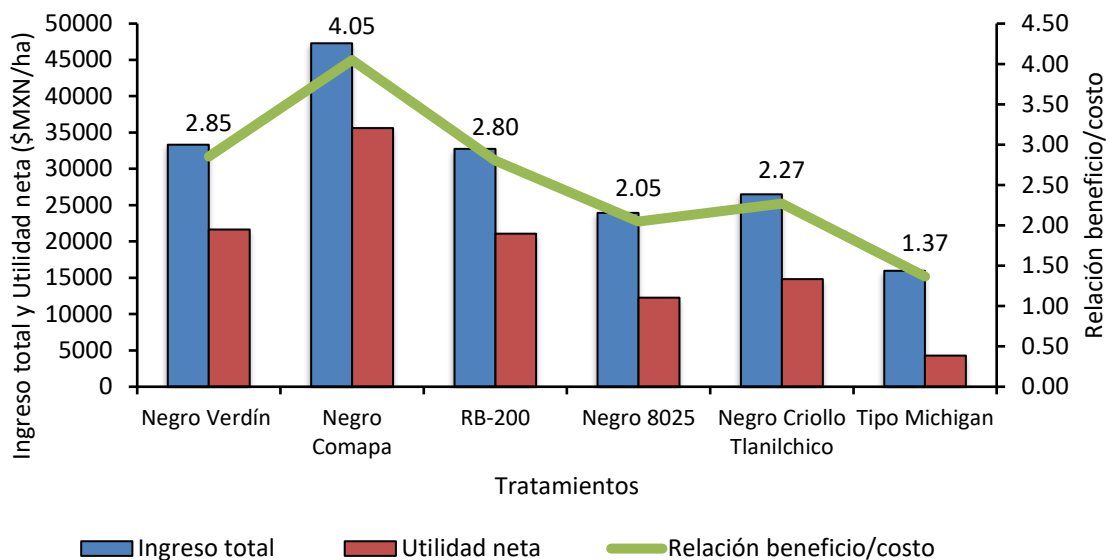


Figura 6. Análisis económico de distintas variedades de frijol cultivadas en temporal. San Francisco Lachigoló, Tlacolula, Oax., ciclo PV-2018.

En la figura 6, se presenta el análisis económico de las variedades de frijol, observándose que Negro Comapa generó una utilidad de \$35,616 MXN/ha y una relación B/C de 4.05, Negro Verdín y RB-200 también generaron importantes utilidades con \$21,653 y \$21,058 MXN/ha, respectivamente, aunque las relaciones B/C fueron de 2.8. Por su parte, el frijol negro tipo Michigan fue el material que tuvo menores utilidades \$4,280 MXN/ha y 1.37 de relación B/C. La variedad Criolla Tlanilchico tuvo utilidades de \$14,830 MXN/ha y una relación B/C de 2.27. Estos resultados señalan que existen variedades mejoradas de frijol que pueden ser una alternativa para siembras de temporal, aún en condiciones de sequía como las ocurridas durante el 2018, donde fueron siniestradas como pérdida total la mayoría de la superficie cultivada con maíz.

#### ***Ensayo de fertilización en milpa en condiciones de temporal***

El sistema milpa es un sistema de producción que aún se conserva en varias regiones del estado de Oaxaca, entre ellas en los Valles Centrales. Este sistema se cultivan generalmente tres especies, maíz, frijol enredador y calabaza, principalmente. En la figura 7 se presentan los resultados obtenidos en cuatro tratamientos de fertilización (química, orgánica y sin nada), en condiciones de temporal.



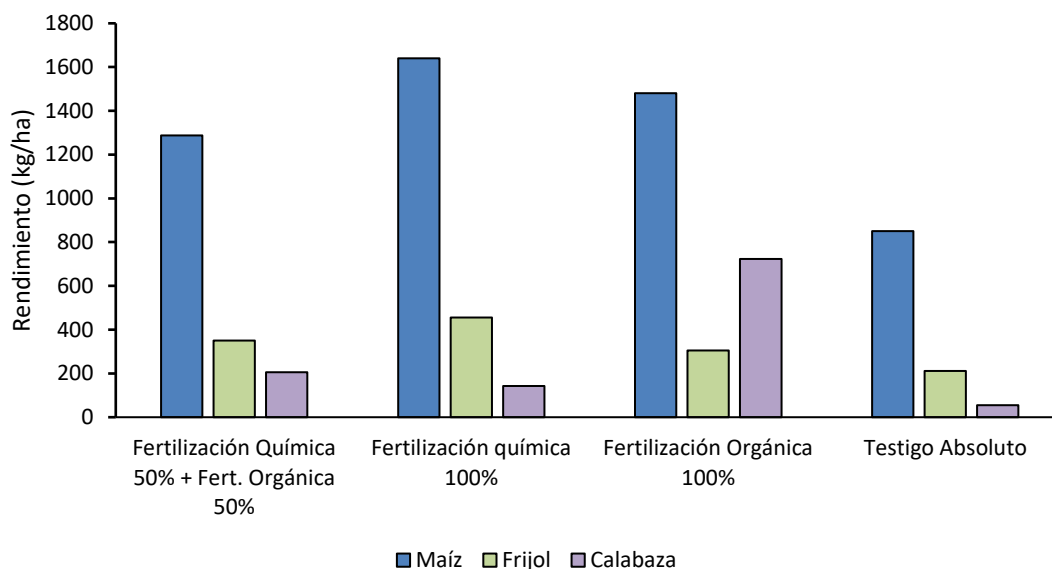


Figura 7. Rendimiento de grano de distintos cultivos con diversos tratamientos de fertilización que integran el sistema milpa. Santo Domingo Yanhuitlán, Oax., ciclo PV-2018.

El maíz fue la especie que tuvo la mayor producción de grano, seguido del frijol enredador (tipo IV) y finalmente la calabaza (semilla). Con fertilización química 100% el maíz rindió 1.640 t/ha, solo superó al tratamiento de fertilización orgánica con 160 kilos. Con la fertilización orgánica el maíz tuvo mayor producción de grano, respecto al tratamiento de 50 % fertilización química y 50 % de orgánica. El testigo absoluto fue el que generó menor rendimiento de maíz 0.850 t/ha; mientras que el tratamiento de fertilización orgánica supero en 0.630 t/ha al testigo absoluto. En general, se observa respuesta del maíz a la fertilización química y orgánica. En frijol se observó la misma tendencia, la mayor producción de grano fue con la fertilización química al 100% (0.455 t/ha), rendimiento superior en 105 kilos al de fertilización química y orgánica al 50% y en 150 kilos al de fertilización orgánica, con el testigo absoluto el rendimiento fue menor. En calabaza, hubo un notable incremento en la producción de semilla cuando se utilizó fertilización orgánica 100%, se tuvo un rendimiento de 0.723 t/ha, contra 0.206 t/ha cuando se fue 50% de fertilización química y orgánica, 0.143 t/ha con pura fertilización química y 0.0545 t/ha con el testigo absoluto. Esto demuestra que esta especie responde más a la fertilización orgánica que el maíz y frijol; por el contrario, con pura fertilización química el rendimiento de semilla es muy bajo. La calabaza tiene mayor respuesta a la presencia de materia orgánica, que en cierta forma es proporcionada por la lombricomposta que se aplicó al momento de la siembra.

Los costos de producción de los distintos tratamientos en el sistema milpa se observan en la figura 8. La mayor inversión correspondió al tratamiento de fertilización orgánica con \$20,139 MXN/ha, la mayor inversión en este tratamiento lo representó la adquisición del abono orgánico, además de la cosecha manual del frijol. El tratamiento de fertilización química 50% + fertilización orgánica al 50% la inversión es superior en \$529 MXN/ha respecto al tratamiento de 100% de fertilización química, debido al costo del abono orgánico.

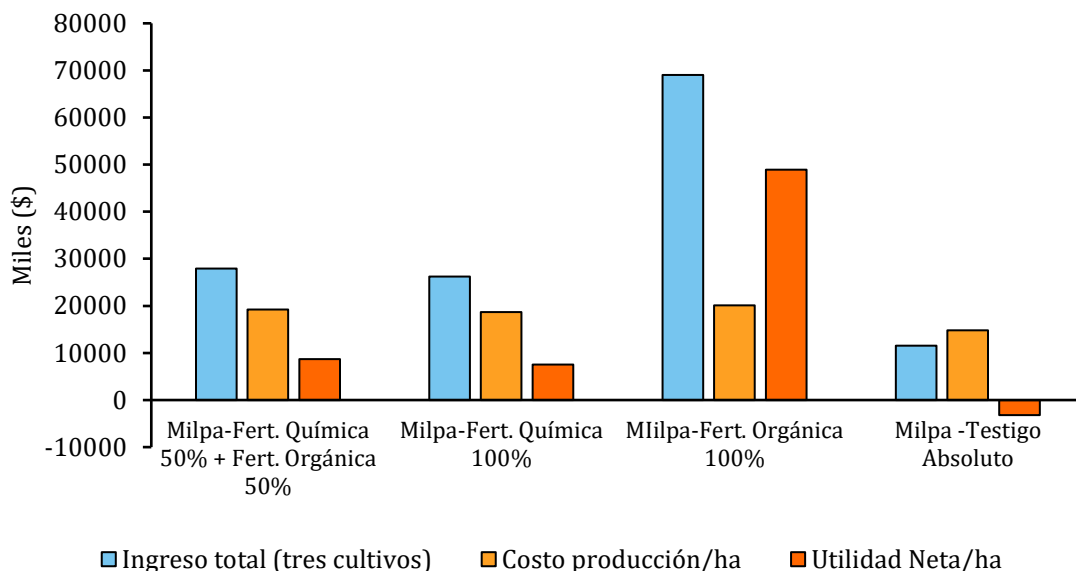


Figura 8. Costos de producción y utilidades en distintos tratamientos del sistema milpa en condiciones de temporal. San Francisco Lachigoló, ciclo PV-2018.

Las mayores utilidades dándole valor al grano de las tres especies, reflejan que el tratamiento de 100% de fertilización orgánica puede generar \$48,919 MXN/ha, con 50% de fertilización química y 50% de orgánica, las utilidades fueron de \$8,660 MXN/ha, con 100% de fertilización química de \$7,506 MXN/ha y con el testigo absoluto (sin nada de fertilizante), no hubo utilidades, al contrario, se tuvieron pérdidas por \$3,233 MXN/ha. Las mayores utilidades estuvieron relacionadas con la producción de semilla de calabaza, dado que ésta alcanza mayor precio en el mercado. Entonces las utilidades del sistema milpa lo representa el rendimiento de semilla de calabaza y su precio en el mercado. Desde luego la producción de maíz y de frijol es importante para el productor, pero con la semilla de calabaza se generan los mayores ingresos.

Como se muestra en la figura 9, la relación beneficio/costo de la milpa con fertilización orgánica fue el tratamiento que generó la mayor relación beneficio/costo de 3.4, mientras que los tratamientos de fertilización química 50% + fertilización orgánica 50%, así como el de fertilización química al 100%, sus relaciones beneficio/costo fue de 1.4. El tratamiento que no incluyó nada de fertilizante la relación B/C fue de 0.78, es decir no se recuperó la inversión realizada. Con el tratamiento de fertilización orgánica, debido a la mayor producción de calabaza en semilla y de grano de frijol, además, por el precio que alcanzan estas especies en el mercado, permitió obtener utilidades muy superiores a los demás tratamientos y ensayos. Esto demuestra que es factible generar recursos con el sistema de milpa, pero mejorando algunos aspectos de manejo agronómico, como lo es el arreglo topológico, el mínimo movimiento del suelo, para favorecer el desarrollo de los tres cultivos, la fertilización orgánica favorece una mayor producción de calabaza, la semilla que adquiere mayor precio en el mercado.

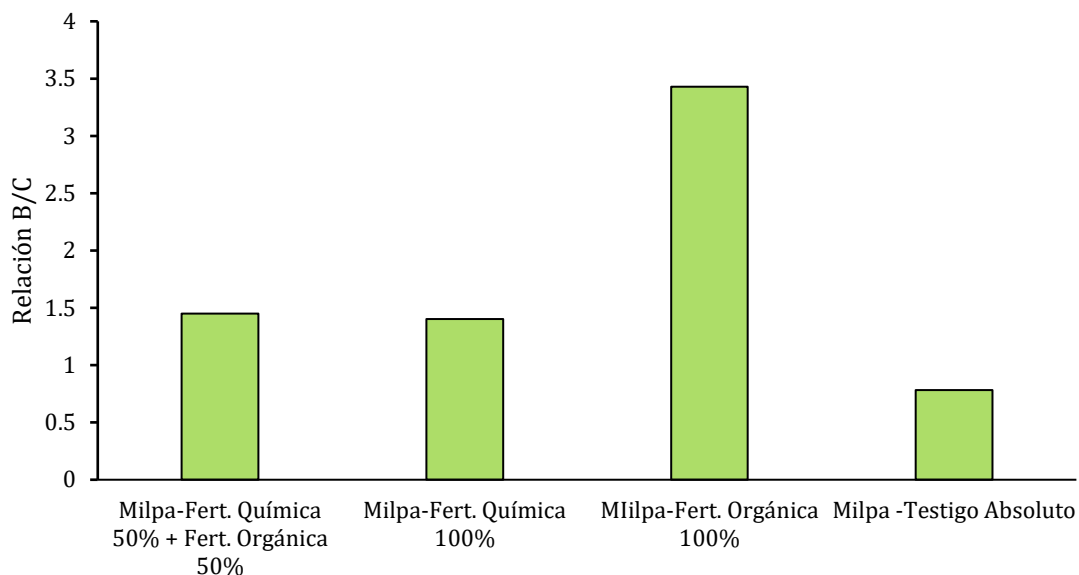


Figura 9. Relación Beneficio/Costo en distintos tratamientos del sistema milpa en condiciones de temporal. San Francisco Lachigoló, ciclo PV-2018.

#### ***Ensayo de rotación de cultivos (frijol-maíz)***

Se observa que hubo mayor rendimiento del maíz criollo cuando fue sembrado después de frijol en un suelo con cobertura que fue roturado con cinceles para romper capa dura y favorecer mayor infiltración el rendimiento fue de 3.6 t/ha, respecto al tratamiento que incluyó el sistema convencional (1.9 t/ha). Las prácticas que promueven la conservación del suelo y la rotación de cultivos con leguminosas favoreció un incremento del rendimiento de 1.7 t/ha, por lo que el productor puede incrementar su producción si utiliza prácticas adecuadas de producción. El tratamiento que incluyó frijol después de frijol, el rendimiento fue de solo 0.69 t/ha, en el sistema de cero labranza (figura 10). En general el rendimiento de los cultivos fue bajo debido a la sequía que ocurrió durante el ciclo del cultivo y afectó en toda la región de los Valles Centrales.

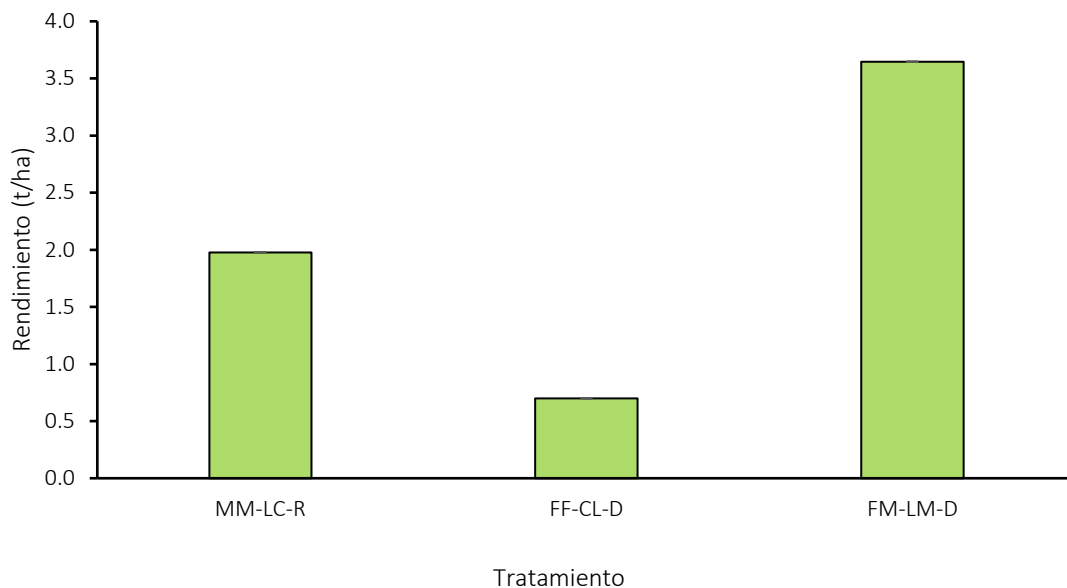


Figura 10. Rendimiento de maíz y frijol en condiciones de temporal bajo diferente sistema de producción (rotación y manejo del suelo) en San Francisco Lachigoló, Oax., ciclo PV-2018.

Entre los tratamientos de maíz con distinto sistema de producción, se observó un efecto de la rotación con frijol y roturación del suelo con cobertura, influyó en una mayor cantidad de granos por metro cuadrado, respecto al sistema convencional (figura 11). El número de granos por metro cuadrado es uno de los principales componentes que influyen de manera directa en el rendimiento de grano.

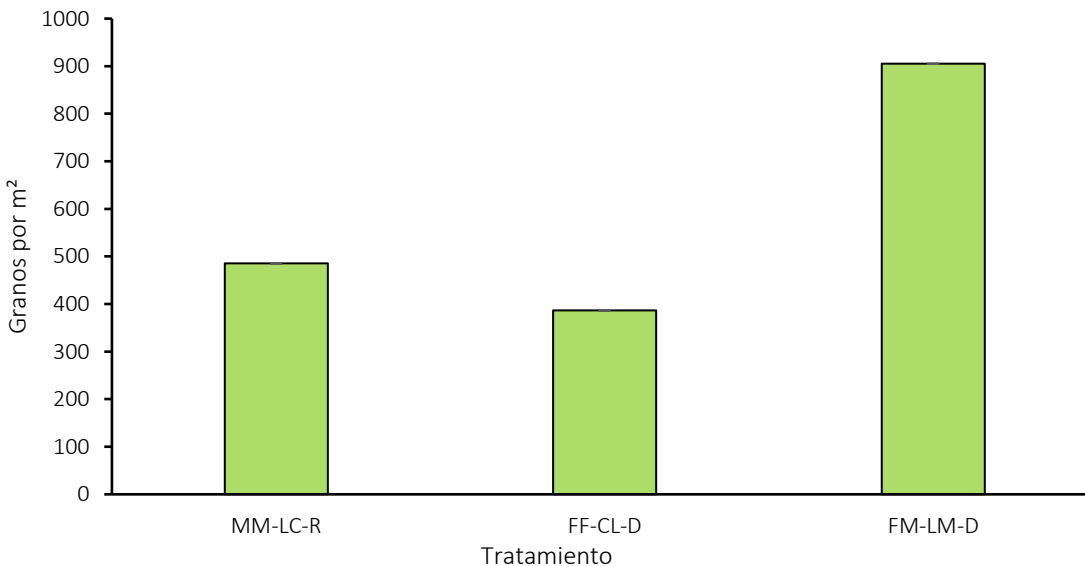


Figura 11. Granos por metro cuadrado en maíz y frijol en condiciones de temporal, bajo diferente sistema de producción (rotación y manejo del suelo) en San Francisco Lachigoló, Oax., ciclo PV-2018.

En los tres tratamientos no se logró recuperar la inversión debido a los problemas de sequía que afectaron el rendimiento de los cultivos, sin embargo, las pérdidas fueron menores cuando se usó el sistema de

labranza mínima con residuos en la rotación frijol-maíz y las mayores pérdidas económicas fue con el sistema de labranza convencional (maíz-maíz), figura 12.

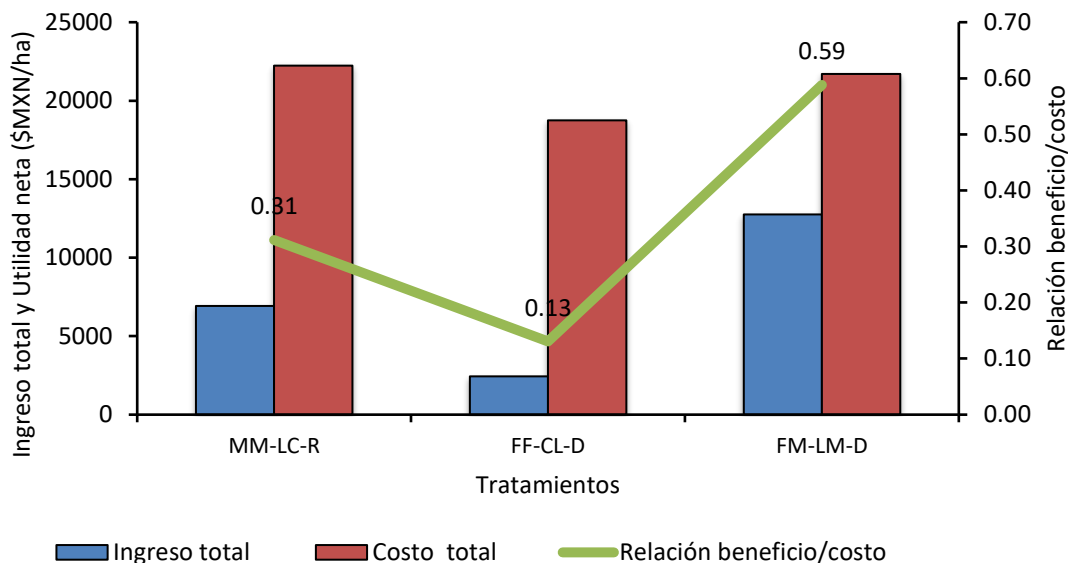


Figura 12. Análisis económico en maíz y frijol en condiciones de temporal, bajo diferente sistema de producción (rotación y manejo del suelo) en San Francisco Lachigoló, Oax., ciclo PV-2018.

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

- El tratamiento de labranza mínima superó con 2.68 t/ha al sistema convencional que practican los productores de la región de los Valles Centrales. Estas diferencias son atribuidas a la mayor disponibilidad de agua para la planta que existió por efecto de la roturación del suelo y de la presencia de residuos, ocurriendo lo contrario con el sistema convencional.
- Debido a los bajos rendimientos obtenidos durante el 2018, como consecuencia de la sequía que afectó el maíz y otros cultivos en la región de los Valles Centrales, ninguno de los tres tratamientos evaluados en la plataforma de investigación, logró reportar utilidades. A pesar de ello, el sistema de labranza mínima con cobertura logró la mayor relación B/C 0.98, mientras que el sistema convencional su relación B/C fue de 0.22.
- Del ensayo de variedades de frijol, sobresalió la variedad mejorada Negro Comapa, obtuvo un rendimiento de 2.6 t/ha y el criollo Negro Tlanichilco su producción fue de 1.32 t/ha. El Negro Comapa generó una relación B/C de 4.05 y en Negro Tlanichilco de 2.27.
- En la evaluación de fuentes de fertilización en el sistema milpa bajo condiciones de temporal, la mayor relación beneficio/costo, se alcanzó con la fertilización orgánica (3.4), lo que demuestra que es posible aumentar la producción y rentabilidad de este sistema tradicional de producción en la región de los Valles Centrales de Oaxaca.
- Las prácticas que promueven la conservación de suelo y la rotación de cultivos con leguminosas favoreció un incremento del rendimiento de 1.7 t/ha respecto al sistema convencional (maíz-maíz, en labranza convencional sin cobertura), por lo que el productor puede incrementar su producción si utiliza este sistema de producción.



Demostración con productores en plataforma de investigación (profundidad de raíces). San Francisco Lachigoló, Oax., 28 de noviembre de 2018.



Aspecto de mazorcas cosechadas en tratamiento labranza convencional, en plataforma de investigación. San Francisco Lachigoló, Oax., 10 de octubre de 2018.



Aspecto de mazorcas cosechadas en tratamiento labranza mínima con cobertura, en plataforma de investigación. San Francisco Lachigoló, Oax., 28 de noviembre de 2018.



# HUB PENÍNSULA DE YUCATÁN



## Hopelchén, Campeche - PV2018 – Año tres

Carlos Augusto Tapia Moo, Luis Felipe Chan Be, Carlos Manuel Yam Noh, Sergio Enrique Noh y José David Caamal Cauich  
Agroenlace Campeche SA de CV

### Introducción

La región de los Chenes en el estado de Campeche, también conocida como el granero de la Península, se caracteriza por grandes extensiones dedicadas al monocultivo de maíz y recientemente al cultivo de la soya, las cuales se siembran durante el ciclo de primavera verano, principalmente en régimen de humedad de temporal. Dentro de esta región el municipio de Hopelchén, es por mucho el de mayor importancia y que actualmente se siembran más de 50,000 hectáreas de maíz, lo que lo ubica como el noveno municipio en importancia por superficie a nivel nacional.

Una característica particular de esta región es la presencia de comunidades menonitas, las cuales se establecieron desde los años 80's en la región, generando una dinámica agrícola intensiva con base en el uso de maquinaria e insumos externos como fertilizantes, herbicidas e insecticidas, que se ha generalizado entre otros productores de la región debido a alta influencia que ejercen en cuanto a la innovación, las comunidades menonitas sobre el resto de productores de la región.

El sistema de producción convencional de granos básicos en Campeche está basado en el uso inadecuado de insumos y producción intensiva, siendo sus principales puntos críticos los altos costos de producción, bajos rendimientos, alto riesgo por déficit hídrico, deterioro progresivo del suelo por el excesivo laboreo, pérdida continua de materia orgánica, uso indiscriminado de insumos, especialmente plaguicidas, alta dependencia de fertilizantes, no acordes a los resultados del análisis de suelo, entre otros.

Ante esta situación, el despacho Agroenlace Campeche S.A de C.V. viene validando desde el 2013, alternativas de producción que le permitan a los agricultores reducir el riesgo, disminuir costos de producción y obtener mayor rentabilidad. En base con lo anterior mencionado se identificaron como áreas prioritarias y de oportunidad; el uso del sistema de agricultura de conservación, nutrición balanceada de cultivos con base en análisis de suelos y el uso de mejoradores, enfoque de manejo agroecológico de plagas para reducir el uso de plaguicidas, mejorar el proceso de siembra mediante la calibración de sembradoras, identificar híbridos con mayor potencial de rendimiento y un menor costo respecto a los que se siembran actualmente.

La implementación del proyecto pretende mostrar alternativas anteriormente mencionadas a través del trabajo con productores líderes de producción, con el objetivo de demostrar soluciones, aumento de la productividad, mejora del ingreso de los productores y la conservación de los recursos naturales.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

Durante el año 2014 a través de viajes de intercambio de experiencias, productores de comunidades menonitas conocieron el sistema de agricultura de conservación (AC) en el valle de Santiago Guanajuato, dicho viaje fue de importancia para que se pudiera iniciar el proceso de adopción y adaptación del sistema AC en comunidades menonitas, sin embargo, al inicio del proceso de implementación del sistema se

presentaron dudas que ellos mismos no podían resolver, esto como resultado de falta de experiencia en la región, en tal sentido y con base al apoyo de instituciones como FIRA a través del pago de técnicos habilitados en agricultura de conservación, en 2015 se inició el proceso de establecimiento de parcelas de innovación en agricultura de conservación, ese mismo año, con la apertura del Hub Península de Yucatán y la iniciativa MasAgro de SAGARPA en coordinación del CIMMYT, el despacho Agroenlace Campeche SA de CV y las SPR de RI La Temporada y Los Temporales de las comunidades menonitas de Nuevo progreso y el Temporal, propusieron ante el Hub el establecimiento de una plataforma de investigación con base en agricultura de conservación para resolver las dudas que se presenten a los productores en relación al sistema de producción en agricultura de conservación. En seguimiento a las reuniones realizadas con los productores y con el gerente del Hub Península de Yucatán, se definieron con los representantes de los productores de las comunidades menonitas las innovaciones a validar, del mismo modo se tomó la decisión en que predio se realizaría la plataforma de investigación.

### **Materiales y métodos**

La plataforma se estableció en el predio de Santa Enna, ubicado en antigua carretera Campeche – Mérida km 8.0 de la carretera Hopelchén - Bolonchén, en el rancho denominado Santa Enna en las coordenadas geográficas 19°48'25.47" LN y 89°48'39.85" LW, con una superficie de aproximadamente 8 ha, las cuales se distribuyeron de la siguiente manera: Ensayo de agricultura de conservación, Área de validación de componentes en la cual se establecieron los ensayos de fertilidad y calibración del equipo GreenSeeker y vitrina precomercial MasAgro Maíz. Las innovaciones que fueron implementadas en la plataforma son de acuerdo a las propuestas señaladas por los productores, con el objetivo de resolver las dudas que en ese momento tenían con respecto a la agricultura de conservación (mínimo movimiento y cero labranza).

### **Tratamientos**

En la plataforma durante el ciclo p-v 2018, en el área de investigación a largo plazo se evaluaron sistemas de producción con base en Agricultura de Conservación (cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de tratamientos con base en la AC, plataforma de investigación Hopelchén, Campeche, ciclo PV 2018.

No. De Trat.	Abreviación	Rotación	Prácticas de labranza	Mejorador de suelo
1*	MM,LC,Ms0	Maíz- Maíz	Labranza convencional	No
2	MM,LC,Ms1	Maíz- maíz	Labranza Convencional	Si
3	MM,CL,Ms0	Maíz- maíz	Cero labranza	No
4	MS,CL,Ms0	Maíz-Soya	Cero labranza	No
5	SM,CL,Ms0	Soya-Maíz	Cero Labranza	No
6	MM,CPA,Ms0	Maíz- maíz	Camas permanentes anchas	No

\*Testigo, Abreviaciones: M=maíz, S=soya, LC=labranza convencional, CL=cero labranza, MS0=sin mejorador de suelo y Ms1=con mejorador de suelo (ácido acético, BIO2 y Microorganismos).

Como respuesta a las interrogantes de la mejor dosis de fertilización, fuentes y momento de aplicación; una de las tres áreas de validación de componentes fue el ensayo de fertilidad (cuadro 2) con el objetivo de evaluar la respuesta del rendimiento de grano por efecto de la cantidad y momento de aplicación del fertilizante nitrogenado. En la cual se validaron diferentes niveles de fertilización y tiempos de aplicación para identificar el mejor nivel y de este modo conocer si la fertilización fraccionada en estas regiones de temporal tiene algún efecto en la productividad.

Cuadro 2. Descripción de tratamientos del ensayo de fertilidad en plataforma de investigación Hopelchén, Campeche, ciclo PV 2018.

No. de trat.	Rotación	Dosis fertilización	de Aplicación	Biofertilizante
1	Maíz	27-69-00	100% a la Siembra	No
2	Maíz	90-66-48	30 % N a la siembra y 70% N en V5, 100% P y K a la siembra.	Micorrizafer
3	Maíz	90-66-48	30 % N a la siembra y 70% N en V5, 100% P y K a la siembra.	FerbiliQ
4	Maíz	90-66-48	30 % N a la siembra y 70% N en V5, 100% P y K a la siembra.	Microbiologia MICI
5	Maíz	120-55-48	40% a la siembra y 70% en V5 para el N y el 100% de P y K a la Siembra.	NO
6	Maíz	90-66-48	30% a la siembra y 70% en V5 para el N y el 100% de P a la Siembra.	NO
7	maíz	YARA	Yara Mila Star, y segunda fertilización V5 con Nitromag	YARA
8	Maíz	90-66-48	30% a la siembra y 70% en V5 para el N y el 100% de P a la Siembra.	Biosfobuap
9	Maíz	90-66-48	30% a la siembra y 70% en V5 para el N y el 100% de P a la Siembra.	Tec-myc
10	Maíz	90-66-48	30% a la siembra y 70% en V5 para el N y el 100% de P a la Siembra.	MicoRadix
11	Maíz	90-66-48	30% a la siembra y 70% en V5 para el N y el 100% de P a la Siembra.	Mycor RootSaver
12	Maíz	ISQISA 13-08-16	100% a la siembra y 100% de Polifosfato de amonio 11-37-0 en V5	ISQUISA

\*\* Se usará BIO2, que es un biofertilizante elaborado con ácidos orgánicos, principalmente húmicos, fúlvicos y carboxílicos.

### **Resumen del ciclo del reporte**

La siembra se realizó el 17 de junio, por causas de la sequía, la semilla no logro germinar de manera homogénea, bajo esta circunstancia se decidió realizar una resiembra el día 9 de agosto, nuevamente por la misma causa se realizó una segunda resiembra el 21 de agosto, esto afectando el cultivo de maíz y soya de los tratamientos propuestos. La sequía estuvo presente 38 días por lo que el cultivo sufrió estrés por falta de agua, marchitamiento, lo que trajo consigo un mal desarrollo del cultivo.

Uno de los problemas encontrados en el área de investigación con base en Agricultura de Conservación (AC), fue la formación de camas anchas en el tratamiento MM,CPA,Ms0, pese a las sugerencias del Ing. Rodolfo Vilchis para la formación de camas, estas al poco tiempo de establecer el cultivo se perdieron por

su totalidad, cabe recalcar que los suelos de esta región son pesados-arcillosos por lo que tienden a compactarse por el efecto de la ausencia de la materia orgánica, por lo tanto, es necesario que al momento de levantar las camas se alcancen las alturas recomendadas para este sistema de producción.

### **Manejo de la plataforma**

La plataforma de investigación Hopelchén, CAM, tiene como objetivo evaluar innovaciones sustentables con base en Agricultura de Conservación para contribuir a la mejora del sistema de producción y a la seguridad alimentaria en la zona de Hopelchén, Campeche.

Durante el mes de enero de 2018, se colocaron nuevamente las estacas para delimitar cada una de las parcelas y se identificaron de acuerdo con el tipo de labranza.

El inicio de operaciones en la plataforma de investigación se llevo a cabo durante el mes de enero al realizar el desvare y posteriormente remarcar las parcelas, el primer rastreo para las parcelas de LC se realizó el día 08 de mayo y el segundo rastreo se realizó el día 02 de junio de 2017, para las parcelas de CL se realizó un segundo desvare el día 2 de junio, se tuvieron problemas con la siembra por efecto de la sequía, se realizó 1 siembra y 2 resiembras.

El día 19 de abril durante la mañana, se realizó la aplicación de 2 litros de agua oxigenada y 6 litros de ácido acético en 192 litros de agua y por la tarde se aplicaron siete cepas de microorganismos a razón de 2 litros por ha de cada una en 183 l H<sub>2</sub>O, las cepas son: *Trichoderma*, *Bacillus subtilis*, *Micorrizas*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Pseudomonas fluorescens* y *Pseudomonas putida*. Se aplicaron en el tratamiento MM,LC,Ms1.

La siembra de las parcelas se realizó el 20 de junio sembrando todas las parcelas, pero por efecto de la sequía no lograron germinar las plantas, ante este factor se realizaron 2 resiembras en los tratamientos MM, LC, Ms0 y Ms,CL,Ms0, para la siembra se utilizó la sembradora Dobladense de precisión de 6 cuerpos. La densidad de siembra en todas las parcelas fue de 62,500 semillas por ha y la fertilización se realizó con una mezcla física con fórmula 19-22-16 y 157.6 kg de urea de nitrógeno, al momento de la siembra se aplicaron 250 kg de la mezcla física y 157.6 kg de urea en V5, de igual forma se realizaron 2 fertilizaciones foliares con formula 20-30-10 NPK.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron muestreos para determinar el umbral económico del gusano cogollero y momento óptimo de la aplicación de Palgus, se realizó una aplicación para el control de gusano cogollero a razón de 0.1 l/ha de Palgus (Spinetoram), se observó la presencia de pulgón, sin embargo, el muestreo de umbral económico no reflejaba la necesidad de realizar el control químico. Para el cultivo de soya se aplicó cipermetrina 0.1 l/ha. Para el control de malezas, la primera aplicación de herbicidas se realizó después de la siembra el día 12 de julio, aplicando Teuton (Nicosulfuron) 0.75 l/ha y Fortaleza 90 (atrazina) 1.5 l/ha. Posterior a esta aplicación el 16 de julio se aplicó Sanson (Nicosulfuron) 1 l/ha, Bambel (dicamba) 1 l/ha, Pivot (Imazethapir) 1 l/ha. Para la resiembra se aplicó de nueva cuenta los productos antes mencionados, adicionando Velfosato (Glifosato), Surfare 0.2 l/ha, Fuxiflex 1 l/ha y Surfare 0.2 l/ha se realizó un control manual (chapeo) el día 20 de septiembre. Al llegar a maduración de grano y para reducir la invasión de enredaderas como la picapica (*Stizolobium pruriens*) y no tener problemas durante la trilla, se aplicó un herbicida desecante.

Las fertilizaciones foliares se aplicaron en 2 ocasiones, aplicando Grofol con formula 20-30-10, la primera aplicación se realizó el 16 de julio y la segunda el 5 de septiembre para los tratamientos 1, 3, 5 y 6; con la fórmula 20-30-10 (grofol) para el tratamiento 2 adicionalmente se aplicó BIO2 y un consorcio microbiano

de seis cepas de microorganismos que se señalan a continuación: *Bauveria basiana*, *Bacillus thuringiensis*, *Metharizium*, *Phacelomises*, *Leucanislilium* y *Azhotobacter*, *serratia*, *saecharomyces*, *pseudomona flourence*, *pseudomona pútida*, *thichoderma*, *Bacillus substillis*, *micorrizas*, *azospirillum*, *rhizobium*.

### **Área de validación de Componentes “Ensayo de Fertilidad”**

Durante el mes de enero se realizó el primer desvare en el área de validación de componentes, se remarcaron las parcelas e identificaron las áreas según tratamientos. Se realizó el desvare de las parcelas el 3 de julio. La mañana del día 6 de agosto en la parcela del tratamiento 2 (MM, 120-57-00 30% S, 70% V5 Ms1) se aplicó por aspersión al suelo 4 litros de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y 6 litros de ácido acético en 190 litros de agua y por la tarde 2 kg de BIO2 y 13 cepas de microorganismos a razón de 2 l/ha, en 194 litros de agua, de igual forma se aplicó lixiviado de lombriz 20 l/ha. La siembra directa se realizó el 3 de agosto, debido a que las condiciones no lo permitían, puesto que no había humedad en el suelo. Se sembró el híbrido PW4082, se realizó la práctica de la inoculación de la semilla, se sembró a una densidad de 62,000 plantas por ha utilizando una sembradora Dobladense de precisión de 6 cuerpos.

La principal plaga por controlar en el cultivo de maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) por lo que se aplicó el 25 de agosto palgus (Spinetoram) y posteriormente el 31 de agosto se realizó la aplicación de Denim. Para el control de malezas, la primera aplicación de herbicidas se realizó después de la siembra el día 03 de julio, antes de la germinación del cultivo aplicando velfosato (Glifosato) 2.0 l y Bambel (Dicamba) 0.5 l por ha. Las fertilizaciones foliares se aplicó la fórmula 20-30-10 (grofol) y los biofertilizantes: Bio2 y trece cepas de microorganismos a razón de 2 l/ha de cada uno, los microorganismos usados fueron *Bauveria basiana*, *Bacillus thuringiensis*, *Metharizium*, *Phacelomises*, *Leucanicilium* y *Azothobacter serratia*, *Sacharomyces*, *Pseudomona fluorescens*, *Pseudomonas pútida*, *Trichoderma*, *Bacillus substillis*, *Micorrizas*, *Azospirillum* y *Rhizobium*.

### **Área de validación de componentes “GreenSeeker”**

Durante el mes de enero se realizó el primer desvare en el área de validación de componentes, se remarcaron las parcelas e identificaron las áreas según tratamientos. Se realizaron 2 rastreos el primero el 11 de junio y el segundo el 4 de julio, el desvare de las parcelas el 3 de julio. Se utilizó el híbrido P4082W sembrando el 30 de julio. Para la fertilización se manejaron diferentes dosis, puesto que es parte de la realización de la calibración del GreenSeeker. Siendo las siguientes las dosis: urea: 0 para tratamiento 1, 58.70 tratamiento 2, 143.48 tratamiento 3, 226.09 tratamiento 4, 310.87 tratamiento 5, 395.65 tratamiento 6 y 478.26 tratamiento 7 y ortofosfato triple de calcio: 150 como dosis general para todos los tratamientos. La principal plaga por controlar en el cultivo de maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), por lo que se aplicó palgus el 27 de agosto con una dosis de 0.75 l/ha. Para el control de las malezas solo se realizó una aplicación de herbicida el 29 de agosto, utilizando Paraquat con una dosis de 2 l/ha.

### **Área de validación de componentes “Vitrina precomerciales MasAgro Maíz”**

Se empezaron en enero con el desvare, identificación de parcelas y colocación de estacas. Posteriormente se realizaron 2 rastreos más. Se utilizaron híbridos proporcionados por el CIMMYT empezando las labores de siembra el 26 de julio, para el caso de la fertilización en la plataforma se aplicó mezcla física (19-22-16). La fertilización empleada por los productores donde de igual manera se evaluaron dichos híbridos se usó DAP (18-46-00). La principal plaga por controlar en el cultivo de maíz es el gusano cogollero

(*Spodoptera frugiperda*), por lo que se aplicó palgus el 27 de agosto con una dosis de 0.75 l/ha. Para el control de las malezas solo se realizó una aplicación de herbicida el 29 de agosto, utilizando Paraquat con una dosis de 2 l/ha.

## Resultados

### Resultados de ensayo de agricultura de conservación

Uno de los problemas encontrados en el área de investigación con base en Agricultura de Conservación (AC) fue la formación de camas anchas en el tratamiento MM,CPA,M<sub>s</sub>0, pese a las sugerencias del Ing. Rodolfo Vilchis para la formación de camas, estas al poco tiempo de establecer el cultivo se perdieron en su totalidad, cabe recalcar que los suelos de esta región son pesados-arcillosos por lo que tienden a compactarse a causa de falta de materia orgánica, por lo tanto, es necesario que al momento de levantar las camas se alcancen las alturas recomendadas para este sistema de producción.

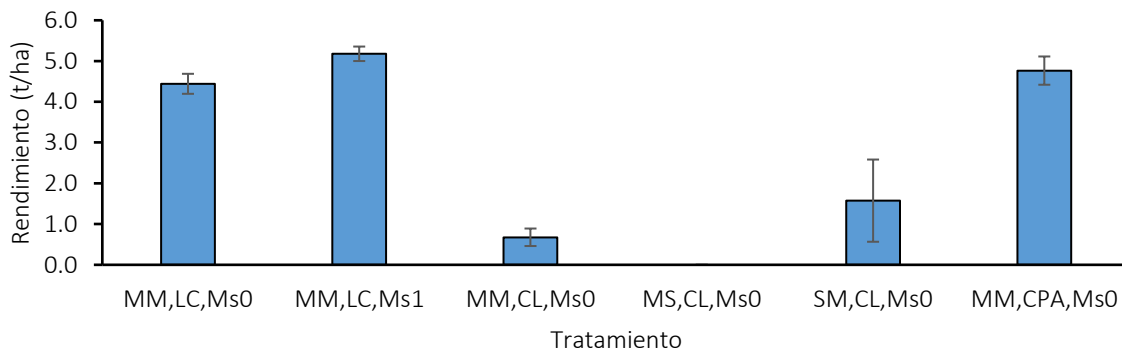


Figura 1. Rendimiento t/ha plataforma de investigación en base en AC.

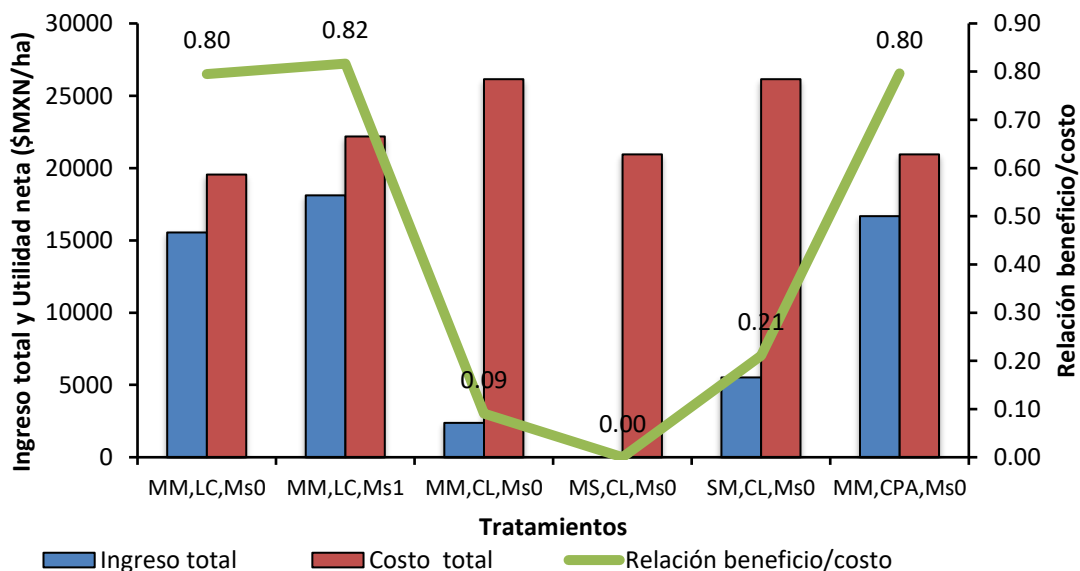


Figura 2. Análisis de costos, plataforma de investigación en base en AC.

El rendimiento mayor obtenido fue MM,LC,Ms1 por el efecto de incorporar de rastrojo, realizar labranza convencional y realizar aplicación de mejoradores de suelo; el tratamiento MS,CL,Ms0 este tratamiento está basado en la cero labranza dejar el rastrojo sin aplicación de mejoradores de suelo, este tratamiento es de cultivo con rotación, el año pasado se puso maíz y este año soya y por el efecto de la sequía afecto a la soya lo que nos trajo como consecuencia el no llenado del grano.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede ver que el tratamiento menos rentable es el MS,CL,Ms0 dado que este tratamiento no tuvo rendimiento por efecto de la sequía, ocasionando que no se llenara el grano de soya. No obstante el tratamiento MM,CL,Ms0 salió bajo en utilidad de igual forma por afectación de la sequía, realizándose resiembras.

### Resultados del área de validación de componentes

En el ensayo de fertilización el tratamiento con mejor rendimiento resulto ser MM-MIOYARA, con un rendimiento de 5.75 t/ha. El rendimiento de los otros tratamientos no mostraba un gran efecto de la fertilización, con todos tratamientos teniendo un rendimiento entre 4 y 5 t/ha. No había impacto de los biofertilizantes en el rendimiento.

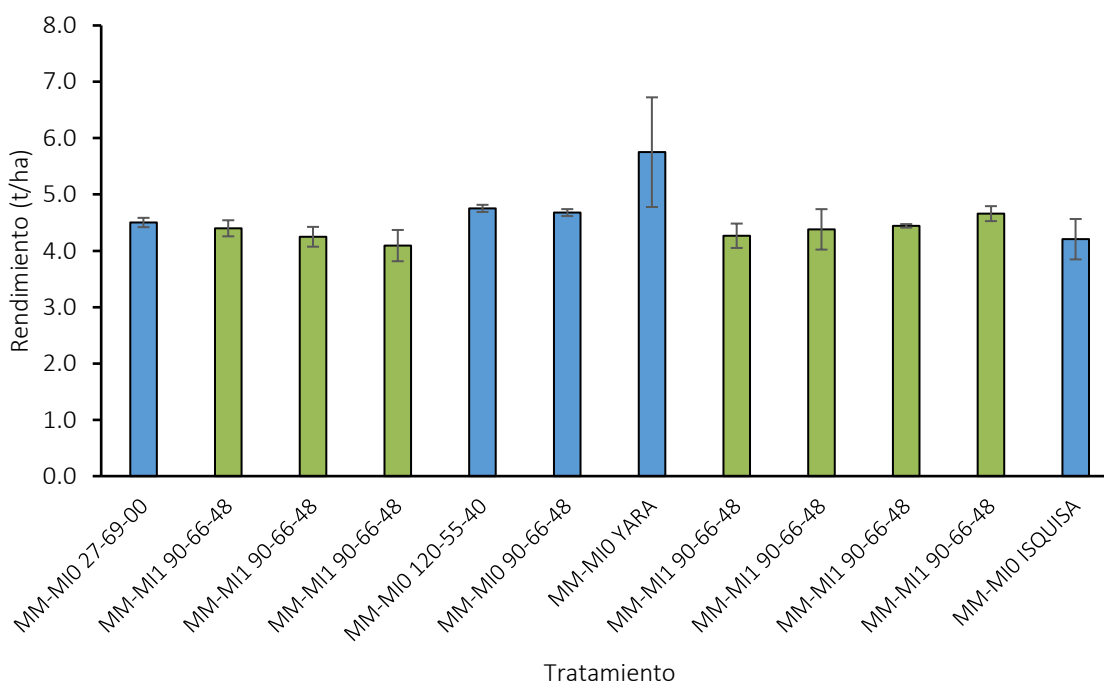


Figura 3. Rendimiento ensayo fertilización t/ha ciclo PV 2018. Abreviaciones: MM: rotación maíz-maíz, MIO: sin biofertilizante (azul), MI1: con biofertilizante (verde), Yara: paquete de fertilizantes de Yara, Isquisa: paquete de fertilizantes de Fertiquisa.

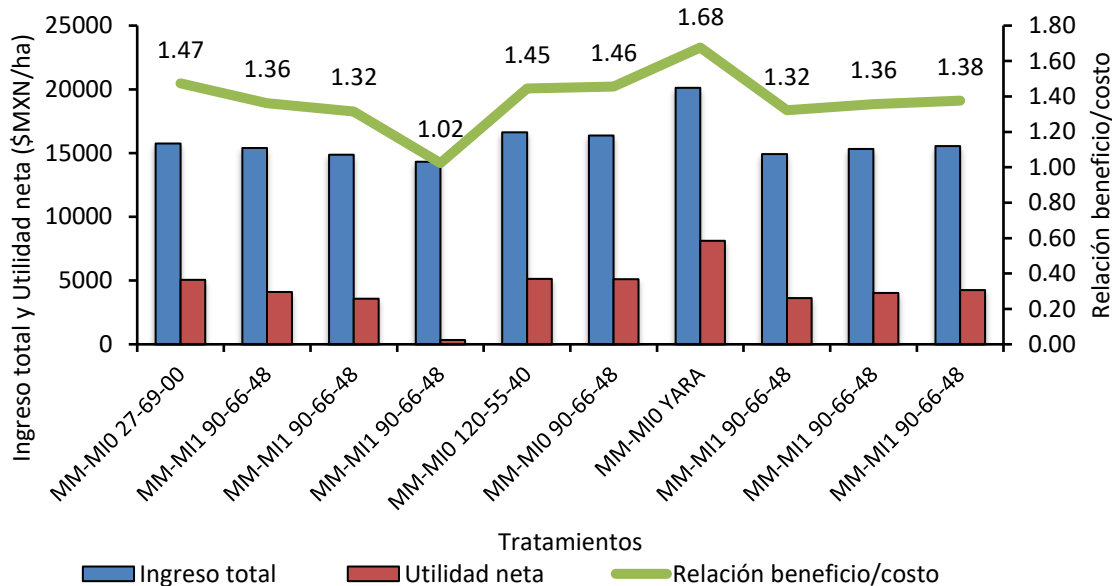


Figura 4. Análisis de rentabilidad del ensayo fertilización, Hopelchén, Campeche, PV2018.

Se evaluaron cada uno de los gastos de los tratamientos y costos de insumos, en la cual los tratamientos que pudieron generar un mejor beneficio/costo fueron el tratamiento MM-MIO 27-69 Y MM-MIO YARA con 1.51 de relación C/B lo que entendemos como los mejores tratamientos para obtener un desarrollo y un bienestar.

Para el ensayo GreenSeeker en el ciclo PV 2018, el tratamiento con mayor rendimiento fue T3 evaluando 66 unidades de nitrógeno. Los resultados indican que no hay realmente una respuesta significativa a la fertilización con nitrógeno, lo que puede ser resultado de las malezas que crecen en la parcela, que son especies leguminosas y pueden fijar una alta cantidad de nitrógeno.

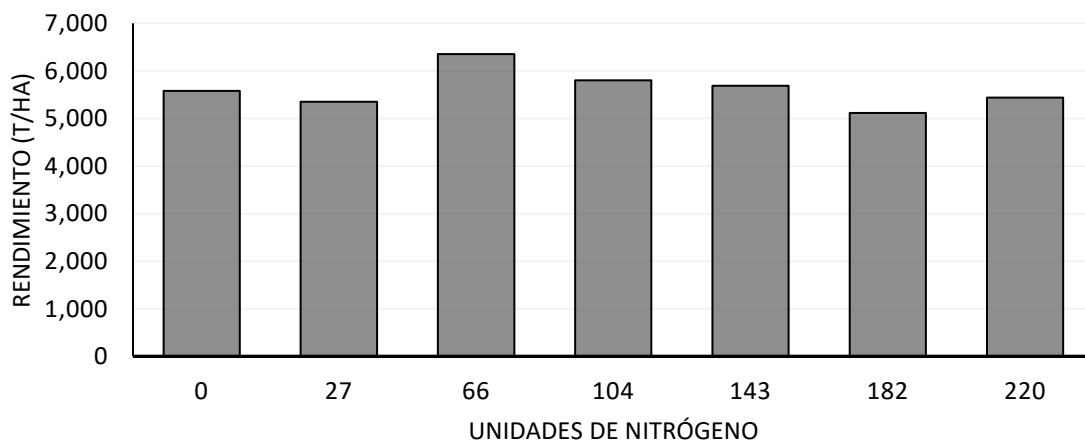


Figura 5. Rendimiento del ensayo calibración GreenSeeker ciclo PV 2018. Unidades de nitrógeno son los tratamientos a evaluar (T1:0 N, T2: 27 unidades de N, T3: 66 unidades de N, T4: 104 unidades de N, T5: 143 unidades de N, T6: 182 unidades de N y T7: 220 unidades de N).



Se realizaron las estimaciones de rendimiento tanto en la vitrina que se encuentra en la plataforma como en parcelas de productores menonitas. Los dos híbridos obtuvieron rendimientos aceptables, similar con el rendimiento de híbrido P4082W.

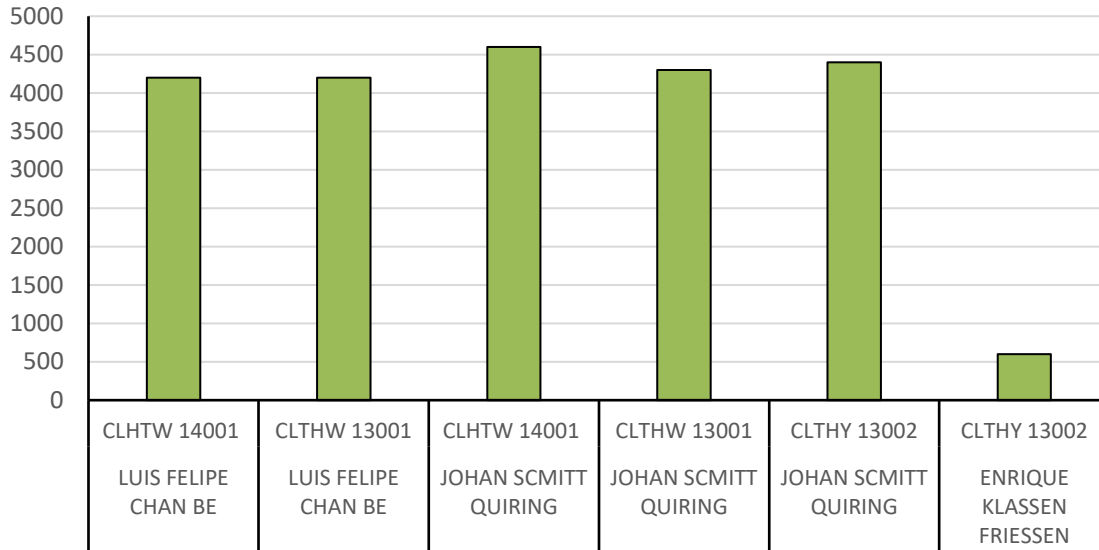


Figura 6. Rendimiento de los híbridos cultivados, dónde Luis Felipe Chan Be es el productor cooperante de la plataforma e investigación y Johan Schmitt y Enrique Klassen son productores de comunidades menonitas cercanas.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se cuenta con 8 módulos de innovación tecnológica y 24 áreas de extensión, se ha logrado desde el año pasado y con ayuda de la participación del equipo de técnicos de Agroenlace. Estas están siendo asesoradas directamente por técnicos habilitados por FIRA, se saben de más áreas de impacto pero que no se han geoposicionado y registrado en la BEM. Se realizaron 2 eventos de capacitación en comunidades menonitas y 7 eventos demostrativos con temas en agricultura de conservación, nutrición balanceada, manejo y conservación de grano en silo, temas de acuerdo con las necesidades de los productores y técnicos de la región, puesto que fueron eventos tanto para productores como para técnicos. A través de los eventos demostrativos, se logró captar el interés de cada uno de los participantes tanto como productores como técnicos, del mismo modo se ha logrado causar impacto y lograr que los productores adopten las prácticas e innovaciones en AC.

**Cuadro 3. Asistentes en eventos a la plataforma y parcelas asociados, Hopelchén, Campeche, 2018.**

Reunión / Evento	Fecha	Número de productores	Número de otros actores
Indicadores de resistencia y desarrollo de cultivos ante situaciones de sequía	7- sep-2018	27	4
Indicadores de resistencia y desarrollo de cultivos ante situaciones de sequía	10- sep-2018	17	3
Indicadores de resistencia y desarrollo de cultivos ante situaciones de sequía	11- sep-2018	46	2
Indicadores de resistencia y desarrollo de cultivos ante situaciones de sequía	12- sep-2018	10	3
Capacitación en acopio, conservación y comercialización de grano en silo	19, 20 y 24 sep 2018	27	1
Capacitación en acopio, conservación y comercialización de grano en silo	19, 20, 24 y 25 sep 2018	27	3
Nutrición balanceada en granos básicos	21- sep-2018	14	2
Recorrido plataforma de investigación Santa Enna	28- sep- 2918	1	37
Capacitación, manejo y control de enfermedades en silo	3-oct-2018	12	1
Innovaciones tecnológicas para el incremento de la producción y rentabilidad del maíz en temporal	23-oct-2018	45	41
Reunión de actores en AC	25-oct-2018	13	13
Reunión de actores en AC	31- oct-2018	7	15
Elaboración de Bioles	12-nov-2018	27	3
Evento demostrativo: elaboración de biofertilizantes	13-nov-2018	26	8
<b>TOTAL</b>		<b>Productores: 299</b>	<b>Otros: 136</b>

### **Conclusiones de resultados e implicaciones para productores**

Este año se tuvo un ciclo con escasez de lluvias, con un total de 42 días de sequía fuerte, lo que trajo consigo un estrés de la planta lo que llevo a obtener un bajo rendimiento en los cultivos, tanto soya como maíz. En este año, los ensayos de fertilización no demostraron diferencias entre la mayoría de los diferentes dosis o tipos de fertilización.



Hopelchén Campeche, siembra parcela de fertilidad, 3 de agosto de 2018.



Hopelchén, Campeche, aplicación de microorganismos en el suelo, 6 de agosto de 2018.



Visita de productores ejidales en la plataforma de investigación Hopelchén, Campeche.



Evento demostrativo realizado en la plataforma de investigación Hopelchén, Campeche.

# Peto, Yucatán –Resultados PV 2018 – Año dos

José Bernardino Castillo Caamal y Beatriz Alida Balam Cocom  
Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)

## Introducción

La milpa como sistema de producción tradicional, es el principal medio para la obtención de alimentos de las familias campesinas de la Península de Yucatán. El maíz, como cultivo principal, se asocia con frijoles y calabazas en el mismo espacio físico, alternando períodos cortos de cultivo y períodos largos de descanso. Múltiples factores afectan la milpa y se presenta la disminución del rendimiento del cultivo principal, como consecuencia de un mal manejo del suelo, a través de prácticas de alto impacto ambiental para el tipo de sistema. Por esto, es importante indagar sobre alternativas que permitan la mejora del sistema en términos de productividad, sin dejar de lado la compatibilidad con las condiciones edafológicas de la región, así como la economía y cultura de las familias campesinas. La plataforma de investigación Peto, Yucatán, tiene el objetivo de contribuir a la mejora del sistema de producción de la milpa maya y a la seguridad alimentaria a través de prácticas agronómicas con base en Agricultura de Conservación (AC) en la zona de Peto, Yucatán.

## Resumen de la historia de la plataforma

La plataforma de Investigación Peto, YUC, se ubica en la localidad de Xoy, Peto, Yucatán, se estableció en 2017, en colaboración CIMMYT-UADY. Está orientada a la investigación de prácticas y alternativas que permitan mejorar la productividad del sistema milpa de la Península de Yucatán. En el segundo ciclo (2018) de evaluación se registró una media de rendimiento de 2059 kg/ha, ajustados al 14% de humedad. Se prevé continuar con las investigaciones para evidenciar los efectos de la AC en el rendimiento del grano de maíz.

## Materiales y métodos

### Tratamientos

El diseño experimental usado es de bloques completos al azar con cuatro repeticiones con arreglo de parcelas subdivididas. La parcela principal consta de quemar contra dejar los residuos de la cosecha anterior, la subparcela cobertura tradicional con ib y calabaza contra cobertura con mucuna y la sub-subparcela el arreglo de siembra (1m\*1m, 4 semillas contra 1m\*0.5m, 2 semillas por postura. Se cuenta con 8 tratamientos (cuadro 1) y 4 repeticiones, dando un total de 32 unidades experimentales.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos evaluados en la plataforma Peto, Yucatán, ciclo PV 2018.

No. de trat.	Abreviación	Manejo de rastrojo	Rotación	Arreglo topológico
1	Q,MMU,AT1	Quemar	Maíz-Mucuna	1m*1m*4 semillas
2	Q,MMU,AT5	Quemar	Maíz-Mucuna	1 m*0.5 m * 2 semillas
3	Q,MMI,AT1	Quemar	Maíz-Ib-Calabaza	1m*1m*4 semillas
4	Q,MMI,AT5	Quemar	Maíz-Ib-Calabaza	1 m*0.5 m * 2 semillas
5	D,MMU,AT1	Dejar	Maíz-Mucuna	1m*1m*4 semillas
6	D,MMU,AT5	Dejar	Maíz-Mucuna	1 m*0.5 m * 2 semillas
7	D,MMI,AT1	Dejar	Maíz-Ib-Calabaza	1m*1m*4 semillas
8	D,MMI,AT5	Dejar	Maíz-Ib-Calabaza	1 m*0.5 m * 2 semillas

### Resumen del ciclo del reporte

No se presentaron períodos críticos por escasez o exceso de lluvias, tampoco hubo presencia de huracanes, que comprometieran el rendimiento del cultivo. Asimismo, es pertinente mencionar que durante el establecimiento, crecimiento, desarrollo y la obtención de la cosecha no se presentaron problemas de plagas en el experimento de largo plazo, mientras que en el área de validación de componentes del sistema, en el experimento de fertilización inorgánica, dada su ubicación contigua a la vegetación que circunda la plataforma fue severamente dañado por tejón (*Nasua narica*).

### Manejo de la plataforma

Las actividades fueron iniciadas con la preparación del terreno mediante el chapeo de la vegetación y el corte del rastrojo, a estos materiales se les dio el manejo de quemar o dejar de acuerdo al tratamiento correspondiente. La siembra fue realizada el 18 de mayo después de las primeras lluvias. Fueron llevadas a cabo las actividades planificadas, entre estas, el control químico pre-emergencia y manual post-emergencia de las malezas, la siembra de la mucuna, una poda durante el ciclo de la mucuna y la cosecha del grano de maíz para estimar el rendimiento fue realizada el 18 de octubre de 2018, después de la madurez fisiológica.

### Resultados

No se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el rendimiento de grano de maíz, por efecto de los tratamientos resultantes de la combinación de los factores en evaluación y sus niveles (Figura 1).

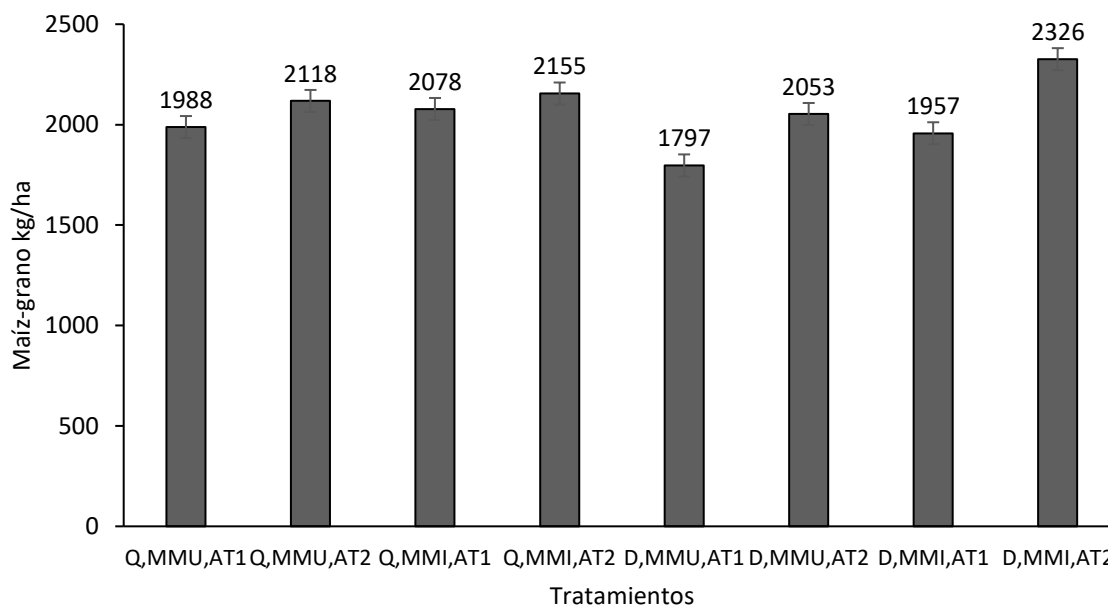


Figura1. Efecto de la interacción de los factores uso de cobertura (MMu= mucuna contra Mi=milpa tradicional con ib y calabaza) y arreglo topológico (A1=1\*1m contra A2=1\*0.5m), sobre el rendimiento en kg/ha del grano de maíz. Las barras de error representan los errores estándar de las medias.

A nivel de factores simples, se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) por efecto del arreglo topológico sobre el rendimiento de grano de maíz (figura 2), a favor del arreglo de siembra AT2 (1 m\*0.5 m\*2 semillas por golpe dio un mayor rendimiento).

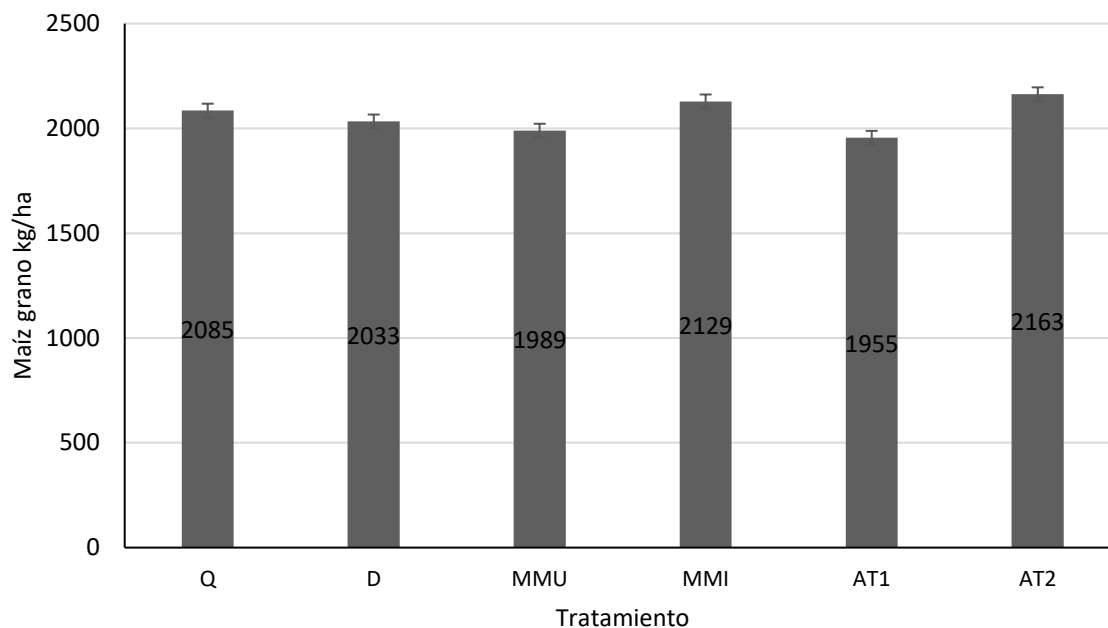


Figura 2. Efecto de los factores simples, manejo de rastrojo (D=dejar o Q=quemar), uso de cobertura (MMu= mucuna o Mi=milpa tradicional con ib y calabaza) y arreglo topológico (A1=1\*1m o A2=1\*0.5m), en el rendimiento del grano de maíz. Las barras de error representan los errores estándar de las medias.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron 3 eventos de difusión, con asistencia de productores, técnicos y otros actores locales. En estos eventos, se trataron temas como la importancia de Agricultura de Conservación, los efectos y beneficios de esta práctica, difusión de las innovaciones agronómicas, etc. Los asistentes provienen de localidades cercanas al sitio de ubicación de la plataforma de investigación, como Peto, Progresito, Chaksinkin, Tekax, y otros sitios como Yaxcabá y Mérida.

Cuadro 2. Resumen de asistentes a eventos en la plataforma de Peto, Yucatán, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	21	
Técnicos	5	3
Otros	30	31
Total de asistentes	56	34

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Los resultados agronómicos de la plataforma sugieren continuar con las investigaciones, para poder evidenciar los efectos de la Agricultura de Conservación. Es importante mantener la plataforma como un espacio para generar aprendizajes a través del intercambio de experiencias de los asistentes durante los diferentes eventos.



Peto, Yucatán, 14 julio de 2018, explicación del uso de trampas de feromonas para monitoreo y control de gusano cogollero.



Peto, Yucatán, 14 julio de 2018, fotografía grupal de los asistentes al evento.





Peto, Yucatán, 08 de septiembre de 2018, presentación de las variedades y su desarrollo en la vitrina demostrativa de genotipos de maíces criollo.



Peto, Yucatán, 18 de octubre de 2018, identificación de área útil, conteo de plantas y cosecha de mazorcas por tratamiento.



Peto, Yucatán, 18 de octubre de 2018, conteo total de mazorcas por área útil y selección de muestra de 10 mazorcas.

# Yaxcabá, Yucatán – PV 2018 – Año uno

José Bernardino Castillo Caamal y Beatriz Alida Balam Cocom  
Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)

## Introducción

El sistema milpa caracterizado por la práctica tradicional roza-tumba-quema y la alternancia de períodos de cultivo cortos, con periodos de descanso largos, es el principal medio para la producción de alimentos, para la satisfacción de las necesidades de las familias campesinas de la Península de Yucatán. En este sistema de producción, el producto principal y de interés para las familias es el grano de maíz, aunque es común la asociación de este cultivo con frijoles y calabazas. Recientemente, se han introducido prácticas de alto impacto ambiental para el tipo de sistema, por lo que su calidad en términos de fertilidad y rendimiento se ha visto afectada y mermada. Ante esto, es importante la evaluación de prácticas que permitan la mejora del sistema de producción y que sean compatibles con la región, en términos edafológicos, económicos y culturales. La plataforma de investigación Yaxcabá Yucatán, es un espacio que permite la vinculación con actores clave en la cadena alimentaria, además de generar aprendizajes a través del intercambio de experiencias entre dichos actores.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma de investigación Yaxcabá Yucatán, se ubica en la localidad de Yaxunah, Yaxcabá, Yucatán, se estableció en 2018, en colaboración entre CIMMYT y UADY. Está orientada a la investigación de prácticas y alternativas que permitan mejorar la productividad del sistema milpa de la Península de Yucatán. En este primer ciclo de evaluación se registró una media de rendimiento de 970 kg/ha, ajustado a 14% de humedad. Se prevé continuar con las investigaciones para evidenciar los efectos de la agricultura de conservación en el rendimiento del grano de maíz.

## Materiales y métodos

### ***Tratamientos***

El diseño experimental usado es de bloques completos al azar con cuatro repeticiones con arreglo de parcelas subdivididas. La parcela principal consta de quemar o dejar los residuos de la cosecha anterior, la subparcela cobertura tradicional con ib y calabaza o cobertura con mucuna y la sub-subparcela el arreglo de siembra (1m\*1m, 4 semillas o 1m\*0.5 m, 2 semillas por postura). Se cuenta con 8 tratamientos (cuadro 1) y 4 repeticiones, dando un total de 32 unidades experimentales.

### ***Resumen del ciclo del reporte***

Se presentaron lluvias erráticas incidiendo en el establecimiento del cultivo, coincidiendo en los períodos críticos, como la siembra y desarrollo vegetativo V2-V6. A pesar de ello, en el experimento de largo plazo y en la vitrina de maíces nativos se tuvieron pocos daños por la fauna silvestre, mientras que en el experimento de biofertilización, además del efecto de la sequía fue severamente dañado por tejón y pájaros.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos evaluados en la plataforma de Yaxcabá, TUC, ciclo PV 2018.

No. de trat.	Abreviación	Manejo de rastrojo	de Rotación	Arreglo topológico
1	Q,MMU,AT1	Quemar	Maíz-Mucuna	1m*1m*4 semillas
2	Q,MMU,AT5	Quemar	Maíz-Mucuna	1 m*0.5 m * 2 semillas
3	Q,MMI,AT1	Quemar	Maíz-Ib-Calabaza	1m*1m*4 semillas
4	Q,MMI,AT5	Quemar	Maíz-Ib-Calabaza	1 m*0.5 m * 2 semillas
5	D,MMU,AT1	Dejar	Maíz-Mucuna	1m*1m*4 semillas
6	D,MMU,AT5	Dejar	Maíz-Mucuna	1 m*0.5 m * 2 semillas
7	D,MMI,AT1	Dejar	Maíz-Ib-Calabaza	1m*1m*4 semillas
8	D,MMI,AT5	Dejar	Maíz-Ib-Calabaza	1 m*0.5 m * 2 semillas

### Manejo de la plataforma

Las actividades fueron iniciadas con la preparación del terreno mediante el chapeo de la vegetación y el corte del rastrojo, a estos materiales se les dio el manejo de quemar o dejar, de acuerdo al tratamiento correspondiente. La siembra fue realizada el 15 de junio después de las primeras lluvias. Fueron llevadas a cabo las actividades planificadas, entre estas, el control químico pre-emergencia y manual post-emergencia de las malezas, la siembra de mucuna, una poda durante el ciclo de la mucuna y la cosecha del grano de maíz para estimar el rendimiento fue realizada el 12 de diciembre de 2018, después de la madurez fisiológica.

### Resultados

No se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el rendimiento de grano de maíz por efecto de los tratamientos (figura 1).

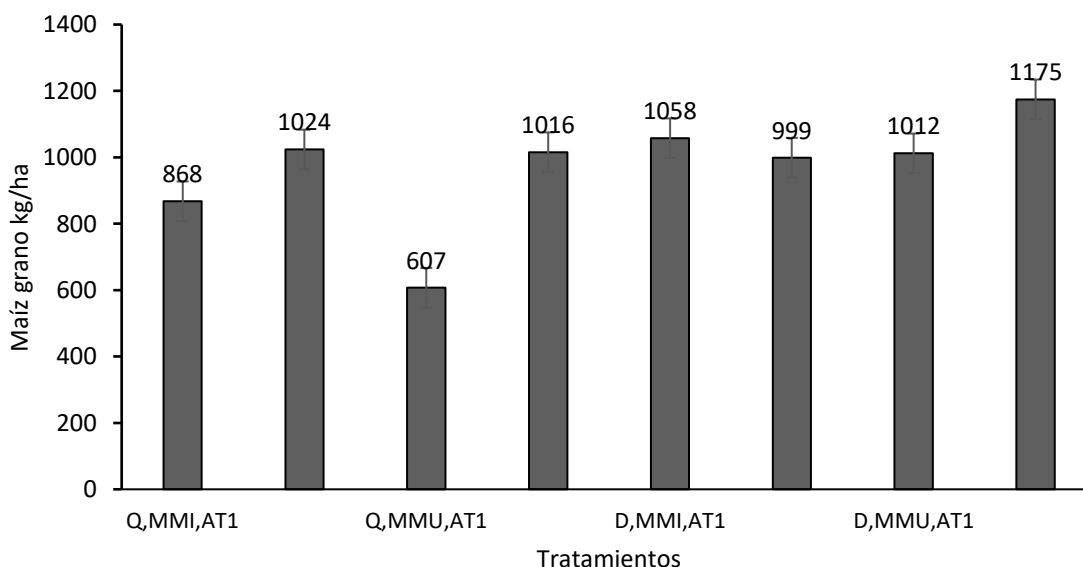


Figura 1. Efecto de la interacción de los factores uso de cobertura (MMU= mucuna contra Mi=milpa tradicional con ib y calabaza) y arreglo topológico (A1=1\*1m contra A2=1\*0.5m), sobre el rendimiento en kg/ha del grano de maíz. Las barras de error representan los errores estándar de las medias.

A nivel de factores simples, no se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el efecto sobre el rendimiento de grano de maíz (figura 2).

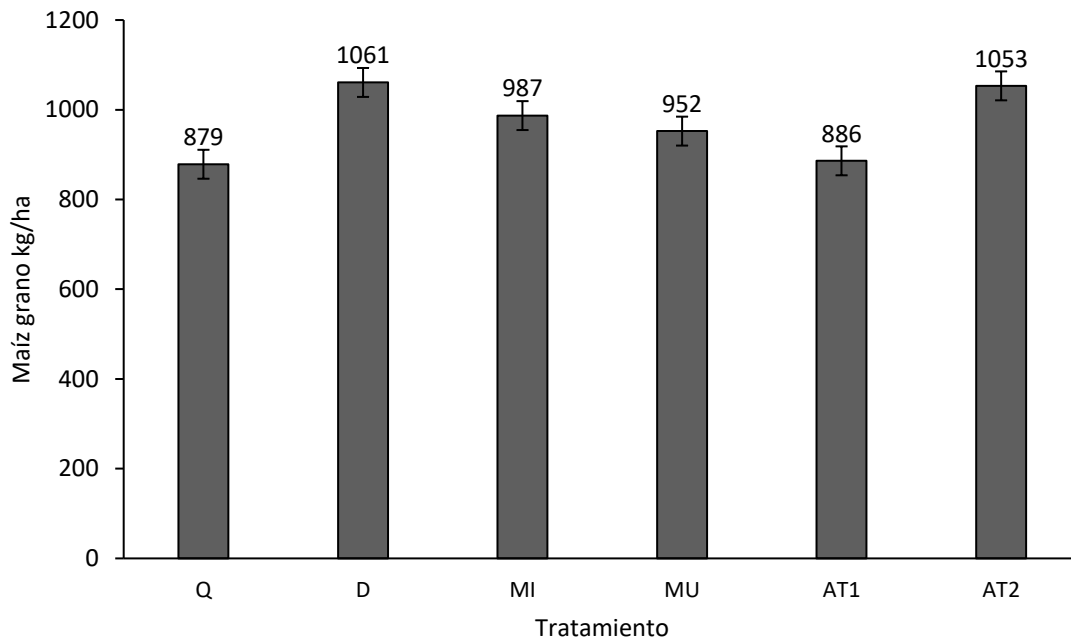


Figura 2. Efecto de los factores simples manejo de rastrojo (D=dejar o Q= quemar), uso de cobertura (MMu= mucuna o Mi=milpa tradicional con ib y calabaza) y arreglo topológico (A1=1\*1m & A2=1\*0.5m), en el rendimiento del grano de maíz. Las barras de error representan los errores estándar de las medias.

### Resumen de capacitaciones en la plataforma

Se realizaron 2 eventos de difusión con asistencia de productores, técnicos y otros actores locales. En los eventos se abordaron temas como la presentación de la plataforma de investigación y su objetivo, Agricultura de Conservación y la preparación del terreno, se abrieron espacios para el intercambio de saberes y experiencias. Los asistentes a los eventos provienen de localidades cercanas al sitio de ubicación de la plataforma de investigación, como Yaxunah, Yaxcabá y otros como Mérida.

Cuadro 2: Resumen de asistentes a eventos en la plataforma de Yaxcaba, Yucatán, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	25	
Técnicos	4	1
Otros	4	4
<b>Total de asistentes</b>	<b>33</b>	<b>5</b>

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Los resultados agronómicos de la plataforma sugieren continuar con las investigaciones, para poder evidenciar los efectos de la Agricultura de Conservación. Es importante mantener la plataforma como un espacio para generar aprendizajes a través del intercambio de experiencias de los asistentes durante los diferentes eventos.



Yaxcabá, Yucatán, 29 de septiembre de 2018, presentación en campo y recorrido en la vitrina demostrativa de genotipos de leguminosas.



Yaxcabá, Yucatán, 29 de septiembre de 2018, presentación y explicación de la vitrina de maíz y sus variedades.



Yaxcabá, Yucatán, 27 de octubre de 2018, presentación de la canavalia en la vitrina de leguminosas, Yaxunah.



Yaxcabá, Yucatán, 27 de octubre de 2018, el productor cooperante Sr. Lucio Poot presentando 2 mazorcas de las 16 variedades de la vitrina de genotipos de maíces.



# HUB GOLFO CENTRO



# Chocamán, Veracruz - PV-2018 – Año uno

Pablo Andrés Meza y Juan Del Rosario Arellano  
Universidad Veracruzana

## Introducción

Las plataformas de investigación de MasAgro se constituyen como puntos focales de innovación y de capacitación e intercambio de información, dichas plataformas validan y desarrollan prácticas y sistemas de producción. La plataforma se encuentra ubicada en la localidad de Xonotzintla perteneciente al municipio de Chocamán, Veracruz, a esta región se le denomina de las altas montañas debido a su geografía y clima. Localmente en el municipio de Chocamán el maíz es uno de los cultivos más importantes que se sigue produciendo, generalmente con mayor superficie en la zona de laderas o pendientes pronunciadas, en esta zona se produce maíz para consumo humano y el excedente es para venta. Una de las problemáticas de la producción regional es el bajo rendimiento aunado a los altos costos para combatir las plagas que atacan el cultivo disminuyendo el rendimiento y también debido a la erosión genética que se va ocasionando año con año repercutiendo en el rendimiento. Es por ello, que se plantea la plataforma de investigación con el objetivo de ser un centro de aprendizaje en el cual los productores, técnicos, investigadores y personas interesadas compartan experiencias y por otro lado que en la plataforma se propongan alternativas que den solución a mediano plazo de los problemas que se describen.

## *Resumen de la historia de la plataforma*

El trabajo por parte del Dr. Pablo Andrés Meza comenzó en 2016, cuando por parte de productores de maíz criollo le externan la problemática de la baja producción, es ahí donde se da inicio estableciendo en donde actualmente está la plataforma un experimento utilizando la variedad nativa criollo chico en el que se comienza aplicar la metodología de selección masal visual estratificada (SMVE) teniendo hasta el momento 3 ciclos de selección. Con información actual en el mes de marzo de 2018 se realiza una reunión en la ciudad de Xalapa en la cual se expone, por parte de comisionados del CIMMYT ante diversos asistentes, lo que son las plataformas de investigación MasAgro y funcionamiento del Hub. La Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana da seguimiento a la propuesta que se expone, para ello se incluye en la plataforma de investigación la Metodología de SMVE la propuesta de ser una plataforma de investigación dando inicio a las actividades agrícolas el 17 de marzo de 2018 realizando la siembra de maíz criollo chico C2.

## Materiales y métodos

### *Tratamientos*

En el cuadro de tratamientos que se muestra que en cuanto a material genético se utiliza la misma semilla que es maíz criollo chico selección 2 (CC2), la densidad a la que se maneja el experimento no cambia, se tiene una densidad de 62,500 plantas por hectárea (ancho de surco 0.8m distancia entre plantas 0.4 a dos plantas por golpe). La labranza practicada es sugerida como convencional con el dato que en 2017 se dio un pazo de yunta a una profundidad de 30 cm. La fertilización consistió en fechas de aplicación del fertilizante utilizando a dos métodos para la siembra el azadón y el espeque.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de Chocaman, Veracruz.

No. de trat.	Abreviación	Rotación	Práctica de labranza	Fertilización	Método de siembra
1	MM-LC-F1	Maíz - Maíz	Labranza convencional	Convencional	Espeque
2	MM-LC-F1	Maíz - Maíz	Labranza convencional	Convencional	Espeque
3	MF-LC-F2	Maíz-Frijol	Labranza convencional	Maíz - 161-46-00 frijol - 20-20-20	Azadón
4	MF-LC-F2	Maíz-Frijol	Labranza convencional	Maíz - 161-46-00 frijol - foliar (Bayfolan)	Azadón

**Resumen del ciclo del reporte:**

En el siguiente cuadro observamos las medias de una serie histórica normalizada de 30 años con datos tomados de 1971 a 2000 de acuerdo a la estación del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Cuadro 2: Datos meteorológicos de la plataforma de Chocaman, Veracruz.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA MAXIMA	21.3	22.2	24.9	26.3	27.1	25.8	24.8	25	24.6	23.7	22.9	21.8
TEMPERATURA MEDIA	15.2	15.9	18.1	19.5	20.4	19.7	18.8	18.9	18.7	17.8	16.8	15.8
TEMPERATURA MINIMA	9.1	9.5	11.3	12.7	13.7	13.7	12.8	12.7	12.9	11.9	10.7	9.7
PRECIPITACION	50.4	44.4	56.7	115.2	143.1	356.4	339.9	303.5	342.8	165	68.6	54
EVAPORACION TOTAL	75.9	81.6	108.4	115.8	119.2	109.6	103.1	108.4	98.6	91.8	83.5	76.9
NIEBLA	10.2	9.3	6	4	1.7	1	0.6	0.4	2	6.8	8.5	10.3
GRANIZO	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0	0.1	0	0	0	0	0
TORMENTA E.	0.1	0.1	1.2	2.6	4.9	4.2	3	2.5	2.8	0.9	0.3	0.1

**Eventos climáticos**

Los eventos naturales toman importancia en la producción agrícola sobre todo si estos tienen impactos negativos como la pérdida de plantas que afecta el rendimiento final. Los vientos son un aspecto importante que afecta a los cultivos sobre todos si estos se encuentran en etapa de madurez, durante el mes de junio, los vientos ocasionaron el acame de algunas plantas, sin embargo, en comparación con otros años el porcentaje de afectación fue muy bajo. El acame que reportamos tiene un promedio de 8% para los tratamientos, pero en este aspecto la variable “acame” también toma en cuenta el daño que le causan las tuzas al comer las raíces de las plantas de maíz, es por ello, que esta variable se debe a dos aspectos el climático y el de una plaga (tuza).

En esta región no hubo granizadas importantes, localmente en la localidad de Tetla y La Joya se reportan granizadas que afectaron cultivos el día 17 de junio de 2018.

En este experimento no tuvimos problemas de germinación, sin embargo, los conteos de plantas por área nos muestran una reducción del número de plantas reales, esto se debe a plagas como la tuza que come las raíces para posterior comerse la planta por completo. Esta plaga nos cambia conteos de plantas a lo

largo del desarrollo fenológico del cultivo, por ejemplo, un conteo de plantas que se realiza en el mes de junio tomando floración se tiene un promedio de 33 plantas en 8 metros y cuando se cosecha en ese mismo surco se tiene un conteo de 27 plantas, esto se debe principalmente a esta plaga que llega afectar hasta en un 40% si no se combate a tiempo.

En esta raza de maíz no encontramos daños importantes a causa de gusano cogollero. La plaga que afecto directamente a la polinización y llenado de grano es el Nextle (*Macrodactylus mexicanus*) esta plaga aparece en períodos de floración ya que se alimenta de polen y cuando este se seca la plaga pasa al jilote donde come el polen depositado y con ello disminuye directamente el rendimiento. Esta plaga se presentó en el mes de junio, se logró controlar, en un monitoreo visual se encontraron hasta 7 individuos por planta.

### Manejo de la plataforma

En la plataforma de investigación se ha realizado un paso de yunta en el mes de mayo de 2017, se ha evitado quemar el rastrojo y este es incorporado ya que precisamente debido a que año con año se quemaba el pasto que surge de la caña el suelo se fue erosionando. En el cuadro de tratamientos, que se expresó anteriormente, se muestra que en cuanto a material genético se utiliza la misma semilla que es maíz criollo chico selección 2 (CC2), la densidad a la que se maneja el experimento no cambia, se tiene una densidad de 62,500 plantas por hectárea (ancho de surco 0.8m distancia entre plantas 0.4 a dos plantas por golpe). La labranza practicada es sugerida como convencional con el dato que en 2017 se dio un paso de yunta a una profundidad de 30 cm. La fertilización consistió en fechas de aplicación del fertilizante utilizando a dos métodos para la siembra el azadón y el espeque. El Nextle fue una de las plagas importantes en esta plataforma, para su control se utilizó cipermetrina en dosis bajas de 1 – 2 ml/l de agua observando que se logró controlar.

### Resultados

México es considerado como el centro de origen y de diversidad del maíz, lo cual ha originado que los productores continúen aplicando muchas de las prácticas enseñadas por sus antepasados a través de las cuales no sólo conservan los materiales nativos, sino también los conocimientos y prácticas del comportamiento que reflejan una gran evolución entre los cultivos y las poblaciones humanas. A continuación, se anexan las gráficas de resultados obtenidas en el ciclo de proyecto PV-2018.

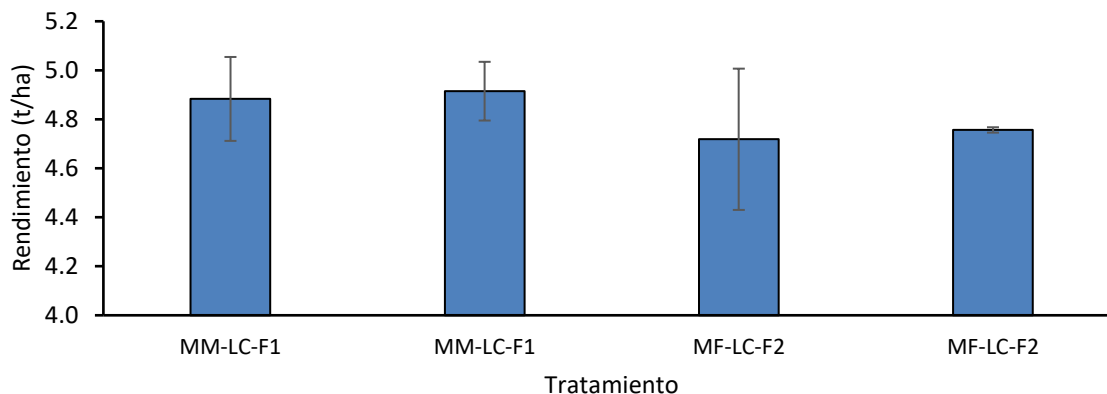


Figura 1. Rendimiento en t/ha en la plataforma de Chocaman.

En la gráfica anterior se expresan los 4 tratamientos, observamos que en el tratamiento 2 obtuvimos 4.91 t/ha con su humedad ajustada, MM, LC, F1, siendo el mayor rendimiento, mientras que en el tratamiento 4 se obtuvo un rendimiento de 4.76 t/ha, es importante aclarar que el material usado corresponde a la misma semilla CC2.

Los cuatro tratamientos que se expresan a continuación son resultado de dos repeticiones realizadas, el peso de 200 granos forma parte esencial para poder obtener las siguientes dos variables.

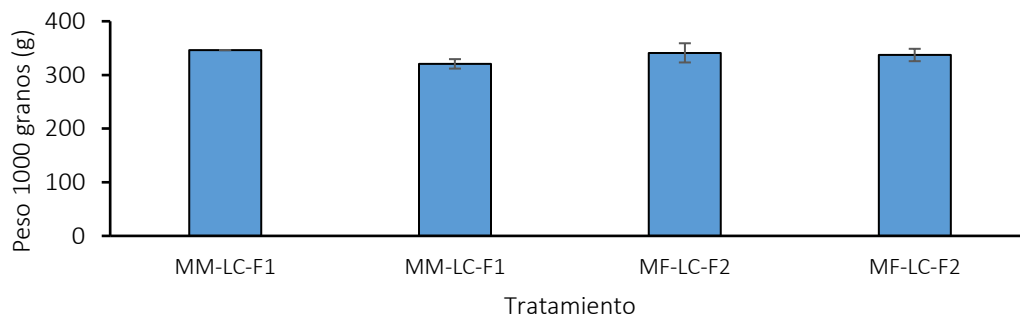


Figura 2. Gráfica correspondiente a el peso de 1,000 granos en gramos en los 4 tratamientos.

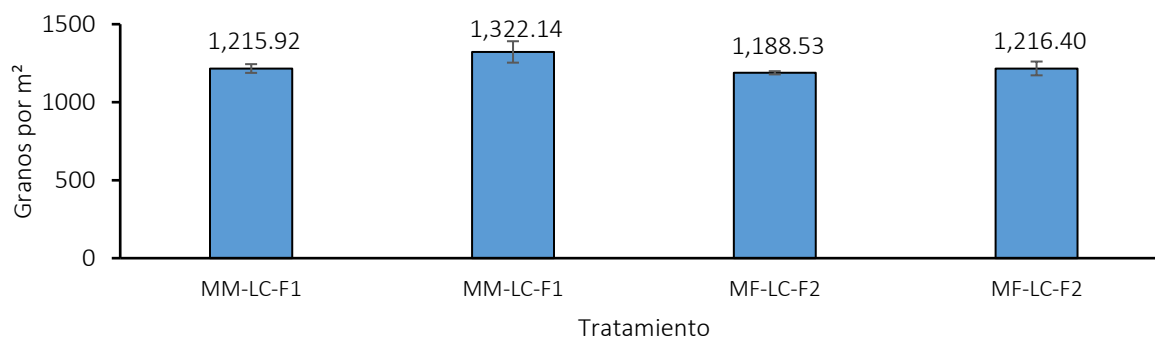


Figura 3. Granos por m<sup>2</sup>.

En el tratamiento 2 se observa que es la columna con más granos por metro cuadrado, esto está relacionado con el rendimiento ya que es en este tratamiento donde se obtuvo el mejor rendimiento. Para obtener el peso de 200 granos se utilizó una báscula con precisión 0.01 g esto nos permitió obtener resultados más precisos del peso exacto en donde otro instrumento de medición como lo es el medidor de humedad nos son de gran utilidad ya que sin estos equipos es difícil estimar los rendimientos sobre todo si son equipos que tienen un alto costo.

A continuación, se observan los resultados económicos obtenidos en la plataforma de investigación en los 4 tratamientos.

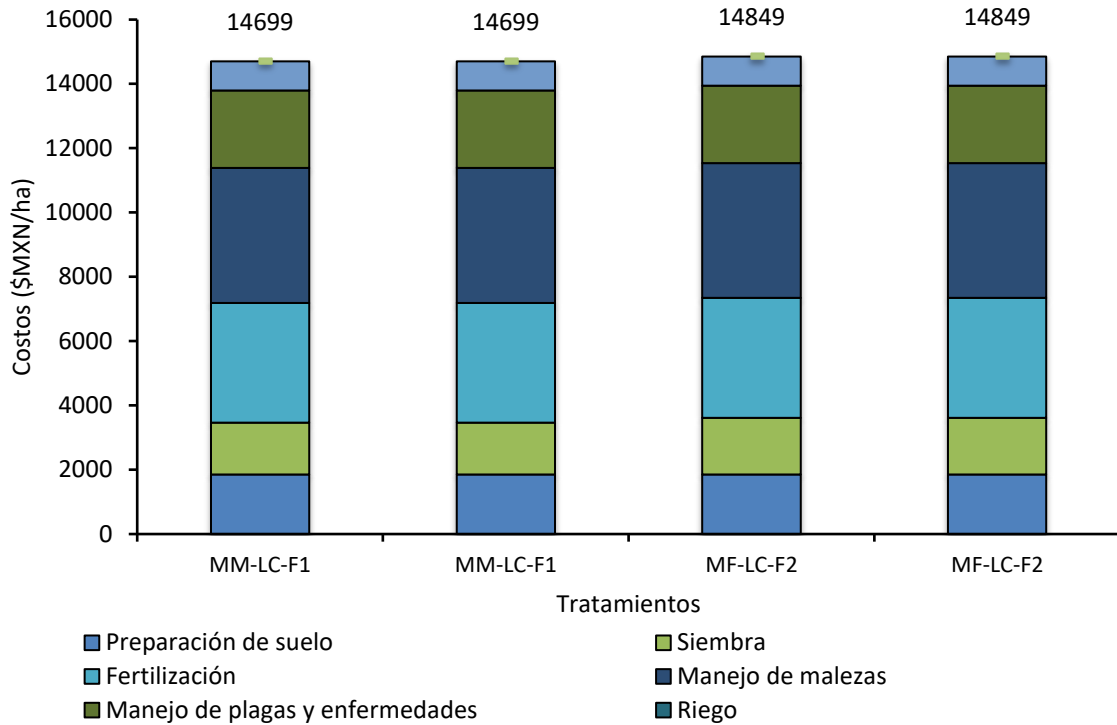
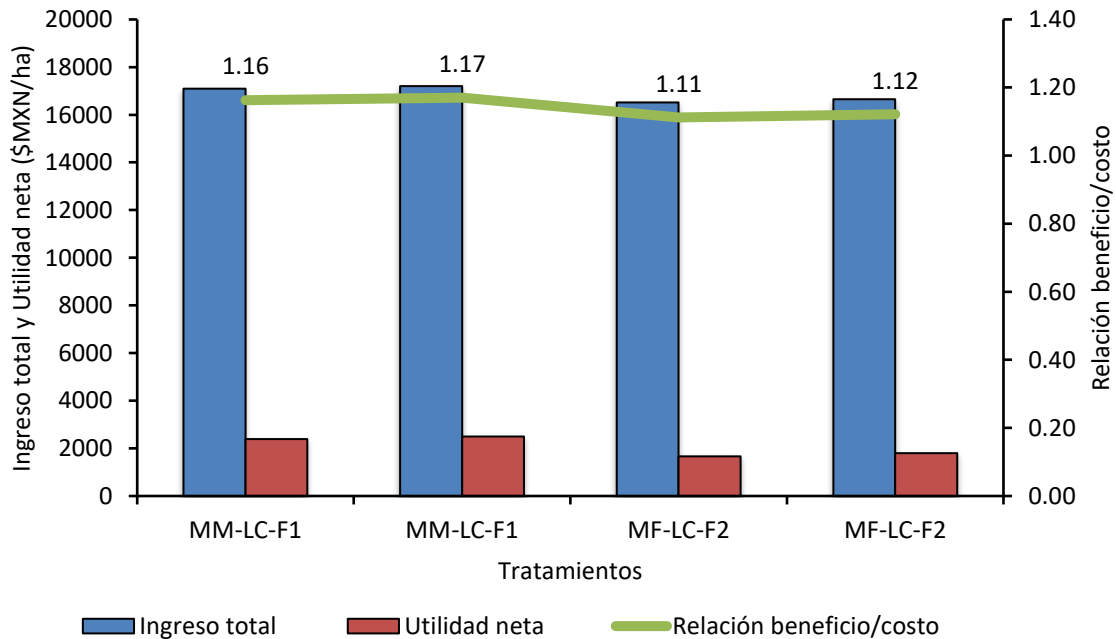


Figura 4. Costos de producción, resultados económicos. Campos determinados por las actividades realizadas.

Los tratamientos uno y dos representan costos menores a los tratamientos 3 y 4, de esto obtenemos que el tratamiento que resulto con una mayor relación beneficio costo es el tratamiento 2.



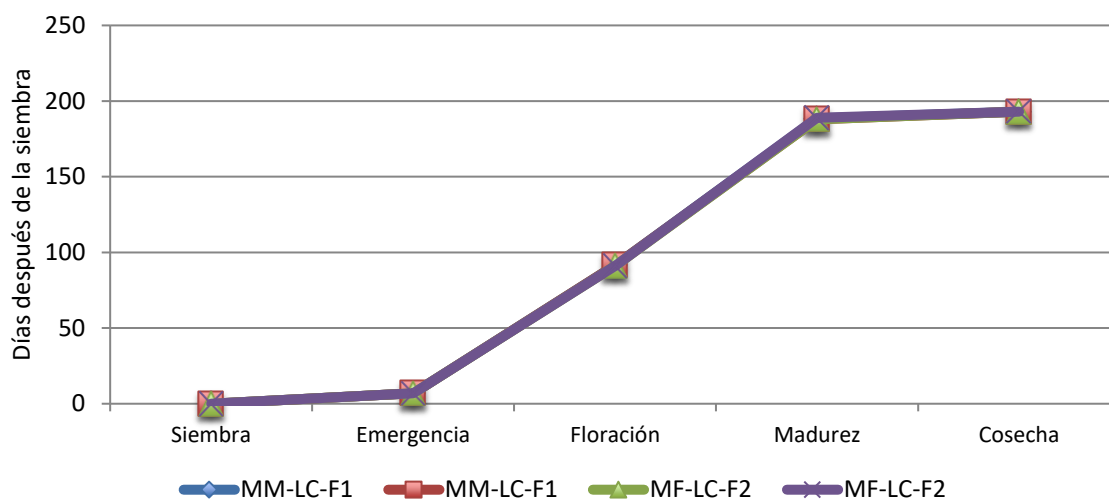


Figura 5. Etapas registradas en días después de la siembra.

Observamos que al ser un mismo material genético no presenta varianza en cuanto al desarrollo de sus etapas fenológicas, lo que si observamos es que en fertilización 2, los días a floración fueron en más días en comparación a la fertilización 1.

La gráfica que se presenta a continuación es la que nos llamó más la atención ya que nos registra el rendimiento en columnas y el número de plantas por hectárea en una relación directa a mayor plantas mayor rendimiento para este caso. Recordando la densidad de siembra observamos poblaciones por debajo de la siembra inicial, esto se debe a las problemáticas que se presentaron y que se describen al inicio de este documento.

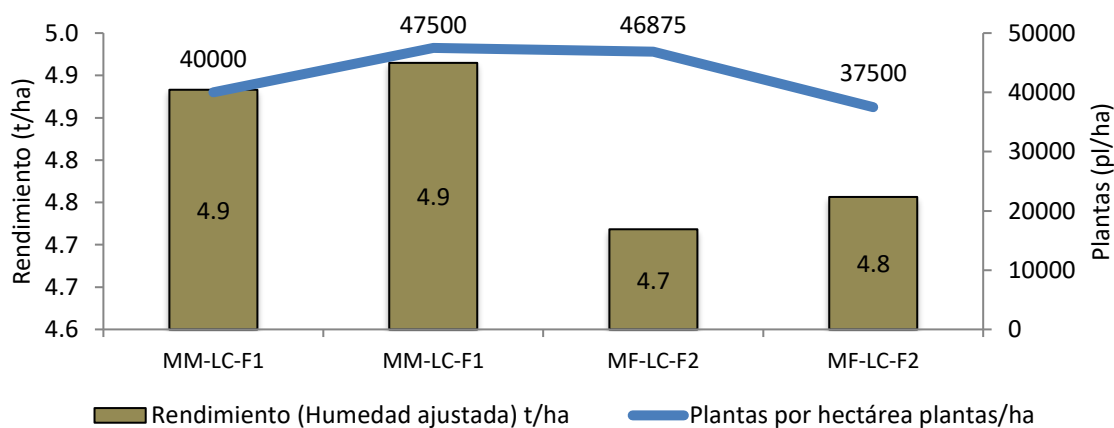


Figura 6. Relación entre la cantidad de plantas por hectárea y el rendimiento. Recordando que la densidad de siembra fue de 62,500 plantas por hectárea.

## Resumen de capacitaciones a la plataforma

Para esta plataforma se realizaron dos eventos de los cuales hubo una importante participación. Una problemática a la que nos enfrentamos es el traslado de los productores ya que tenemos un grupo en la localidad de Calaquico que están interesados en observar y aprender mediante los talleres, sin embargo, no contamos con un vehículo para el traslado de productores. Los productores de la localidad de Tetla están muy entusiasmados ya que por una parte tienen cosas nuevas que aprender y al mismo tiempo están dispuestas a recibir nuevas prácticas que se vean reflejadas en el rendimiento del maíz.

Cuadro 3: Asistentes a eventos en la plataforma de Chocaman, Veracruz.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	24	6
Técnicos	2	1
Otros	8	4
Total de asistentes	34	11

## Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

La investigación con la que se empezó en 2016, se está demostrando al realizar los eventos ya que la semilla de maíz utilizada en el primer ciclo presentaba una enorme erosión genética misma que se expresaba en sus caracteres visuales y de rendimiento, los productores al observar el maíz criollo chico ven en ella a una planta sana con un buen rendimiento, este es el primer impacto. Los resultados que presentamos en este informe nos llaman mucho la atención ya que en la evaluación anterior el mayor rendimiento de esta semilla fue de 3.4 t/ha y en el tratamiento que observamos en este reporte en específico del tratamiento 2 tiene un rendimiento de 4.8 t/ha.

En esta plataforma también se realizaron dos talleres para la elaboración de diagnósticos de producción agrícola en estos talleres surgen inquietudes que nos permiten plantearnos y al mismo tiempo detectar las problemáticas que afectan a la producción regional.



Bienvenida y objetivos del primer evento realizado para esta plataforma de investigación bajo el tema de mejoramiento genético, 19 de julio de 2018, Chocamán, Veracruz.



Intervención del MC. Andrés Vázquez Hernández del INIFAP sobre método racional de fertilización en maíz, 19 de julio de 2018, Chocamán, Veracruz.





Plataforma de investigación en Xonotzintla Chocamán, Veracruz, se observa el cultivo con semilla de maíz criollo chico CC2, 29 de abril de 2018, Chocamán, Veracruz.



En esta imagen se aprecian los residuos de la cosecha anterior, la semilla de maíz utilizada es CC2, 29 de abril del 2018, Chocamán, Veracruz.



Productor de maíz seleccionando las mazorcas previamente cosechadas por SMVE para sembrarlas en el siguiente ciclo, 05 de octubre de 2018, Chocamán, Veracruz.



Productor de maíz seleccionando las mejores mazorcas obtenidas en una primera selección por SMVE en la plataforma de investigación de Chocamán, Veracruz, 05 de octubre del 2018, Chocamán, Veracruz.

# Coscomatepec, Veracruz - PV2018 – Año uno

Pablo Andrés Meza y Juan Del Rosario Arellano  
Universidad Veracruzana

## Introducción

Las plataformas de investigación de MasAgro se constituyen como puntos focales de innovación y de capacitación e intercambio de información. Dichas plataformas validan y desarrollan prácticas y sistemas de producción, la plataforma se encuentra ubicada en la localidad de Moyoapan Grande, Coscomatepec, Veracruz en la región denominada de las altas montañas. Uno de los principales cultivos en la región es el cultivo de maíz elotero y en menores proporciones el cultivo de haba, chícharo y frijol, que se hace en extensiones menores a una hectárea. Una de las principales problemáticas del sector agrícola regional es el uso excesivo de insumos agrícolas y por ende el elevado costo de producción aunado a esta problemática los bajos rendimientos y el mal uso en las técnicas de aplicación de agroquímicos, ante esto se propuso el establecimiento de la plataforma de investigación con el fin de experimentar, mediante diferentes tratamientos, las formas que nos permitieran mejorar o dar solución a los problemas planteados al igual que se tiene el objetivo de ir generando información de la zona de estudio y contribuir al desarrollo. El propósito de producción es obtener elote fresco por lo cual este experimento nos muestra los rendimientos en peso de elote y en peso de elote fresco entero (como se vende en la región).

## *Resumen de la historia de la plataforma*

En el mes de marzo de 2018 se realiza una reunión en la ciudad de Xalapa en la cual se expone, por parte de comisionados del CIMMYT ante diversos asistentes, lo que son las plataformas de investigación MasAgro y el funcionamiento del Hub. La Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana da seguimiento a la propuesta que se expone y en el mes de abril se establece un diseño experimental de maíz elotero con diferentes tratamientos en la localidad de Moyoapan Grande perteneciente al municipio de Coscomatepec. En este primer año de trabajo en colaboración se realizaron actividades convencionales de preparación del suelo tratando de dar inicio en igualdad de condiciones para experimentos futuros.

## Materiales y métodos

### *Tratamientos*

El siguiente cuadro corresponde a los tratamientos presentes en la plataforma de investigación, se aplica labranza convencional a todos los tratamientos ya que la plataforma se establece en un suelo con medio año de descanso tratando de dar inicio con las mismas condiciones para los diferentes tratamientos. Se manejan dos densidades de siembra: 41,666 y 31,250, se utilizan dos formas de fertilización expresadas como F1 – F2. Se utilizaron los siguientes materiales: Criollo chico C2, Criollo Crema, Vs-536 y A-7573. De los 16 tratamientos se obtienen 3 repeticiones con un total de 48 parcelas.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma de Coscomatepec, Veracruz, PV2018.

Tratamiento	Abreviación	Repeticiones (parcela)			Rotación	Practica labranza	de	Densidad de siembra (semillas/ha)*	Materiales utilizados
1	LC1-DP1-F1-VI	4	21	33	Maíz +Haba relevo	Labranza convencional		31,250	Criollo chico c2
2	LC1-DP1-F1-V2	10	17	39	Maíz + Haba Relevo	Labranza convencional		31,250	Criollo crema
3	LC1-DP1-F1-V3	2	24	36	Maíz +Haba relevo	Labranza convencional		31,250	Vs-536
4	LC1-DP1-F1-V4	16	27	42	Maíz + Haba relevo	Labranza convencional		31,250	A-7573
5	LC1-DP2-F1-V1	6	18	45	Maíz +Chícharo relevo	Labranza convencional		41,666	Criollo chico c2
6	LC1-DP2-F1-V2	11	28	34	Maíz + Chícharo relevo	Labranza convencional		41,666	Criollo crema
7	LC1-DP2-F1-V3	1	23	41	Maíz +chícharo relevo	Labranza convencional		41,666	Vs-536
8	LC1-DP2-F1-V4	15	26	38	Maíz + Chícharo relevo	Labranza convencional		41,666	A-7573
9	LC1-DP1-F2-V1	14	19	35	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		31,250	Criollo chico c2
10	LC1-DP1-F2-V2	7	31	43	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		31,250	Criollo crema
11	LC1-DP1-F2-V3	9	22	46	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		31,250	Vs-536
12	LC1-DP1-F2-V4	13	32	37	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		31,250	A-7573
13	LC1-DP2-F2-V1	8	29	48	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		41,666	Criollo chico c2
14	LC1-DP2-F2-V2	3	20	44	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		41,666	Criollo crema
15	LC1-DP2-F2-V3	12	30	47	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		41,666	Vs-536
16	LC1-DP2-F2-V4	5	25	40	Maíz +frijol relevo	Labranza convencional		41,666	A-7573

### **Resumen del ciclo del reporte**

El clima reportado para Coscomatepec de acuerdo al cuadernillo municipal 2017 (cuadro 2) nos presenta un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano (64%) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (36%), un rango de temperatura de 12 a 20°C y un rango de precipitación de 1400 a 1600 mm (prontuario municipal).

Cuadro 2. Datos climáticos de Coscomatepec, Veracruz. Las normales climáticas corresponden a medias de una secuencia de 30 años de obtener datos diarios, en el periodo de 1971 al 2000.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA MAXIMA	21.3	22.2	24.9	26.3	27.1	25.8	24.8	25	24.6	23.7	22.9	21.8
TEMPERATURA MEDIA	15.2	15.9	18.1	19.5	20.4	19.7	18.8	18.9	18.7	17.8	16.8	15.8
TEMPERATURA MINIMA	9.1	9.5	11.3	12.7	13.7	13.7	12.8	12.7	12.9	11.9	10.7	9.7
PRECIPITACION	50.4	44.4	56.7	115.2	143.1	356.4	339.9	303.5	342.8	165	68.6	54
EVAPORACION TOTAL	75.9	81.6	108.4	115.8	119.2	109.6	103.1	108.4	98.6	91.8	83.5	76.9
NIEBLA	10.2	9.3	6	4	1.7	1	0.6	0.4	2	6.8	8.5	10.3
GRANIZO	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0	0.1	0	0	0	0	0
TORMENTA E.	0.1	0.1	1.2	2.6	4.9	4.2	3	2.5	2.8	0.9	0.3	0.1

### **Eventos climáticos 2018 y problemáticas**

Vientos: la región de las altas montañas se caracteriza por rachas de viento que pueden superar los 80 km/h los meses de mayo a julio son los que presentan estas características. La plataforma de investigación se vio afectada por dos tormentas con rachas de viento con fechas viernes 15 y jueves 21 de junio 2018. Esto nos ocasionó que un gran porcentaje de las plantas se acamaran obligándonos a realizar el aterrado. En el mes de junio se presentó la caída de granizo, pero esto no provocó daños ya que afecta más cuando se encuentra pequeña la planta, sin embargo, afectó otras regiones cercanas.

Siembra: uno de los principales problemas que se presentó en esta plataforma fue la siembra, los primeros 8 tratamientos con sus respectivas 3 repeticiones presentaron problemas de emergencia y como consecuencia una baja en el número de plantas por parcela, el fertilizante utilizado fue superfosfato simple de calcio, se le atribuye como consecuencia a la mala aplicación al momento de siembra.

Plagas: en la plataforma se presentó un importante daño al cultivo a causa del gusano cogollero, de acuerdo a las observaciones realizadas el problema comenzó a principios del mes de junio relacionado con la temporada de lluvias, el día 12 de junio se instaló una trampa con feromona para gusano cogollero realizando 6 muestreos posteriores a la fecha de colocación. Con el fin de no afectar los muestreos la aplicación de insecticida se llevó a cabo.

Otro aspecto que afectó la evaluación en la calidad de elote fue la presencia de mancha de asfalto esto principalmente en la variedad A-7573 y en Vs-536, este problema se presenta regionalmente y se atribuye a dos aspectos uno es de sembrar en períodos tardíos o fuera de tiempo. Se toma como referencia el día 12 de julio con evidencia fotográfica como inicios de los síntomas de mancha de asfalto. El problema comienza en la parte inferior para luego llegar al elote y dependiendo de la velocidad de afectación este puede llegar a superar la altura del elote viéndose afectada la calidad del mismo por una presentación no deseada para los consumidores.

### **Manejo de la plataforma**

El ciclo anterior que estableció el productor fue calabaza, sin embargo, debido a los bajos precios decidió dejar parte de la producción en el espacio donde se estableció la plataforma. El día 29 de marzo de 2018 se realizó dos tomas de muestra de suelo para su análisis, una se realizó en donde se encuentra establecida la plataforma y la segunda donde el productor cultivo maíz elotero con ciclo marzo-junio. La preparación del suelo, previo a siembra, consistió en dos actividades el barbecho realizado el día 09 de

marzo de 2018 y el surcado que se realizó el día 13 de abril de 2018. Se manejan dos densidades de siembra 41,666 – 31,250 y se utilizan dos formas de fertilización expresadas como F1 – F2. Se utilizaron los siguientes materiales: Criollo chico C2 (este material genético se está obteniendo de la metodología de selección masal visual estratificada que se está realizando en el municipio de Chocamán), Criollo Crema, Vs-536 y A-7573. De los 16 tratamientos se obtienen 3 repeticiones con un total de 48 parcelas. El gusano cogollero es la plaga que más afecto al cultivo de maíz para su control se aplicaron dos dosis 2 ml y 1 ml de cipermetrina utilizando mochilas aspersoras de 20 litros, una opción que entra dentro de las prácticas del MAP fue la instalación de una trampa con feromona para gusano cogollero, fue instalada obteniendo 5 muestreos en un intervalo de 48-72 horas por observación. Para el control de malezas se utilizó herbicida pre-emergente, los posteriores controles de maleza fueron de forma manual utilizando azadón. Previo a la cosecha se limpió el cultivo con desbrozadora.

## Resultados

A continuación se expresan los resultados obtenidos en la plataforma, se incluyen los resultados económicos, resultados de plantas y resultados planteados en el protocolo como lo son la altura de planta y aspecto de las mismas.

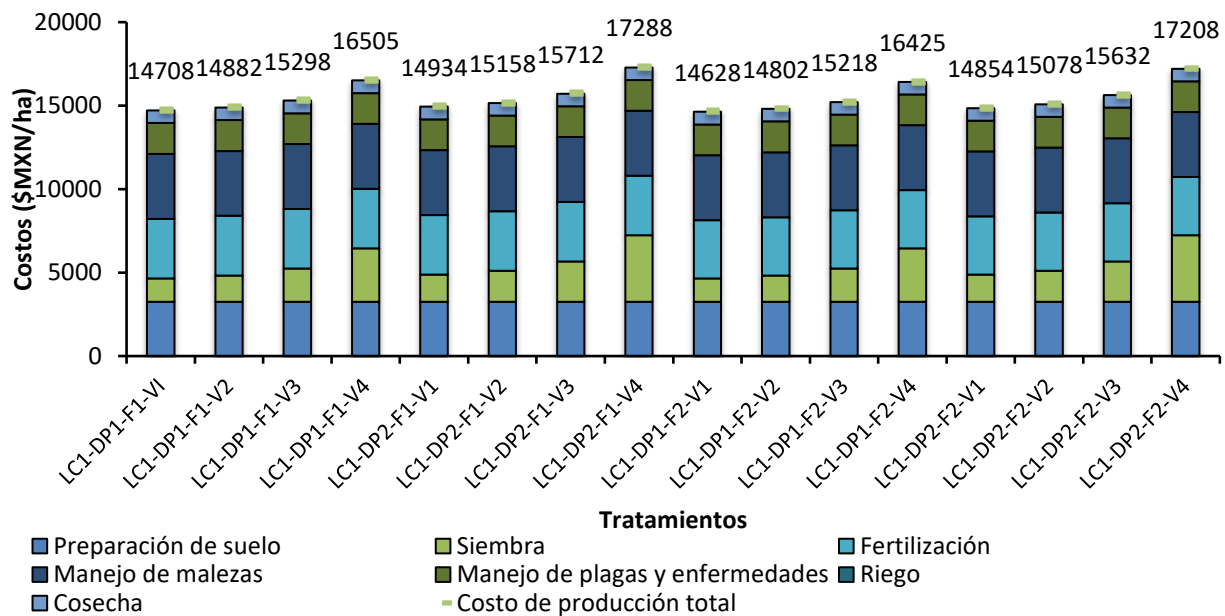


Figura 1. Resultados económicos de los tratamientos, en la gráfica se observa los datos económicos obtenidos por hectárea.

En la figura anterior se muestran los resultados obtenidos en los 16 tratamientos obtenidos en la superficie correspondiente de una hectárea, en la columna izquierda se observan los costos de producción se determinan como costos elevados. Las actividades que presentan más costos son la preparación de suelo, la fertilización, el control de malezas y el control de plagas y enfermedades.

De acuerdo a la gráfica anterior observamos que en los tratamientos 4, 8, 12 y 16 son los tratamientos que presentan los costos más elevados, esto debido al precio del costo de la semilla que tiene un costo de \$2,800.00 pesos por bulto de 20 kg.

El propósito de la producción en plataforma durante este ciclo es la producción de elote por lo cual, las variables para la obtención del rendimiento son; peso fresco del elote entero, peso del elote, el factor superficie y en número de plantas. En la siguiente figura se muestra el desarrollo del cultivo en la plataforma.

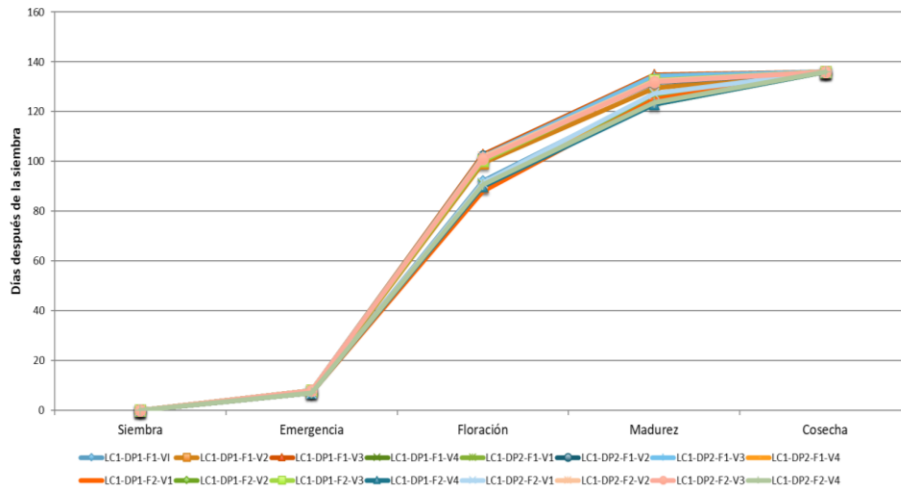


Figura 2. En esta gráfica se observa el desarrollo del cultivo en los 16 tratamientos que se establecieron en la plataforma.

Estadísticamente la variedad que presento menos número de días a floración es la variedad Asgrow A-7573 que es por excelencia la variedad de maíz elotero de la región.

Una de las variables que se obtuvo durante la toma de datos es la obtención de los grados brix (medida de azúcar disuelto en líquido) utilizando un refractómetro (Pocket Refractometer Pal-1), de cada tratamiento se obtuvieron 3 submuestras para tener un mayor grado de confiabilidad, los datos obtenidos son los siguientes:

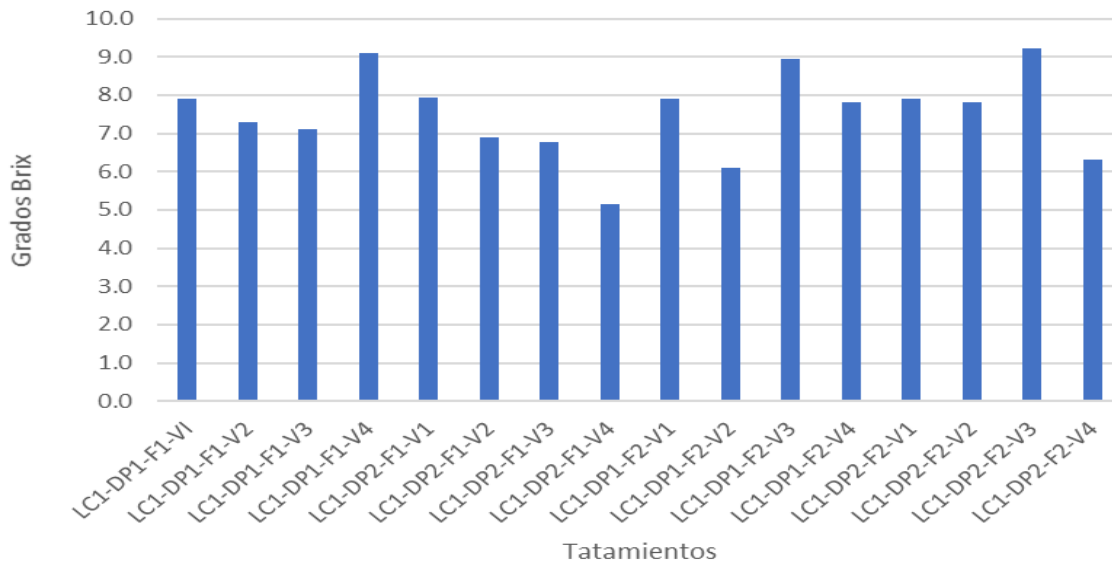


Figura 3. Contenido de grados Brix por tratamiento, este dato fue obtenido utilizando un refractómetro.

Este es un cultivo muy problemático para la recolección, pues en muy poco tiempo se pasa de su estado óptimo. De todos los parámetros los más definidos son grados Brix y humedad, dándose como referencia para el estado óptimo de 28-32° Brix y humedad 68-72%. Los grados brix que se obtuvieron fueron tomados el día de cosecha para todos los tratamientos con fecha 01 de septiembre de 2018, que fue el día de cosecha.

Otra variable que se obtuvo fue la longitud y el ancho de elote, esta medida se tomó retirando el totomoxtle utilizando vernier digital para reducir el grado de error. Los datos obtenidos son los siguientes:

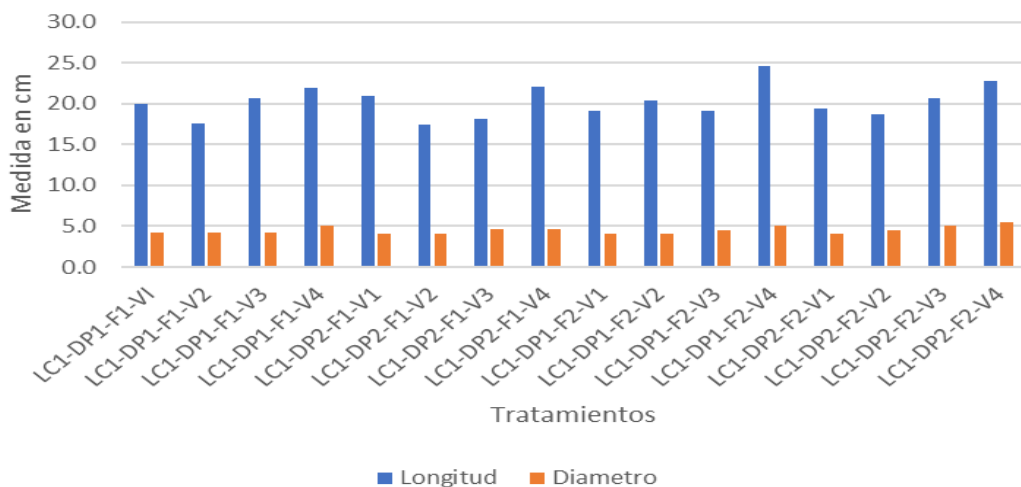


Figura 4. Longitud media de los elotes obtenidos por tratamiento, para esta variable se utilizó vernier digital midiendo desde la base del elote hasta la ubicación del ultimo grano en la parte superior.

Se obtuvieron dos rendimientos (figura 5), el primero denominado “Con Hoja” ya que los productores de la región venden el cultivo de esta forma, la forma de venderla es definida por el comprador quien visualmente estima, sin embargo, esto es una desventaja para los productores ya que no tienen registros de la cantidad de plantas por hectárea y menos de un cálculo aproximado del rendimiento.

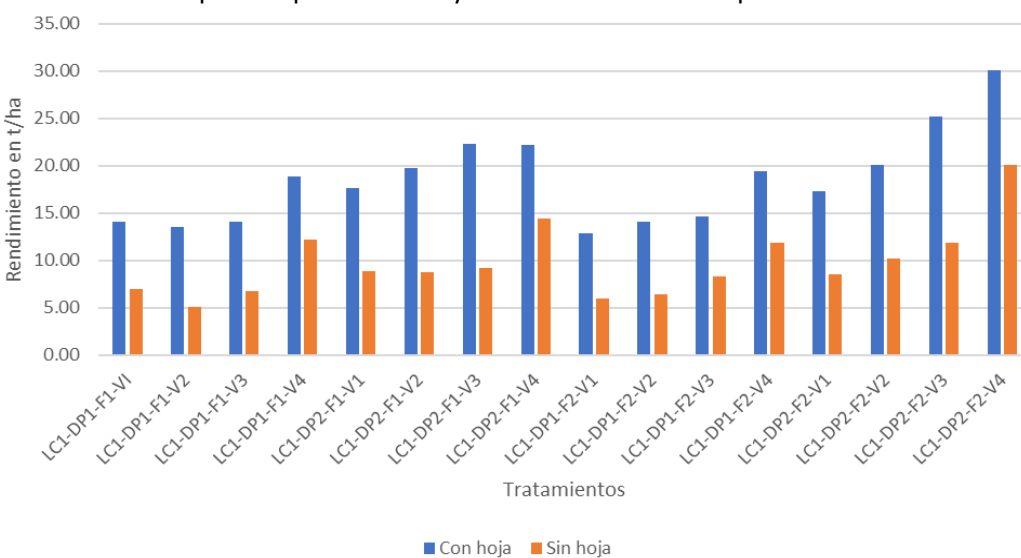


Figura 5. Rendimientos obtenidos por tratamiento. El rendimiento fue obtenido con hoja y sin hoja (totomoxtle).



Mediante la figura anterior concluimos que la variedad de elotero Asgrow A-7573 es la que presento mayor rendimiento en los dos métodos de rendimiento por hectárea que se obtuvieron. La variedad criollo chico que se está generando mediante la metodología de selección masal visual estratificada en el municipio de Chocamán obtuvo un rendimiento de 8.9 t/ha (sin hoja), este es un buen rendimiento, sin embargo, hay que tomar en cuenta las variables que tiene este tratamiento (densidad de planta de 41,666). La variedad vs-536 presento un rendimiento en el tratamiento 15 de 11.90 t/ha con una densidad de planta de 41,666 y en el tratamiento 11 presento un rendimiento de 8.26 t/ha con una densidad de siembra de 41,666.

### Resumen de capacitaciones a la plataforma

Hasta la fecha 15 de noviembre de 2018 se realizaron tres eventos destinados a esta plataforma. Una de las principales problemáticas es el traslado a eventos, lo que dificulta a los productores asistir en los eventos.

Cuadro 2. Resumen de asistentes a capacitación en la plataforma de Coscomatepec, Veracruz, 2018.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	28	8
Técnicos	2	0
Otros	19	9
Total de asistentes	49	17

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Esta nueva experiencia de trabajo en conjunto nos abrirá paso para divulgar el enfoque del proyecto que es la agricultura de conservación, uno de los aspectos que llamo la atención es el enfoque que tiene el programa y la forma en la que se trabaja con los productores logrando tener la atención y que estos se incorporaran a nuestras actividades, esto nos permitirá ir creando una red de innovación y de transferencia de tecnología que nos permita ampliar nuestra zona de impacto regional y localmente. En la región la variedad de Maíz elotero más utilizada es la variedad A-7573 de Asgrow, esta variedad de acuerdo a los productores tiene un alto rendimiento y esto se verifica con nuestros resultados. Obtuvimos un rendimiento máximo de 20.1 t/ha a una densidad de 41,600 plantas/ha y un rendimiento máximo en el de 12.08 t/ha con una densidad de siembra de 31,250 plantas/ha. Esto explica por qué los productores prefieran esta variedad sobre los otros evaluados.



Productor cooperante de la plataforma de Coscomatepec en el taller de calibración de equipo, 28 de junio de 2018, Coscomatepec, Veracruz.



Foto lateral de la plataforma, se observa la etapa de floración de los materiales sembrados, 15 de julio de 2018, Coscomatepec, Veracruz.



Variedad A-7573, densidad de planta D2 dos plantas a una distancia de 60 cm, 12 de julio de 2018, Coscomatepec, Veracruz.



Variedad de maíz nativo Criollo Chico (CC2) se observa en etapa de floración, esta variedad es precoz con un ciclo intermedio, 25 de julio de 2018, Coscomatepec, Veracruz.



HUB PACÍFICO NORTE

# Cajeme I, Sonora – Ciclo OI 2018-2019 – Año trece

Nele Verhulst, Ana Rosa García y Manuel Ruíz  
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

## Introducción

La plataforma Cajeme I está establecida en la estación experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en Ciudad Obregón, Sonora, ubicada a una altitud de 37 msnm, con coordenadas 27°23'46.28"N y 109°55'23.12"O. Comenzó sus actividades durante el ciclo 2005/06 para evaluar diferentes prácticas agronómicas dentro de un sistema de producción de trigo en condiciones de riego.

## Materiales y métodos

Los factores que incluye este experimento son prácticas de labranza, manejo de rastrojo y rotación de cultivo. Para la labranza se están evaluando: camas con labranza convencional y camas permanentes, el único movimiento que éstas reciben es al momento de la reformación en cada ciclo, mientras que la superficie se mantiene intacta. El manejo de rastrojo incluye dejarlo todo como es el caso del convencional, el cual es incorporado con la labranza; mientras que en las camas permanentes se mantiene sobre la superficie; se prueba la remoción parcial de residuos (dejar solamente 25 cm de pata de trigo y empaque del resto), también tenemos quema. Se estudia el monocultivo de trigo sin cultivo de verano, rotaciones de cártamo-trigo sin cultivo de verano, trigo-garbanzo-maíz sin cultivo de verano, trigo-maíz, trigo-sorgo, trigo-garbanzo con descanso en verano y maíz-sorgo-trigo-descanso (cuadro 1). Este ciclo fue el primero de la implementación de la rotación trigo-garbanzo-maíz, para probar una rotación más larga tomando en cuenta que la disponibilidad de agua para siembras de verano está bajando. El garbanzo y maíz si fueron sembrados en tratamientos con el cultivo anterior según el nuevo tratamiento (maíz y garbanzo seguido por descanso en verano, respectivamente). El trigo se sembró después de alfalfa este primer ciclo, en vez de maíz como indicado en el tratamiento.

El diseño experimental es de bloques completos al azar con dos repeticiones. En el ciclo otoño-invierno 2018/19 la siembra de la mayoría de los tratamientos de trigo se realizó el 06 de diciembre, con excepción de los tratamientos sobre rastrojo de sorgo los cuales fueron sembrados hasta el 24 de diciembre, retrasándose debido a la humedad que aún tenían las parcelas. Se utilizó trigo de la variedad Quetchehueca Oro a densidad de 120 kg/ha. El maíz se sembró el 23 de octubre, la variedad utilizada fue Armadillo a densidad de 110,000 semillas/ha. El cártamo fue Ciano Oleico a densidad de 10 a 15 kg/ha el día 21 de diciembre. El garbanzo fue Blanor sembrado el día 10 de diciembre a densidad de 100 kg/ha. Este ciclo fue relativamente favorable. Al inicio de la temporada las temperaturas mínimas fueron más elevadas que las registradas en promedio. Sin embargo, al finalizar las temperaturas máximas estaban cercas del promedio, lo que permitió un buen llenado de grano (figura 1). El 30 de diciembre se presentó un descenso de temperatura (-1°C), lo cual ocasionó que las puntas de las hojas de maíz se quemaran, no causando mayor daño debido a que el cultivo estaba recién regado.

Durante el ciclo se fueron recopilando datos agronómicos como el número de plantas por m<sup>2</sup>. También se hicieron mediciones del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI), los datos fueron colectados utilizando el sensor óptico portátil NDVI (GreenSeeker, Trimble, USA). Las mediciones se llevaron a cabo

pasando el sensor por el centro de la cama a una altura aproximada de 0.8 m sobre la superficie del cultivo. La cobertura de la franja del sensor es aproximadamente 0.6 m de ancho. Al finalizar la temporada del cultivo, el área central de cada parcela (15 m × 1.6 m) fue cosechada y se determinó rendimiento de grano y sus componentes del rendimiento, de acuerdo con el protocolo descrito en Pask et al. (2012). Para el análisis de las curvas de NDVI se empleó la función Proc Mixed del paquete estadístico SAS y la instrucción Repeated para las mediciones repetidas. Las curvas se dividieron en periodos y cada uno se analizó por separado. Los periodos para el cultivo de trigo sembrado el día 06 de diciembre fueron: periodo I (33-61 días después de la emergencia (DDE)), periodo II (76-103 DDE), periodo III (109-123 DDS); los tratamientos de trigo que fueron sembrados después se omitieron del análisis estadístico

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma Cajeme I, Sonora, ciclo 2018-2019.

Trt #	Abreviación	Rotación		
		Invierno – verano – invierno – verano	Labranza	Manejo de paja
1	TDTD, CC, Dej	<u>Trigo</u> – nada	Camas con labranza convencional	Retener/incorporar toda la paja
2	TDTD, CP, Dej	<u>Trigo</u> – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
3	CDTD, CP, Dej	Cártamo– nada – <u>trigo</u> – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
4	TSTS, CP, Dej	<u>Trigo</u> – sorgo	Camas permanentes	Retener toda la paja
5	TMTM, CC, Dej	Trigo – maíz – <u>trigo</u> – maíz	Camas con labranza convencional	Retener/incorporar toda la paja
6	TMTM, CC, Que	Trigo – maíz – <u>trigo</u> – maíz	Camas con labranza convencional	Quemar toda la paja
7	TMTM, CP, Dej	Trigo – maíz – <u>trigo</u> – maíz	Camas permanentes	Retener toda paja
8	TMTM, CP, Que	Trigo – maíz – <u>trigo</u> – maíz	Camas permanentes	Quemar toda la paja
9	TMTM, CP, Par	Trigo – maíz – <u>trigo</u> – maíz	Camas permanentes	<u>Parcial</u> Empacar la paja suelta de trigo; Empacar la paja de maíz
10	TDGDMD, CP, Dej	Trigo – nada – <u>garbanzo</u> – nada – maíz – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
11	GDMDTD, CP, Dej	Garbanzo – nada – <u>maíz</u> – nada – trigo -nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
12	MSTD, CP, Dej	Maíz – sorgo de grano – <u>trigo</u> – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
13	TDMS, CP, Dej	Trigo – nada – <u>maíz</u> – sorgo de grano	Camas permanentes	Retener toda la paja
14	TDGD, CP, Dej	Trigo – nada - <u>garbanzo</u> – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
15	GDTD, CP, Dej	Garbanzo – nada – <u>trigo</u> – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
16	TDCD, CP, Dej	Trigo – nada – <u>cártamo</u> – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja
17	MDTDGD, CP, Dej	Maíz – nada – <u>trigo</u> – nada – garbanzo – nada	Camas permanentes	Retener toda la paja

\*Cultivo de rotación en OI 2018/19.

. Los datos agronómicos y los de rendimiento se analizaron mediante el análisis de varianza de Proc glm (ANOVA) utilizando el paquete estadístico SAS. La comparación de medias de los tratamientos se hizo con la prueba de LSD, considerando como diferencias significativas con  $p \leq 0.05$ . Para realizar el análisis de utilidad anual de los tratamientos, durante todo el año se fueron recopilando los costos que se generaron desde verano 2018 hasta culminar el ciclo otoño-invierno 2018/19. Los gastos considerados fueron desde la preparación del terreno, gastos en compra de semillas, de fertilizantes, de productos utilizados para el

control de malezas, plagas y enfermedades, cuotas de agua para los riegos y gastos de cosecha. Teniendo como respaldo de costos a la bitácora electrónica MasAgro (BEM).

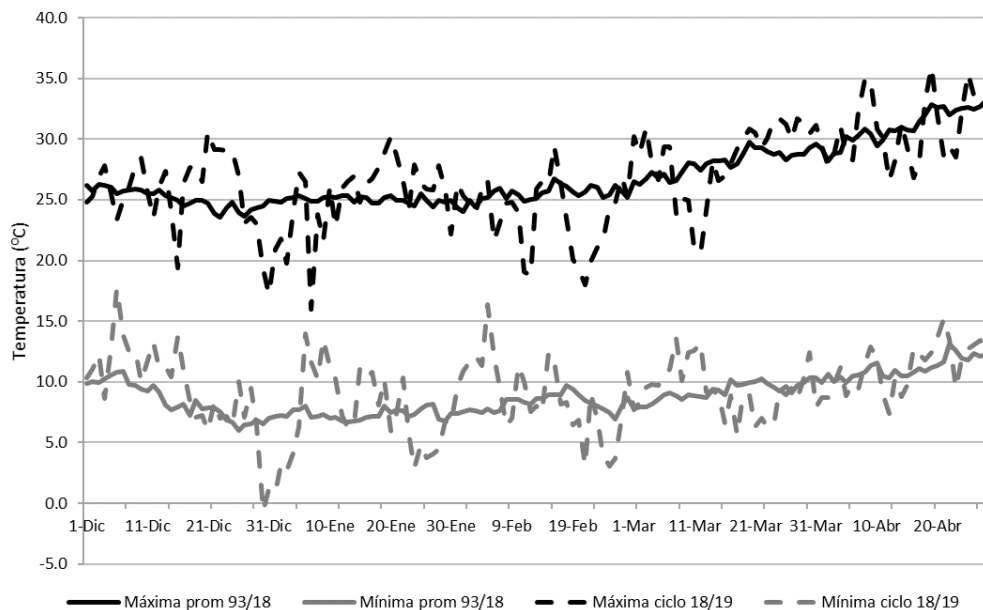


Figura 1. Gráfica de la temperatura durante el desarrollo del cultivo de trigo en la plataforma Cajeme I en ciclo otoño-invierno 2018/19 en Cd. Obregón, Sonora.

## Resultados

### ***Población de plantas***

Respecto a la población de plantas de trigo, el mayor valor fue obtenido en camas permanentes, dejando rastrojo y rotación garbanzo-trigo con descanso en verano (196 plantas/m<sup>2</sup>), seguido de los tratamientos de rotación trigo-maíz, camas permanentes, retención parcial de rastrojo y en rotación cártamo-trigo descanso en verano, dejando rastrojo en camas permanentes (promedio de 185 plantas/m<sup>2</sup>) (figura 2). Las menores poblaciones de plantas fueron en camas permanentes, dejando rastrojo, con rotaciones de trigo-sorgo, trigo-maíz, maíz-sorgo-trigo-descanso y después de alfalfa, lo que en el futuro será rotación maíz-trigo-garbanzo (promedio de 140 plantas/m<sup>2</sup>).

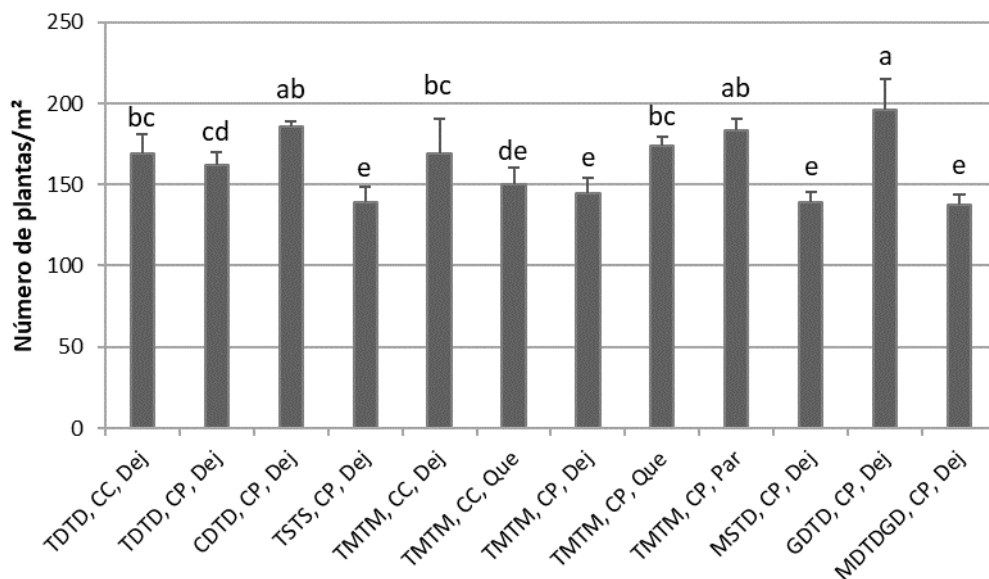


Figura 2. Resultados del número de plantas de trigo en el ciclo 2018/19 de la plataforma Cajeme I del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Abreviaciones: T=trigo, D=descanso sin cultivo, C=cártamo, S=sorgo, M=maíz, G=garbanzo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Que=quemar todo el rastrojo y Par=dejar parte del rastrojo.

### **Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI)**

Durante el desarrollo vegetativo del trigo sembrado el día 06 de diciembre (figura 3), los valores más elevados del primer periodo correspondieron a camas permanentes, dejando rastrojo con rotación cártamo-trigo con descanso en verano (CTD, CP, Dej), siendo significativamente diferente del resto de los tratamientos.

En el periodo II, los mayores valores se tuvieron en el tratamiento de camas permanentes, dejando rastrojo, rotación garbanzo-trigo descanso en verano (GDTD, CP, Dej), seguido del tratamiento con rotación cártamo-trigo descanso en verano, camas permanentes y retención de rastrojo (CTD, CP, Dej). Los menores fueron en el tratamiento con labranza convencional, quema de rastrojo en rotación trigo-maíz (TMTM, CC, Que).

En el tercer periodo, los mayores valores continuaron siendo los mismos que el periodo anterior (GDTD, CP, Dej y CTD, CP, Dej), mientras que, los menores se observaron en el tratamiento de camas convencionales, monocultivo de trigo, dejando rastrojo (TDTD, CC, Dej), reflejando que el trigo maduró más rápido en este tratamiento.



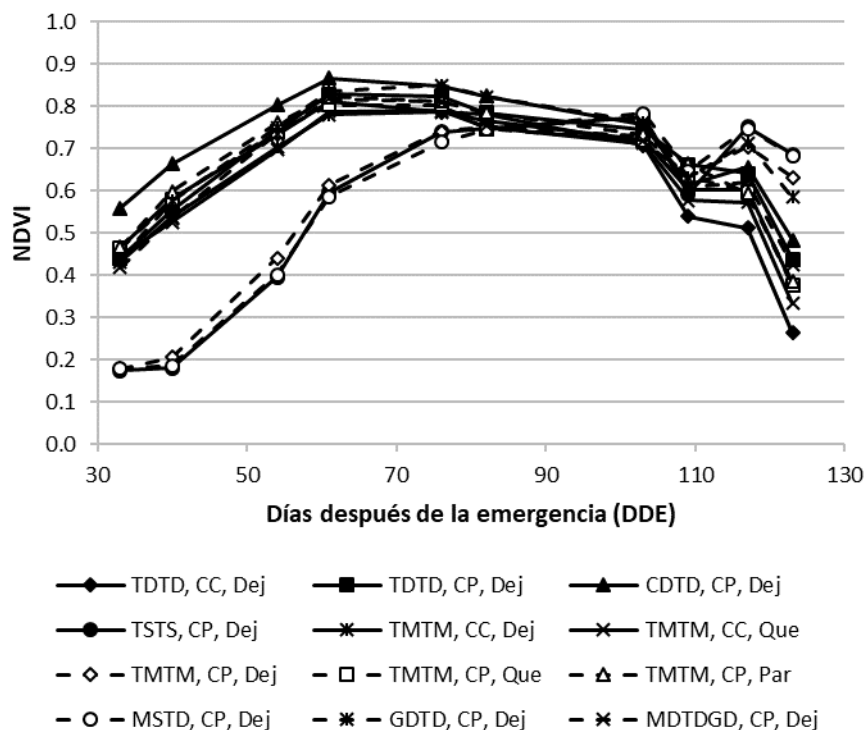


Figura 3. Curvas (NDVI vs. Días después de la siembra) de crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo sembrado el día 06 de diciembre en la plataforma Cajeme I del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Abreviaciones: T=trigo, D=descanso sin cultivo, C=cártamo, S=sorgo, M=maíz, G=garbanzo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Que=quemar todo el rastrojo y Par=dejar parte del rastrojo.

### Rendimiento de grano

El rendimiento más alto fue obtenido con la rotación trigo-sorgo, camas permanentes dejando todo el rastrojo (TSTD, CP, Dej; 9.4 t/ha), sin haber diferencia significativa con camas permanentes con rastrojo, rotación maíz-sorgo-trigo-descanso, garbanzo-trigo y cártamo-trigo con descanso en verano (MSTD, CP, Dej; GDTD, CP, Dej; CDTD, CP, Dej; 9.0 t/ha). Contrario a la práctica del monocultivo de trigo en camas convencionales dejando rastrojo en el cual se tuvo un rendimiento significativamente más bajo que en todos los otros tratamientos (TDTD, CC, Dej; 5.7 t/ha) (figura 4), aunque es importante mencionar que este tratamiento tiene problemas con maleza de correhuela (*Convolvulus arvensis*), la cual provoca disminución en su rendimiento. Sin embargo, el rendimiento aumenta 2.1 t/ha cuando en monocultivo de trigo, se omite la labranza convencional y se hacen camas permanentes (TDTD, CP, Dej).

Con la rotación trigo-maíz, no hubo efecto significativo del manejo de rastrojo (dejar completo, dejar parcialmente o quemar) en camas permanentes (promedio 8.3 t/ha), ni en camas con labranza convencional (promedio 7.3 t/ha). Numéricamente, el rendimiento fue más bajo con quema de rastrojo: 7.1 t/ha en camas con labranza y 8.0 t/ha en camas permanentes.

Los rendimientos promedios del resto de los tratamientos sembrados sobre camas permanentes con retención de rastrojo en la plataforma fueron: para maíz, 15.7 t/ha de maíz en el tratamiento con rotación garbanzo-maíz-trigo descanso en verano y 13.7 t/ha en rotación trigo-descanso-maíz-sorgo; 2.2 t/ha de cártamo en rotación cártamo-trigo, descanso en verano; para garbanzo, 3.0 t/ha de garbanzo en rotación trigo-garbanzo-maíz, descanso en verano y 2.5 t/ha en rotación garbanzo-trigo, descanso en verano.

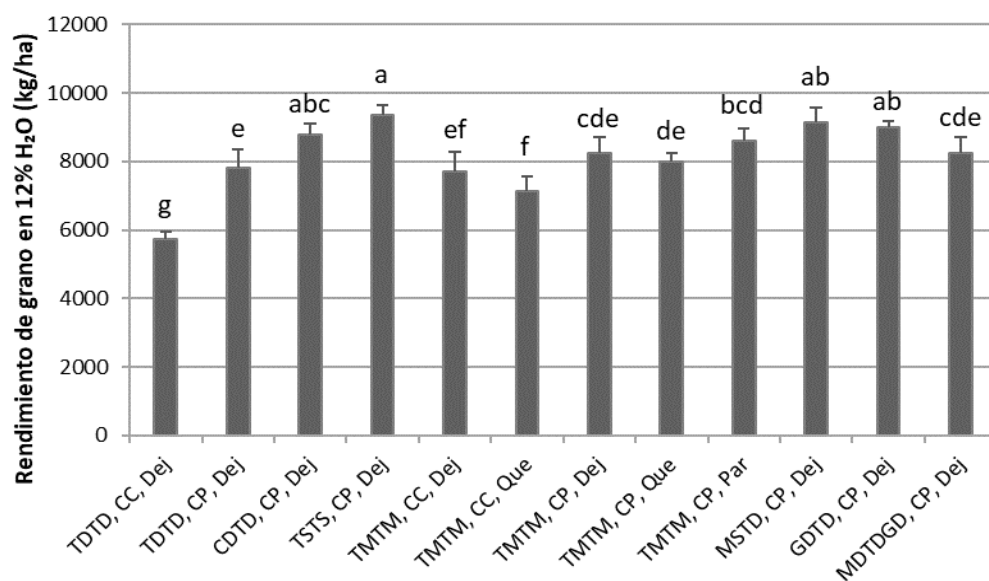


Figura 4. Resultados del rendimiento de trigo en el ciclo 2018/19 de la plataforma Cajeme I del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Abreviaciones: T=trigo, D=descanso sin cultivo, C=cártamo, S=sorgo, M=maíz, G=garbanzo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Que=quemar todo el rastrojo y Par=dejar parte del rastrojo.

### **Análisis de rentabilidad**

En PV2018, los rendimientos de maíz fueron bajos (4.3 t/ha en promedio), mientras los costos fueron más de \$17,000 MXN/ha, resultando en una utilidad neta negativa, con pérdidas de más de \$2,000 MXN/ha en todos los tratamientos de maíz (cuadro 2). Para mejorar la rentabilidad de estos tratamientos, se va a bajar la dosis de fertilización, tomando en cuenta que los rendimientos en los últimos años han sido bajos debido a combinaciones de temperaturas altas y daño por aves y roedores. La rentabilidad de sorgo fue mejor que la de maíz, aunque también en rotación con trigo-descanso-maíz fue negativa (perdidas de menos de \$500 MXN/ha). Los costos fueron menores para sorgo que para maíz por el menor número de riegos de auxilio (tres en vez de cinco) y una reducción en gastos de control de maleza (se aplicó pendimetalin y tembotrione en maíz para control de hoja angosta).

En OI2018-2019, todos los tratamientos tuvieron utilidades positivas (cuadro 3). En camas permanentes, el cultivo más rentable fue el maíz con \$29,494 MXN/ha, seguido por garbanzo con \$25,143 MXN/ha, aunque es importante destacar que con estos cultivos el riesgo de daño por heladas también es más alto que con trigo. El cultivo menos rentable en camas permanentes fue el cártamo con \$4,330 MXN/ha. Para trigo, la utilidad neta promedio en camas con labranza convencional fue \$10,069 MXN/ha, mientras en camas permanentes con la misma rotación y manejo de rastrojo, la utilidad neta promedio fue \$16,326 MXN/ha.

Cuadro 2. Análisis de rentabilidad de PV2018. Se omitieron tratamientos que fueron ajustados en OI2018-2019. Cultivo sembrado marcado en negritas. Para explicación de abreviaciones, ver cuadro 1.

	TDTD, CC, Dej	TDTD, CP, Dej	TDCD, CP, Dej	TSTS, CP, Dej	TMTM, CC, Dej	TMTM, CC, Que	TMTM, CP, Dej	TMTM, CP, Que	TMTM, CP, Par	TDMS, CP, Dej	MSTD, CP, Dej	GDTD, CP, Dej	TDGD, CP, Dej	CTD, CP, Dej
Precio grano (\$MXN/t)	0	0	0	2500	3300	3300	3300	3300	3300	2500	0	0	0	0
Rendimiento (t/ha)	0	0	0	5.2	4.3	4.2	3.9	4.7	4.5	4.9	0	0	0	0
Ingreso (\$MXN/ha)	0	0	0	12,93 4	14,187	13,993	12,785	15,569	14,996	12,222	0	0	0	0
Costo de producción (\$MXN/ha)	1,350	0	0	12,45 7	18,565	18,965	17,665	18,065	18,865	12,457	0	0	0	0
Utilidad neta (\$MXN/ha)	-1,350	0	0	477	-4,378	-4,972	-4,880	-2,496	-3,869	-235	0	0	0	0

Cuadro 3. Análisis de rentabilidad de OI2018-2019. Se omitieron tratamientos que fueron ajustados en OI2018-2019. Cultivo sembrado marcado en negritas. Para explicación de abreviaciones, ver cuadro 1.

	TDTD, CC, Dej	TDTD, CP, Dej	TDCD, CP, Dej	TSTS, CP, Dej	TMTM, CC, Dej	TMTM, CC, Que	TMTM, CP, Dej	TMTM, CP, Que	TMTM, CP, Par	TDMS, CP, Dej	MSTD, CP, Dej	GDTD, CP, Dej	TDGD, CP, Dej	CTD, CP, Dej
Precio grano (\$MXN/t)	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3300	16000	3900	7000
Rendimiento (t/ha)	5.7	7.8	8.8	9.4	7.7	7.1	8.2	8.0	8.6	9.1	13.7	2.5	9.0	2.2
Ingreso (\$MXN/ha)	22,319	30,476	34,320	36,55 7	30,000	27,803	32,102	31,215	33,620	35,673	45,167	40,050	35,153	15,690
Costo de producción (\$MXN/ha)	17,040	15,340	14,738	14,73 8	16,438	16,438	14,738	14,738	14,738	14,738	15,673	14,907	14,738	11,360
Utilidad neta (\$MXN/ha)	5,279	15,136	19,582	21,81 9	13,562	11,365	17,364	16,477	18,882	20,935	29,494	25,143	20,415	4,330

Con base en los datos de estos dos ciclos, se calculó la rentabilidad promedio anual incluyendo todas las fases de la rotación (figura 5). La utilidad fue mayor (\$25,097 MXN/ha) en rotación trigo-descanso-maíz-sorgo en camas permanentes (TDMS, CP, Dej; figura 5), debido al buen rendimiento de trigo y la alta rentabilidad del maíz. Seguido de los tratamientos donde se hizo rotación garbanzo con trigo, debido al buen precio en el mercado del garbanzo (\$22,779 MXN/ha; GDTD, CP, Dej) y en rotación con sorgo en verano (TSTS, CP, Dej) generando rendimientos altos de trigo y dejando una utilidad de \$22,297 MXN/ha. En la rotación de trigo en invierno con maíz de verano, la utilidad neta fue menor en camas con labranza convencional, quema de rastrojo (\$6,393 MXN/ha), aumentándose a \$13,981 MXN/ha cuando las camas son convertidas en permanentes. En camas permanentes, dejando rastrojo, la utilidad de trigo fue mayor (\$15,136 MXN/ha; TDTD, CP, Dej) en monocultivo con descanso en verano que en rotación anual con cártamo (TDCD, CP, Dej; \$11,956 MXN/ha).

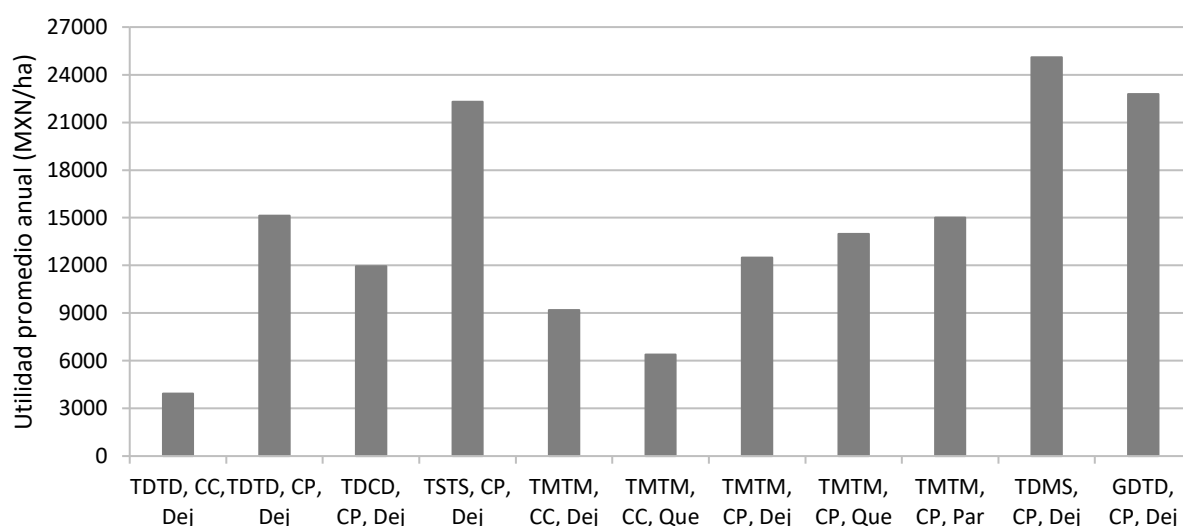


Figura 5. Utilidad promedio anual de los tratamientos de la plataforma Cajeme I del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora con base en los datos del ciclo verano 2018 y otoño-invierno 2018/19. Abreviaciones: T=trigo, D=descanso sin cultivo, C=cártamo, S=sorgo, M=maíz, G=garbanzo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Que=quemar todo el rastrojo y Par=dejar parte del rastrojo.

## Conclusiones

El ciclo OI2018-2019 fue favorable, con rendimientos muy altos de trigo en camas permanentes con rotación de sorgo en verano (9.4 t/ha) y rotación maíz-sorgo-trigo-descanso, garbanzo-trigo y cártamo-trigo con descanso en verano (9.0 t/ha). Estos tratamientos también tuvieron una rentabilidad alta de la rotación, con excepción de trigo-cártamo, por la baja rentabilidad del cártamo. Los tratamientos con labranza convencional fueron menos rentables que tratamientos en camas permanentes con la misma rotación.



Trigo en amacollamiento en la plataforma Cajeme I, Sonora, ciclo OI 2018-2019.

## Cajeme II, Sonora - Ciclo OI 2018-2019 – Año seis

Nele Verhulst, Ana Rosa García y Manuel Ruíz  
CIMMYT

### Introducción

La región de los valles del Yaqui y del Mayo son de las principales regiones agrícolas de México, se encuentra en el sur del estado de Sonora con una extensión aproximadamente de 450,000 hectáreas. El principal cultivo de la región es el trigo, con alto uso de insumos, lo que causa altos costos de producción, degradación de suelo y contaminación ambiental. Para desarrollar opciones a los productores y hacer la agricultura de la región más sustentable y rentable, se instaló una plataforma de investigación en el municipio de Cajeme, Sonora, en el 2013. Entre los temas más relevantes que interesaron a los productores de la región se encuentran: i) realizar la siembra de trigo en tres o más número de hileras por cama (en vez de dos, lo que es la recomendación común para agricultura de conservación en la zona, mientras los productores están acostumbrados a sembrar tres o cuatro hileras por cama), ii) hacer uso eficiente del agua, iii) disminuir los problemas de emergencia cuando la siembra se hace en suelo seco e iv) implementar una diversificación de cultivos alternativos al trigo. A partir de este trabajo, se diseñó la plataforma con el objetivo de evaluar diferentes prácticas agronómicas dentro del sistema de producción de trigo en condiciones de riego.

### Material y métodos

La plataforma Cajeme II está ubicada en la estación experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en Ciudad Obregón, Sonora, situada a una altitud de 37 msnm, con coordenadas 27°23'46.26"N 109°55'23.11"O.

Los factores que incluyen son prácticas de labranza (camas con labranza convencional y camas permanentes), manejo de rastrojo (dejar y remover), número de riegos de auxilio (3 y 4 riegos), rotación de cultivo (monocultivo de trigo, trigo-cártamo y trigo-trigo-cártamo), número de hileras del cultivo de trigo (2 y 3 hileras) y manejo de fertilización (normal y recomendación del sensor greenseeker) (cuadro 1).

El diseño experimental es de bloques completos al azar con tres repeticiones. Todos los tratamientos tienen siembra en ciclo otoño-invierno y descanso en verano. En el ciclo otoño-invierno 2018/19 la siembra de trigo se realizó el 27 de noviembre y el cártamo el 03 de diciembre de 2018. La variedad de trigo que se utilizó fue Baroyeca Oro a densidad de 120 kg/ha y cártamo Ciano Oleico a densidad de 15 kg/ha. El tratamiento con dos hileras se sembró con la misma densidad de semilla que los tratamientos con tres hileras. La siembra se llevó a cabo en húmedo. Para trigo la dosis de fertilización fue de 59 kg N/ha y 52 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en pre-siembra y 175 kg N/ha antes del primer riego de auxilio; solo en tratamiento 12 la segunda fertilización se basó en la recomendación de las mediciones con el sensor GreenSeeker (lo recomendado fue de 85 kg N/ha, únicamente en la primera repetición, sin aplicación en las otras). Para cártamo se aplicaron 25 kg N/ha y 52 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en pre-siembra y 120 kg N/ha antes del primer riego de auxilio.

El clima este ciclo fue relativamente favorable. Al inicio de la temporada las temperaturas mínimas fueron más elevadas que las registradas en promedio. Sin embargo, al finalizar las temperaturas

máximas estaba cercas del promedio, lo que permitió un buen llenado de grano (figura 1). El 30 de diciembre ocurrió una helada que no ocasionó daño en los cultivos. Al final del ciclo el trigo en el primer año después de cártamo (tratamientos 5 y 9) sufrió de acame ligero, principalmente en la tercera repetición.

Cuadro 1. Tratamientos en la plataforma Cajeme II, Sonora, ciclo 2018-2019.

No.	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo	No. de riegos de auxilio para trigo	No. de hileras de trigo	Fertilización
1	I-T	Camas con labranza convencional	Incorporar	4	3	Normal
2	I-T	Camas permanentes	Dejar	4	3	Normal
3	I-T	Camas permanentes	Empacar todo	4	3	Normal
4	I-T	Camas permanentes	Dejar	4	2	Normal
5	I-C	Camas permanentes	Dejar	4	3	Normal
6	C-T	Camas permanentes	Dejar	4	3	Normal
7	T-I-C	Camas permanentes	Dejar	4	3	Normal
8	T-C-T	Camas permanentes	Dejar	4	3	Normal
9	C-I-T	Camas permanentes	Dejar	4	3	Normal
10*	I-T	Camas con labranza convencional	Incorporar	3	3	Normal
11*	I-T	Camas permanentes	Dejar	3	3	Normal
12*	I-T	Camas permanentes	Dejar	4	2	Recomendación GreenSeeker

T=trigo; C=cártamo; cultivo de rotación en ciclo actual; \* tratamientos flexibles

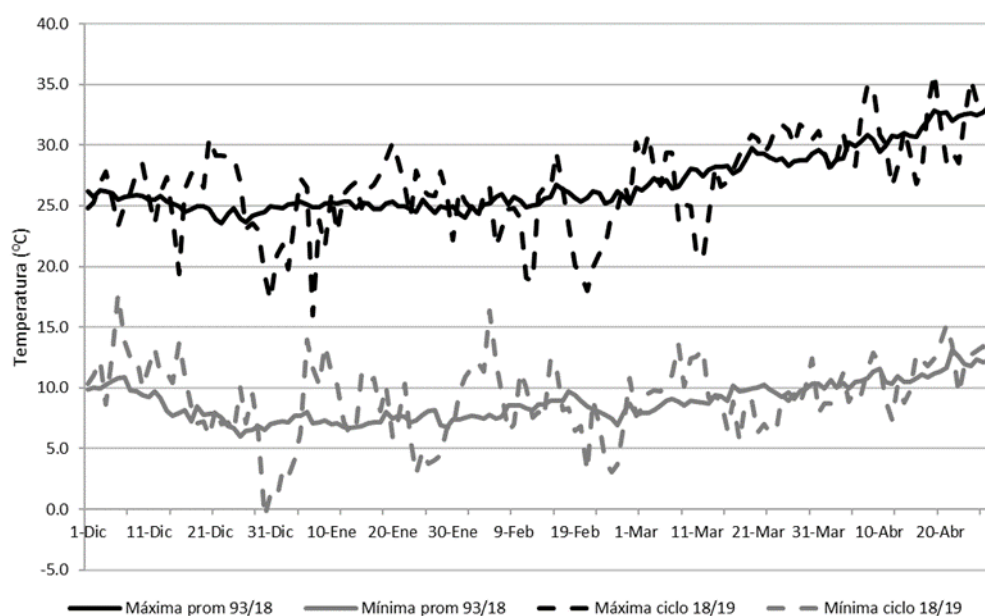


Figura 1. Gráfica de la temperatura durante el desarrollo del cultivo de trigo en la plataforma Cajeme II en ciclo otoño-invierno 2018/19 en Cd. Obregón, Sonora. Líneas continuas representan los promedios desde el año 1993-2018, líneas punteadas representan el ciclo 2018-2019.

Después de la emergencia del trigo, se contaron las plantas en tres áreas de una cama de ancho y 50 cm de largo, para determinar la población; también se hicieron mediciones del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI), los datos fueron colectados utilizando el sensor óptico portátil

NDVI (GreenSeeker, Trimble, USA). Las mediciones se llevaron a cabo pasando el sensor por el centro de la cama a una altura aproximada de 0.8 m sobre la superficie del cultivo. La cobertura de la franja del sensor es aproximadamente 0.6 m de ancho.

Al finalizar la temporada del cultivo, se cosecharon tres muestras de 15 m de largo y dos camas (1.6 m) de ancho en cada parcela en la plataforma y se determinó rendimiento de grano y sus componentes de rendimiento, de acuerdo con el protocolo descrito en Pask *et al.* (2012).

Para el análisis de las curvas de NDVI se empleó la función Proc Mixed del paquete estadístico SAS y la instrucción Repeated para las mediciones repetidas. Las curvas se dividieron en periodos y cada uno se analizó por separado. Los periodos fueron: periodo I (30-37 días después de la siembra (DDS)), periodo II (47-103 DDS) y periodo III (118-124 DDS). Los datos agronómicos y los de rendimiento se analizaron mediante el análisis de varianza de Proc glm (ANOVA) utilizando el paquete estadístico SAS. La comparación de medias de los tratamientos se hizo con la prueba de LSD, considerando como diferencias significativas con  $p \leq 0.05$ .

## Resultados

### ***Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI) en plataforma Cajeme II***

Durante el desarrollo vegetativo del trigo (figura 2) existió diferencias significativas entre los tratamientos, viéndose los valores más elevados del periodo I en camas permanentes, dejando rastrojo con rotación cártamo-trigo-trigo (CTT, CP, Dej), siendo diferente al tratamiento donde solo se hace rotación trigo-cártamo con mismas condiciones de labranza y rastrojo (TC, CP, Dej), así como donde se omite la rotación y se maneja solo monocultivo de trigo (TT, CP, Dej). Los menores valores fueron obtenidos en camas permanentes, remoción de rastrojo, monocultivo de trigo (TT, CP, Rem). En el periodo II, los mayores valores se presentaron en ambos tratamientos con el primer ciclo de trigo después de cártamo, en camas permanentes, dejando rastrojo (TC, CP, Dej; CTT, CP, Dej). Los menores valores fueron los tratamientos en camas permanentes, dejando rastrojo, monocultivo de trigo, en dos y tres hileras (TT, CP, Dej y TT, CP, Dej, 2H).

En el periodo III, los mayores valores fueron en monocultivo de trigo, camas permanentes, dejando y removiendo rastrojo, tanto en dos o tres hileras (TT, CP, Dej; TT, CP, Rem y TT, CP, Dej, 2H), seguido de los tratamientos con rotación trigo-trigo-cártamo y trigo-cártamo, camas permanentes, dejando rastrojo (TTC, CP, Dej y TC, CP, Dej). Los menores valores fueron presentados en los tratamientos de monocultivo, dejando rastrojo, camas permanentes y convencionales, con tres y cuatro riegos, a tres y dos hileras (TT, CC, Dej; TT, CC, Dej, 3R; TT, CP, Dej, 3R y TT, CP, Dej, 2H, GS).



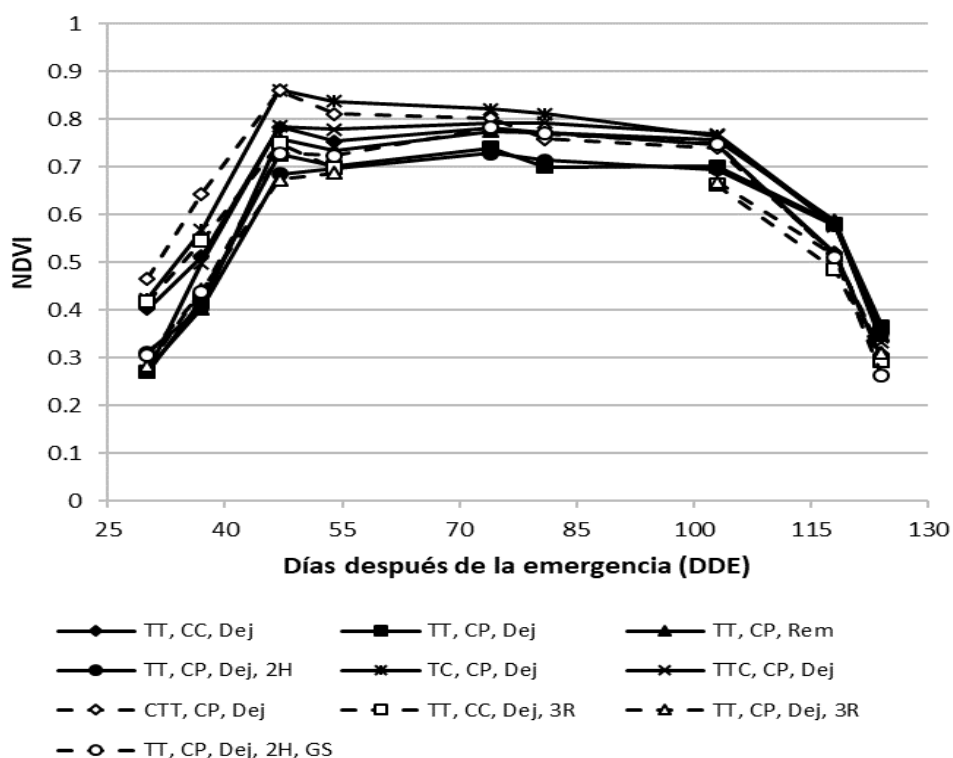


Figura 2. Curvas (NDVI vs. Días después de la siembra) de crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo de la plataforma Cajeme II del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora en el ciclo 2018/19. Abreviaciones: T=trigo, C=cártamo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP=camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Rem= remover todo el rastrojo; 3R= 3 riegos de auxilio, 2H= Siembra a 2 hileras y GS= Sensor GreenSeeker.

### ***Población de plantas en emergencia en la plataforma Cajeme II***

Respecto a la población de plantas de trigo por metro cuadrado (figura 3) los mayores valores fueron obtenidos en camas convencionales, dejando rastrojo, monocultivo de trigo con 3 riegos de auxilio (TT, CC, Dej, 3R; 233 plantas/m<sup>2</sup>), existiendo diferencia significativa con el resto de los tratamientos. La menor población de plantas fue en camas permanentes, dejando rastrojo, rotación trigo-trigo-cártamo (TTC, CP, Dej; 162 plantas/m<sup>2</sup>).

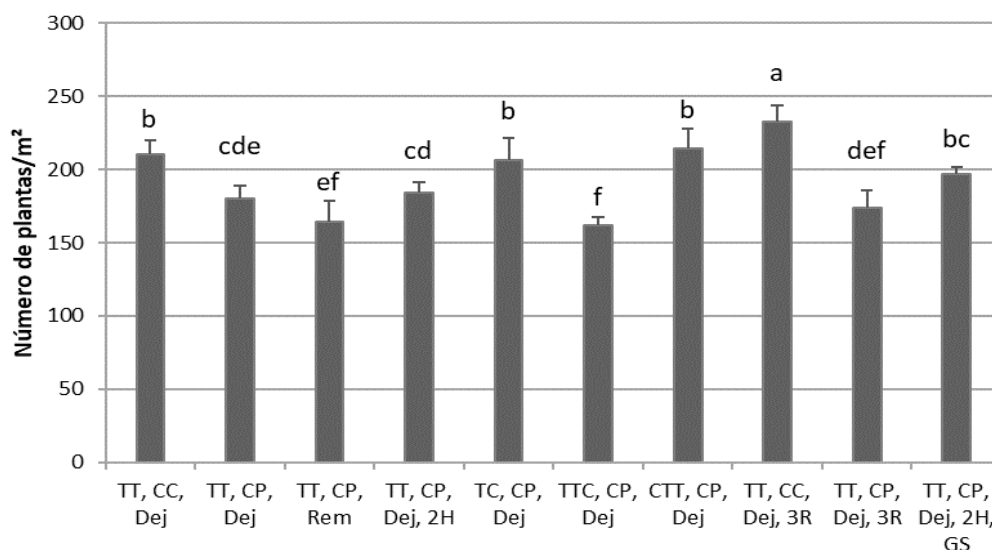


Figura 3. Resultados del número de plantas de trigo en el ciclo 2018/19 de la plataforma Cajeme II del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Abreviaciones: T=trigo, C=cártamo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Rem= remover todo el rastrojo; 3R= 3 riegos de auxilio, 2H= Siembra a 2 hileras y GS= Sensor GreenSeeker.

#### **Rendimientos de la plataforma Cajeme II en el ciclo 2018-2019**

El mayor rendimiento de trigo fue obtenido en camas permanentes, dejando rastrojo, en el primer ciclo después de cártamo (CTT, CP, Dej y TC, CP, Dej), los cuales presentaron en promedio 9.0 t/ha (figura 4). El tratamiento con las mismas condiciones de labranza y manejo de rastrojo, en el segundo ciclo después de cártamo (TTC, CP, Dej) tuvo un rendimiento ligeramente más bajo (8.8 t/ha), sin que esta diferencia fuera significativa. El rendimiento en la práctica tradicional del productor con monocultivo, camas con labranza convencional e incorporación de rastrojo fue de 7.8 t/ha, incrementando 0.6 t/ha al convertirlo en camas permanentes, con monocultivo y dejando rastrojo (8.4 t/ha). Sembrar 2 o 3 hileras en camas permanentes resultó en rendimientos similares, así como la fertilización con base en la recomendación del sensor GreenSeeker o remover el rastrojo (TT, CP, Dej 2H; TT, CP, Dej 2H, GS; TT, CP, Rem). Omitir el cuarto riego de auxilio resultó en un rendimiento de 8.0 t/ha en camas permanentes (TT, CP, Dej, 3R) mientras que en camas con labranza convencional se bajó a 7.5 t/ha (TT, CC, Dej, 3R), ambos en monocultivo y dejando rastrojo. El rendimiento de cártamo (figura 5) fue ligeramente mayor en rotación después de dos ciclos de trigo (TCT, CP, Dej; 2.5 t/ha), no existiendo diferencia significativa con la rotación cártamo-trigo (CT, CP, Dej; 2.3 t/ha) ambos en camas permanentes, dejando rastrojo.

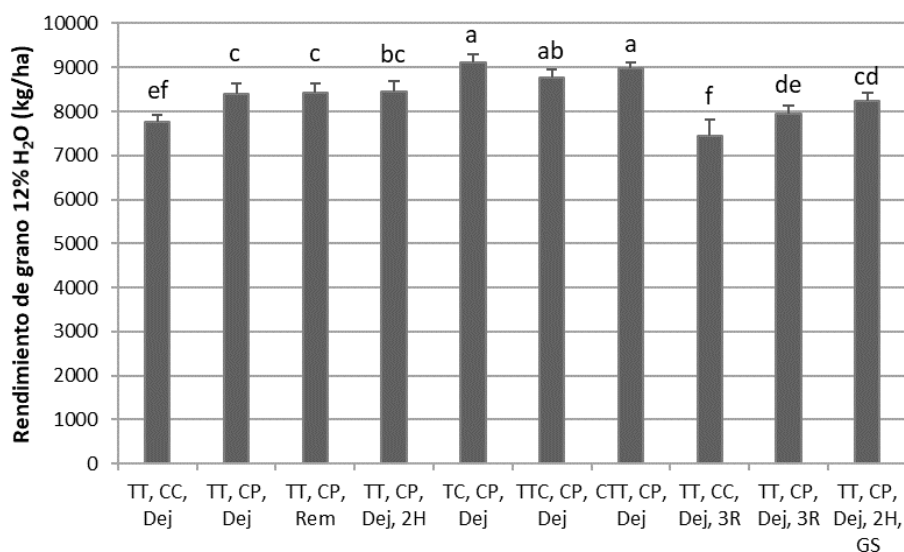


Figura 4. Resultados del rendimiento de trigo en el ciclo 2018/19 de la plataforma Cajeme II del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Abreviaciones: T=trigo, C=cártamo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Rem= remover todo el rastrojo; 3R= 3 riegos de auxilio, 2H= Siembra a 2 hileras y GS= Sensor GreenSeeker.

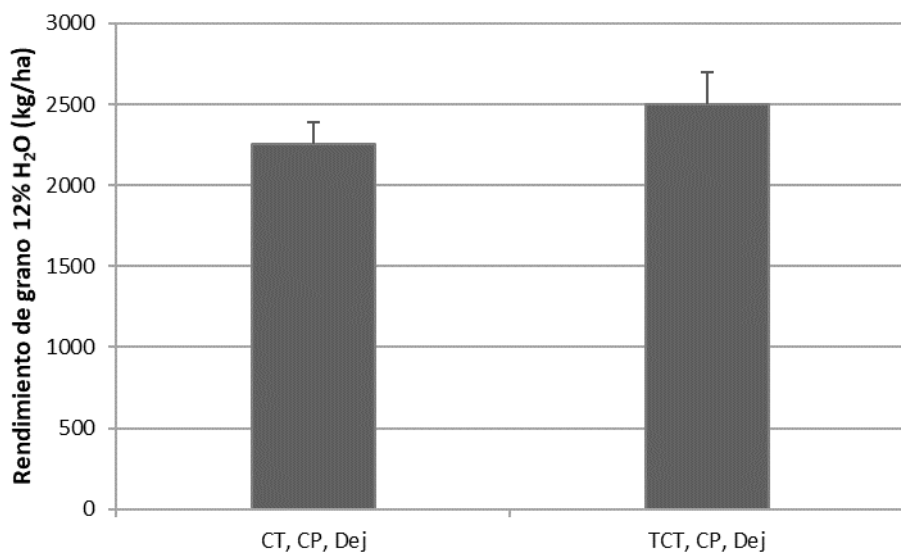


Figura 5. Resultados del rendimiento de cártamo en el ciclo 2018/19 de la plataforma Cajeme II del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Las barras de error representan los errores estándares de los promedios. Abreviaciones: T=trigo, C=cártamo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo.

**Rendimientos de la plataforma Cajeme II a lo largo de cinco años**

Para el análisis de rendimiento de trigo a lo largo de los años, se omitió el primer ciclo (2014-2015), aunque si se presenta en las gráficas (figuras 6-7). En este primer ciclo, todos los tratamientos se

sembraron después de trigo del cual se dejó el rastrojo, pero si se utilizaron camas permanentes y camas con labranza convencional según el cuadro de tratamientos. En el primer ciclo, no hubo efecto significativo de tratamiento y el rendimiento promedio de trigo fue bajo (5.1 t/ha), debido a la falta de horas frío. Los mayores rendimientos de trigo (promedio de 8.5 t/ha; figura 6) son obtenidos sembrado después de cártamo, sea en rotación anual o en el primer año después de cártamo, en rotación de tres años (TC, CP, Dej y TTC, CP, Dej), sin haber diferencia significativa con los tratamientos de trigo en segundo año después de cártamo y monocultivo de trigo sembrado a dos hileras en camas permanentes (promedio de 8.2 t/ha; TCT, CP, Dej y TT, CP, Dej, 2H). Con tres riegos de auxilio, el rendimiento es significativamente más bajo que en todos los tratamientos con cuatro riegos de auxilio, 6.9 t/ha en promedio. La práctica del agricultor con labranza convencional y monocultivo (TT, CC, Dej) resultó en el rendimiento más bajo con cuatro riegos de auxilio (7.4 t/ha), significativamente más bajo que los otros tratamientos con cuatro riegos, con excepción del tratamiento con remoción de rastrojo (TT, CP, Rem, promedio de 7.7 t/ha). Para cártamo se omitieron los dos primeros años del análisis, ya que en 2014 se sembró toda el área con trigo y fue hasta el 2017 cuando se pudo observar el efecto de la rotación de dos o tres años. Hay una tendencia hacia un rendimiento ligeramente más alto (0.3 t/ha) cuando es cártamo después de dos años de trigo (CTT, CP, Dej) en comparación con rotación anual (CT, CP, Dej), pero la diferencia no es significativa (figura 7).

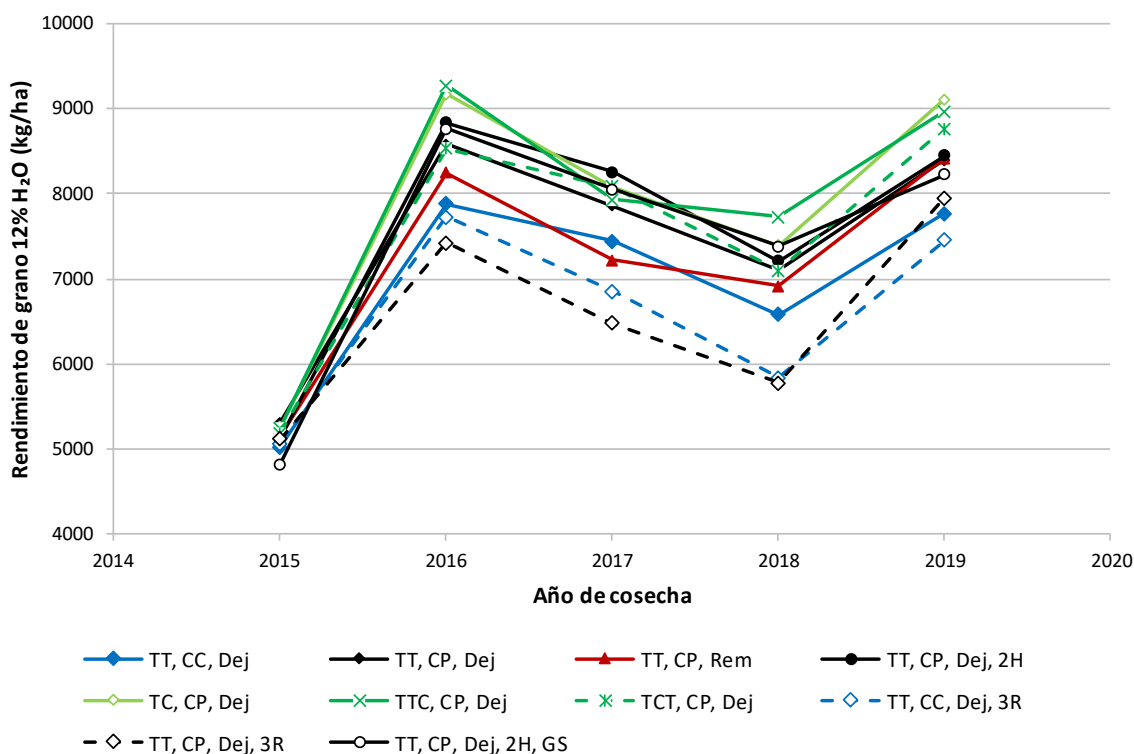


Figura 6. Resultados del rendimiento de trigo a través de los ciclos 2015 al 2019 de la plataforma Cajeme II del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Abreviaciones: T=trigo, C=cártamo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo, Rem= remover todo el rastrojo; 3R= 3 riegos de auxilio, 2H= Siembra a 2 hileras y GS= Sensor GreenSeeker. Escala en eje Y inicia en 4000 kg/ha

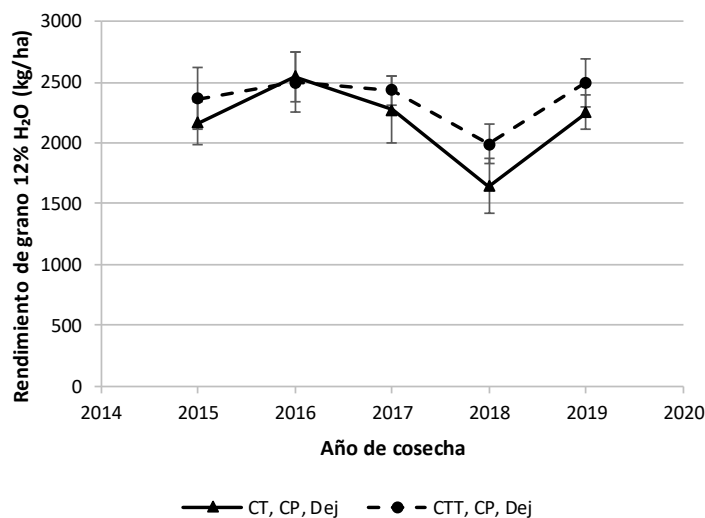
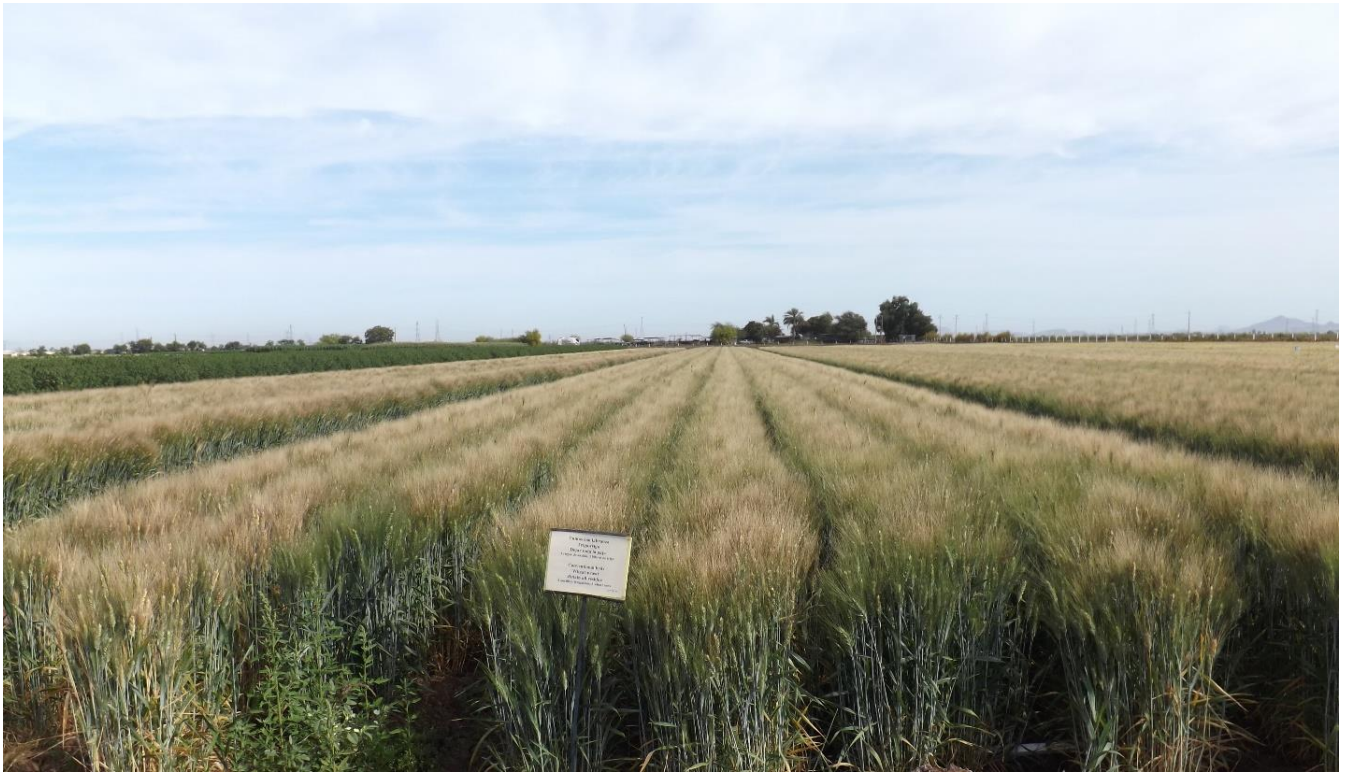


Figura 7. Resultados del rendimiento de cártamo a través de los ciclos 2015 al 2019 de la plataforma Cajeme II del Hub Pacífico Norte en Cd. Obregón, Sonora. Abreviaciones: T=trigo, C=cártamo; Practica de labranza: CC=camas con labranza convencional, CP= camas permanentes; Manejo de rastrojo: Dej= dejar todo el rastrojo.

### Conclusiones

En el ciclo 2018-2019, los mejores rendimientos de trigo fueron obtenidos cuando fue sembrado después de cártamo, lo cual se ha estado observando también a través de los años (análisis de cuatro ciclos). Los arreglos topológicos de 2 o 3 hileras en camas permanentes resultaron con rendimientos similares, así como la fertilización con base en la recomendación del sensor GreenSeeker. Remover el rastrojo no ha bajado el rendimiento promedio de trigo, aunque hay una tendencia hacia rendimientos más bajos en ciertos ciclos, entonces hay que monitorear este tratamiento para ver si se degrada el suelo y se baja el rendimiento en años consecutivos. Un cuarto riego de auxilio aumentó en promedio el rendimiento de trigo en labranza convencional con 0.5 t/ha, mientras en camas permanentes con monocultivo lo aumentó con 1.0 t/ha. Respecto al cultivo de cártamo, vemos una ligera tendencia a ser mayor su rendimiento cuando es sembrado después de dos ciclos de trigo en comparación con rotación anual, sin embargo, se necesitan más años de datos para poder confirmar esta tendencia.



Trigo madurando en la plataforma Cajeme II, Sonora, ciclo OI 2018-2019.

## **Culiacán, Sinaloa – Ciclo OI 2018-2019 - Año dos**

Jesús Ignacio Madueño Martínez, Flavio Bojórquez Jacobo, David Martínez Mendoza y Carlos López Villapudua

Universidad Autónoma de Sinaloa-Facultad de Agronomía

### **Introducción**

La plataforma Culiacán se encuentra ubicada en los terrenos agrícolas de la Facultad de Agronomía de la UAS, se estableció en el ciclo agrícola OI 2017-2018 iniciando con año 1. El presente proyecto es considerado como año 2 y la implementación del experimento principal en donde se evaluó el rendimiento y calidad de 12 materiales amarillos de maíz. Así mismo se estableció un ensayo de validación del sensor GreenSeeker para optimizar el uso de fertilizantes nitrogenados, en donde se contó con una franja rica en N, una franja productor y una franja sensor, asimismo se estableció un ensayo de dosis crecientes de N.

En lo general el estado de Sinaloa, se siembran alrededor de 480,000 has de maíz blanco y en lo particular en el Valle de Culiacán aproximadamente 65,000 hectáreas, siendo en su mayoría la producción de maíz blanco, en donde se aplican sistemas intensivos de siembra convencional con muy altos costos de producción y una rentabilidad reducida, así como también un uso irracional de la fertilización nitrogenada que supera las 400 unidades de nitrógeno.

Con la implementación de estos ensayos se pretende en primer lugar evaluar el potencial de rendimiento y calidad de los híbridos amarillos de maíz que podrían ser fuente principal de materia prima para la industria, mientras que en el ensayo de validación se buscan las alternativas sustentables de reducir el uso irracional de nitrógeno en la producción de maíz.

### ***Resumen de la historia de la plataforma***

La plataforma Culiacán se estableció en el ciclo agrícola OI 2017/2018 se encuentra ubicada en los terrenos de la Facultad de Agronomía de la UAS Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, Culiacán, Sin. N: 24°37'21.46" W: 107° 26'27.37" a una altitud de 21 msnm. Para el establecimiento de esta plataforma se procedió a realizar una preparación del terreno bajo un sistema de agricultura de conservación y remarcado de camas de siembra, para el control de malezas se realizaron aplicaciones de herbicidas.

### **Materiales y métodos**

#### ***Evaluación de híbridos amarillos***

Se evaluaron 12 híbridos de maíz amarillo principalmente de empresas semilleras nacionales. REGA STY, NA 731, NA 733, NA 734, H384 A, Artillero, Temis, Titan, XR 35 A, P 32T83, P 3124 y Alazan (cuadro 1).

Cuadro 1. Materiales híbridos utilizados en plataforma.

	<b>Material</b>	<b>Compania</b>
1	REGA STY	Semillas REGA
2	NA 731	Semillas Novasem
3	NA 733	Híbridos Novasem
4	NA 734	Semillas Novasem
5	H 384 A	Semillas Iyadilpro
6	ARTILLERO	Semillas IYadilpro
7	TEMIS	Semillas Unisem
8	TITAN	Semillas Unisem
9	XR 35 A	Semillas Ceres
10	P 32T83	Semillas Pioneer
11	P 3124	Semillas Pioneer
12	ALAZAN	Semillas RICA

### ***Ensayo de validación sensor greenseeker***

En este ensayo de validación del sensor greenseeker se establecieron 12 surcos en cada una de las franjas. La franja productor se fertilizó con N con un total de 400 unidades (200 en presiembra y 200 en etapa V6), la franja rica se fertilizó con un total de N de 400 U (300 U en presiembra y 100 U en V6) y la franja sensor se fertilizó en presiembra con 75 UN y en etapa V6 se fertilizó con 50 UN haciendo una dosis total de 125 UN. A continuación, se presentan los tratamientos y sus respectivas dosis crecientes de N utilizadas en el ensayo de calibración.

<b>Tratamiento</b>	<b>Base franja sensor (kgN/ha)</b>	<b>Dosis al primer auxilio</b>	<b>Dosis total de kgN/ha</b>
<b>1</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>75</b>
<b>2</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>145</b>
<b>3</b>	<b>75</b>	<b>140</b>	<b>215</b>
<b>4</b>	<b>75</b>	<b>210</b>	<b>285</b>
<b>5</b>	<b>75</b>	<b>280</b>	<b>355</b>
<b>6</b>	<b>75</b>	<b>350</b>	<b>425</b>

### ***Resumen del ciclo del reporte***

La siembra de los ensayos se realizó el 08 de enero de 2019, fecha relativamente tarde para el cultivo de maíz principalmente de los maíces amarillos, cuya fecha más recomendable es el mes de noviembre. Lo anterior fue un factor que influyó en el rendimiento de los materiales evaluados. Es importante mencionar que las temperaturas durante el ciclo del cultivo, principalmente en febrero y marzo, estuvieron relativamente altas y en los meses subsecuentes, lo que originó que el ciclo se redujera aproximadamente 25 días. Con respecto a plagas la principal fue gusano cogollero para la cual se realizó una aplicación de insecticida Lorsban 480 E a dosis de 1.0 l/ha (Chlorpirifos). Otro aspecto a considerar es el problema de malezas que se presentó durante el desarrollo del cultivo, principalmente cuando este se encontraba en etapa reproductiva R3 (estado lechoso) hasta el momento de cosecha, factor que también pudo haber influido en el rendimiento de los materiales evaluados.

### **Manejo de la plataforma**

Para la implementación de los ensayos dentro de la plataforma se procedió a realizar la reformación



de camas de siembra, posteriormente se realizó el trazo de canales y desagües. El riego para germinación se realizó del 16 al 18 de noviembre de 2018. Se realizó una aplicación de herbicida Faena fuerte (glifosato) el 28 de diciembre de 2018, a una dosis de 2.5 l/ha + adherente a razón de 1 ml/l de agua. Posteriormente se realizó una escarificación o descoste y simultáneamente la aplicación de fertilizante nitrogenado a base de sulfato de amonio a razón de 250 kg/ha. La siembra se realizó el 29 de diciembre de 2017 y al día siguiente se procedió a pasar el rodado del tractor para el sellado del surco de siembra. La marca de surcos se realizó a una distancia entre ellos de 0.75 m. Se calibró la sembradora para que depositara 8 semillas por metro, obteniendo una densidad de plantas por hectárea de 106,400. Se aplicó 300 kg/ha de urea para la segunda fertilización.

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de evaluación de híbridos de maíz amarillo y el ensayo de validación donde se estableció el experimento del sensor GreenSeeker y el de dosis crecientes de nitrógeno, ambos conformaron la plataforma de investigación en Culiacán, Sinaloa.

### Ensayo principal

Se evaluaron 12 híbridos de maíz amarillo para determinar el rendimiento y calidad de los mismos, siendo el material NA 731 el que obtuvo el mayor rendimiento ajustado al 14% de humedad de 13.4 t/ha, seguido del material NA 733 el cual presentó un rendimiento de 12.5 t/ha, superando al híbrido comercial P 32T83 que se usó como control comercial (figura 1).

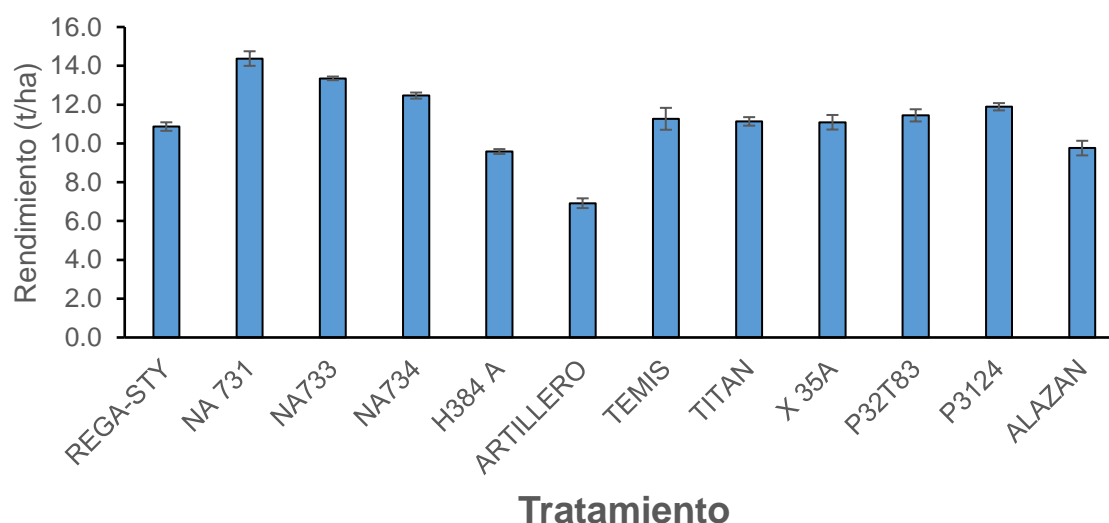


Figura 1. Rendimientos promedio ajustados al 14% de humedad de los híbridos de maíz amarillo en la plataforma de Culiacán, Sinaloa, OI 2018-2019.

### Área de validación

Se estableció un ensayo de validación del sensor GreenSeeker, donde se implementó una franja rica, franja productor y franja sensor en el cultivo de maíz, utilizando el híbrido comercial DK 4050 de la compañía Dekalb. Las franjas estuvieron conformadas por 12 surcos con separación de 0.75 m y de 105 m de longitud, a excepción de la franja del sensor, la cual contó con una longitud de 50 m, ya que en el resto se estableció un experimento con dosis crecientes de N. Los resultados de

rendimiento en cada una de las franjas nos indican que la franja productor obtuvo un rendimiento ajustado al 14% de humedad de 10.83 t/ha, mientras que la franja rica presentó un rendimiento de 10.11 t/ha y la franja sensor 8.7 t/ha, tal y como se aprecia en la figura 2.

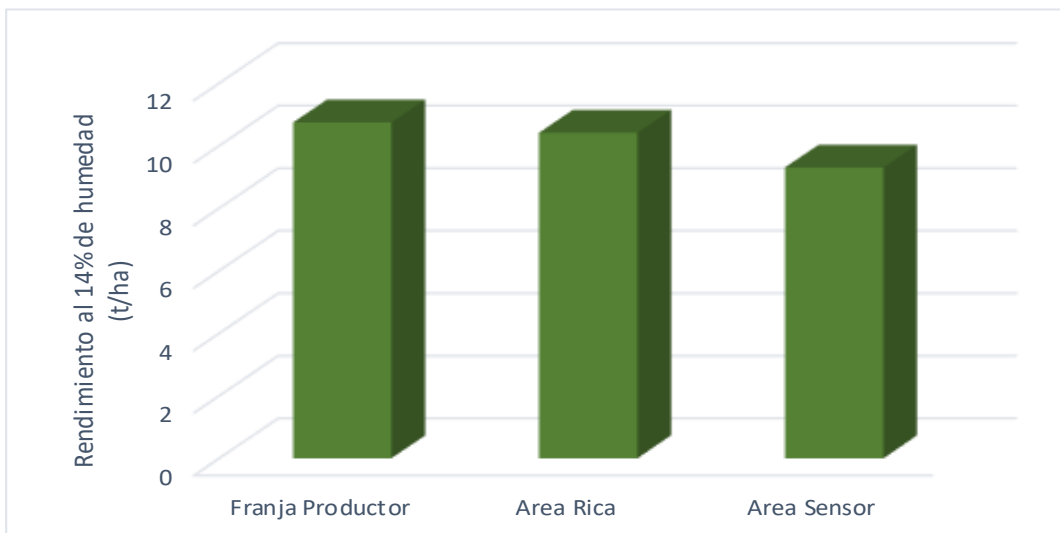


Figura 2. Rendimiento de grano al 14% de humedad en cada una de las franjas evaluadas.

#### ***Ensayo de dosis crecientes de nitrógeno***

Se estableció un ensayo de dosis crecientes de nitrógeno, donde se contemplaron 6 tratamientos, los resultados de rendimiento de grano al 14% de humedad se presentan a continuación.

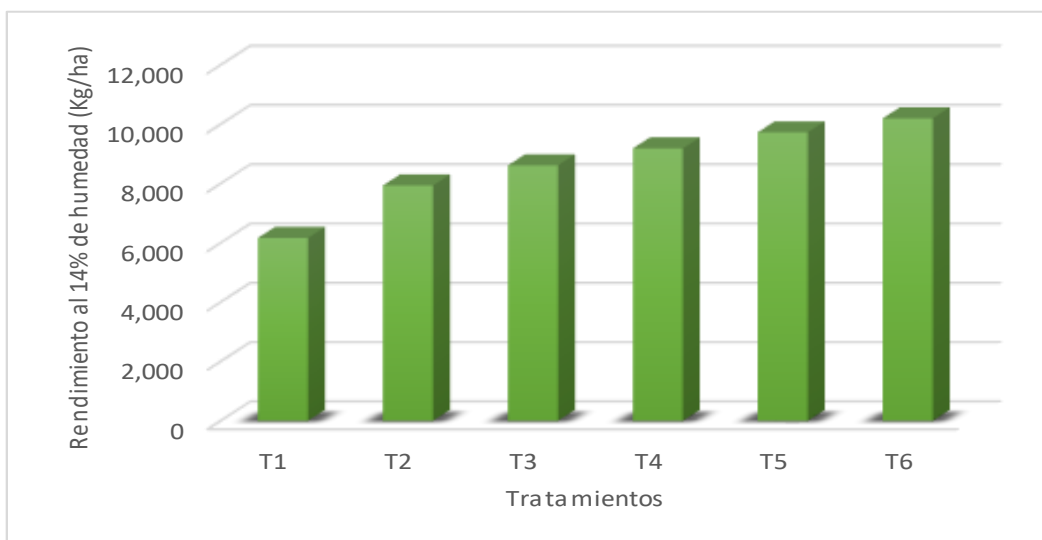


Figura 3. Rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad en ensayo dosis crecientes de N.

#### ***Resumen de capacitaciones en la plataforma***

Dentro del período de establecimiento de la plataforma de investigación se realizaron 2 eventos demostrativos en donde se invitaron a productores, técnicos de campo, extensionistas, investigadores y estudiantes. Respecto al primer evento se realizó cuando el cultivo se encontraba

en etapa reproductiva R5 (dentado) y el segundo se realizó una vez que se habían cosechado los dos ensayos y haber obtenido los rendimientos ajustados al 14% de humedad y proceder a exponerlos para su divulgación. A continuación se presentan los datos estadísticos de los asistentes a cada uno de los eventos y por categorías respectivas (tipo de participantes).

Cuadro 2. Asistentes a eventos en la plataforma de Culiacán, Sinaloa, OI2018-2019.

Participantes en eventos	Número hombres	Número mujeres
Productores	24	0
Técnicos	12	3
Otros	72	20
Total de asistentes	108	23

### Conclusiones de resultados e implicaciones para productores

Los híbridos de maíz amarillo evaluados presentan un potencial de rendimiento aceptable, sin embargo, sobresalen unos en mayor producción que otros. El uso de sensores ópticos puede ser una herramienta bastante útil para reducir las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de maíz en el Valle de Culiacán, es decir las aportaciones de N se reducirían aproximadamente entre un 20 y 30%. La implementación de un sistema de agricultura de conservación en la plataforma de investigación permitirá reducir los costos de producción, y por consiguiente un aumento en la productividad, así como también creando un precedente que permita que los productores agrícolas de esta región opten por estas nuevas alternativas de producción de maíz.



Reformación de camas en plataforma de investigación.



Trituración de los residuos de cosecha.



Aplicación de herbicida en plataforma de investigación.



Aspectos del primer evento de divulgación de trabajos en plataforma de investigación.



Presentación de avances de trabajos en plataforma de investigación.



Aspectos de la presentación de resultados en plataforma de investigación.

# Referencias

- Acosta G., J.A. Pérez H., P., Rosales S., R. 2000. Negro Otomí. Nueva variedad de frijol tipo negro para el Estado de México. Desplegable Técnico No. 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Valle de México.
- Arbués O., A. 2011. Efecto de heladas en post-floración del maíz, en la producción y calidad de la cosecha. Universidad pública de Navarra. España. p 25-29.
- Báez., P. A., F. Bahena J., J. J. Velázquez G., A. Loza P. y E. Huerta M. 2012. Efecto de la micorriza en la producción de trigo bajo labranza de conservación en El Bajío. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Folleto Técnico Núm. 12).
- Camacho-Villa, T.C., C. Almekinders, J. Hellin, T.E. Martinez-Cruz, R. Rendon-Medel, F. Guevara-Hernández. 2017. The evolution of the MasAgro hubs: responsiveness and serendipity as drivers of agricultural innovation in a dynamic and heterogeneous context. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 22:455-470.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2012. Manual de determinación de rendimiento. México, D.F. 36 p.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2013. Resistencia a la penetración, en: *Evaluating Cropping Management Practices: A Practical Guide*. México D.F.
- Famba, S. I., Loiskandl, W., Thierfelder C., Wall P. 2011. Conservation agriculture for increasing maize yield in vulnerable production systems in central Mozambique. *African Crops Science Conference Proceedings*, Vol. 10. Pp. 255-262.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1985. Insectos que dañan granos productos almacenados (en línea). Consultado el 11 de abril de 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s03.htm>.
- Flores Ortiz Miguel Angel, Gutiérrez Luna Ramon, Palomo Rodriguez Miguel, 2007, *Veza Común y Lathyrus sativus* L: Alternativas para producir forraje en Zacatecas, Folleto Científico No. 13 INIFAP
- Fonteyne, S. Verhulst, N. Coord., (2017). Red de Plataformas de Investigación MasAgro. Resultados PV2016 y OI 2016-17. Texcoco: CIMMYT.
- Fonteyne, S. Verhulst, N. Coord., (2018). Red de Plataformas de Investigación cimmyt. Resultados PV 2017 y OI 2017-18. Texcoco: CIMMYT.
- Fonteyne, S.; Gamiño, M.M.; Tejeda, A.S.; Verhulst, N. Conservation Agriculture Improves Long-term Yield

and Soil Quality in Irrigated Maize-oats Rotation. *Agronomy* 2019, 9, 1–13.

García A., E. 1998. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köopen. Libro No. 6. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.

González, L. J. J. 2017. Evaluación de técnicas de agricultura de conservación sobre el rendimiento de maíz y propiedades físicas del suelo. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 67 p.

Govaerts, B.; Sayre, K.D.; Lichter, K.; Dendooven, L.; Deckers, J. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. *Plant Soil* 2007, 291, 39–54.

ISTA. 1985. International the rules for seed testing. *Seed Sc. and tech.* 13(2) The Netherlands.

Jat, M.L., Dagar, J.C., Sapkota, T.B., Yadvinder-Singh, Govaerts, B., Ridaura, S.L., Saharawat, Y.S., Sharma, R.K., Tetarwal, J.P., Jat, R.K., Hobbs, H., Stirling, C., 2016. Climate change and agriculture: Adaptation strategies and mitigation opportunities for food security in South Asia and Latin America, in: *Advances in Agronomy*. pp. 127–235. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.005>

Manual Sistema Estándar editado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Martínez Gamiño, M.A.; Jasso Chaverría, C. Rotación maíz-avena forrajera con labranza de conservación en el altiplano de San Luis Potosí México. *Terra Latinoam.* 2005, 23, 257–263.

Micheni A; Ouma J; Kanampiu F; Mburu D and Mugai Njue. 2013. Maize- Bean farming system under conservation agricultura: assessing productivity and sustainability in Eastern Kenya. Kenya Agricultural research institute. Nairobi, Kenya. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology.

Muñoz-Perea C. G., H. Terán, R. G. Allen, J. L. Wright, D. T. Westermann, and S. P. Singh. 2007. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. *Agron. J.* 99: 1458-1462. Ramirez-Vallejo P., and J. D. Kelly. 1998.

Navarro S., J.P y Santoyo A., F.J. 2019. Comunicación personal.

Norma de Acreditación ISTA para Análisis y Muestreo de Semillas. Reglas Internacionales para Análisis de Semillas. 2019.

Nyamangara J, Nyaradzo Masvaya E, Tirivavi R, Nyengerai K, 2013, Effect of hand-hoe based conservation agriculture on soil fertility and maize yield in selected smallholder areas in Zimbabwe, *Soil and Tillage Research*, 126, 19-25



- Paredes M., R. y Mandujano B., A. 2013. Características del estado de Guanajuato. Guía para la producción de maíz, frijol, trigo y sorgo en Guanajuato. Libro técnico No. 4. Celaya, Gto. P. x-xviii.
- Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M. and Reynolds, M.P. (Eds.) (2012) Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Paudel, Madhab & Sah, Shrawan & McDonald, Andrew & Chaudhary, Narendra. (2014). Soil Organic Carbon Sequestration in Rice-Wheat System under Conservation and Conventional Agriculture in Western Chitwan, Nepal. World Journal of Agricultural Research. 2. 1-5. 10.12691/wjar-2-6A-1.
- Pérez Moreno, I., 2000. Entomología aplicada. Fundamentos teóricos del manejo integrado de plagas. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja, España.
- Pittelkow, C.M.; Linquist, B.A.; Lundy, M.E.; Liang, X.; van Groenigen, K.J.; Lee, J.; van Gestel, N.; Six, J.; Venterea, R.T.; van Kessel, C. When does no-till yield more? A global meta-analysis. F. Crop. Res. 2015, 183, 156–168.
- Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) del Estado de Jalisco
- Recha C. W; Makokha G. L; Traore P. S; Shisanya C; Lodoun T and Sako A. 2012. Determination of seasonal rainfall variability, onset and cessation in semi-arid Tharaka district, Kenya. Theoretical and Applied Climatology. 108:479-494.
- Rubio Granados, E. y B. Figueroa, S. 1989. El uso del conteo (captación de lluvia en *in situ*) en el norte del estado de Guanajuato. XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Montecillos. Edo. De México. 226p. Consultado en julio de 2019.
- Salas-González J.M., L.M. Sagarnaga-Villegas, G. Gómez-González, J.A. Leos-Rodríguez y O. Peña-Sosa. 2013. Unidades representativas de producción de cereales. Panorama económico 2009-2014. Estado de Guanajuato. Revista Mexicana de Agronegocios 33: 483-494.
- SAS Institute. 2012. SAS/STAT User's Guide software Version 9.3. Cary, N.C. USA.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>
- Singh P. S. 2006. Drought resistance in the Race dry bean landraces and cultivars. Crop Sci. 46: 2111-2120.



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); Walmart Foundation; 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.