



**PAQUETE TECNOLÓGICO DE PRODUCCIÓN
AGROECOLÓGICO PARA MAÍZ BAJO LAS
CONDICIONES DE RIEGO EN SINALOA**

**PAQUETE TECNOLÓGICO DE
PRODUCCIÓN
AGROECOLÓGICO PARA
MAÍZ BAJO LAS
CONDICIONES DE RIEGO EN
SINALOA**

PAQUETE TECNOLÓGICO DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICO PARA MAÍZ BAJO LAS CONDICIONES DE RIEGO EN SINALOA

1. Aspectos generales del cultivo.

La **producción mundial** de maíz se estima en 1,054 millones de toneladas (IGC, 2018). Siendo Estados Unidos de América, China y Brasil los principales productores con 37.2%, 21.1% y 8.3%, respectivamente; México aporta alrededor de un 2.2% de la producción mundial (unas 21 millones de toneladas).

Sinaloa es el primer productor nacional de este cereal, se cultivan más de 500,000 ha en el ciclo otoño-invierno, con volúmenes de producción de alrededor de 550mil toneladas de maíz grano.

El maíz (*Zea mays* L.) fue domesticado en Mesoamérica para convertirlo en alimento hace unos 6,250 años. Se acepta que **México es centro mundial de origen** de este recurso fitogenético en donde se halla ampliamente diversificado por la práctica de mejora continua a manos de 62 etnias autóctonas, cuya ubicación geográfica correlaciona con la del las 59 razas¹ de maíz hoy descritas.

Es una planta de enorme plasticidad genética, pudiéndose diseñar su presentación, estructura, sabor, color, calidad, morfología y adaptación a medio.

Zea mays L., es una monocotiledónea de la **familia Poaceae**, tribu *Maydeae* (género *Zea* y *Tripsacum*). El género *Zea* cuenta además con otras 4 especies conocidas como Teocintles (*Z. mexicana*, *Z. luxurians*, *Z. diploperennis* y *Z. perennis*) (CONABIO, 2008).

¹Raza, población dentro de la misma especie que se diferencia por sus características morfológicas pero no al grado de considerarse otra diferente, que puede reproducirse continuamente y resultan del conocimiento y del trabajo las comunidades que habitan en cada región.

La planta de maíz es de **ciclo anual**, con desarrollo vigoroso, raíz fasciculada, de un solo tallo dominante, hojas alternas en ambos lados de éste, largas, lanceoladas, paralelinervas, pubescentes en el haz y glabras en el envés. El tallo es cilíndrico, formado por nudos y entrenudos.

Sus estructuras reproductivas se diferencian y separan en el mismo tallo, la masculina (panoja o espiga) hacia la parte terminal y la femenina (jilote) entre la mitad y los dos tercios del mismo (es una planta *monoica*). En ambas estructuras, al inicio de la etapa reproductiva ocurre una meiosis² como parte del proceso de formación de granos de polen en la espiga y de óvulos en el ovario, llamado gametogénesis³.

La floración, que involucra diseminación de polen y aparición de estigmas, es el periodo más crítico en la determinación del crecimiento final; durante ella, eventos como alta temperatura, sequía, daño por insectos o patógenos, impactan fuertemente

al rendimiento final.

Los granos de polen, producidos en las anteras, se diseminan alrededor de 3 días antes de la aparición de estigmas y continúa alrededor de 5 a 8 días más. La fecundación es halogámica, se auto fecunda menos de 5% de la población dado que las hojas por arriba de jilote representan una barrera física.

El maíz se cultiva en diversas regiones agroecológicas, en altitudes que van de 0 hasta 4 000 msnm, desde el ecuador hasta altas latitudes en ambos hemisferios, con precipitaciones de menos de 400 mm hasta 3,000 mm, en suelos y climas muy variables. Requiere de una temperaturas de 25 a 30 °C para un buen desarrollo.

²Meiosis, división celular en que se producen células con un solo juego de cromosomas (*haploides*=*n*). Cromosomas, filamentos de cromatina similares a hilos que contienen miles de genes. Cromatina, sustancia por ADN y proteínas llamadas histonas que empaqueta y protege el ADN.

³Gametogénesis, proceso de formación de células sexuales o gametos; en plantas llamada microesporogénesis para formación de granos de polen, macroesporogénesis para formación de óvulos.

Es una planta de fotoperiodo corto o neutro, muy exigente en radiación solar (metabolismo C4); en climas húmedos y con frecuente nubosidad disminuye su rendimiento. La semilla germina entre los 20 y 30 °C. Requiere de una precipitación mínima de 500 mm y máxima de 1500 mm.

Se adapta perfectamente a las condiciones climáticas de Sinaloa, siendo el ciclo más representativo durante otoño-invierno en tierras de riego de la planicie costera, donde son comunes rendimientos del orden de las 10 a las 14 t/ha.

2. **El rendimiento potencial y las prácticas de cultivo.**

Para Sinaloa el potencial de rendimiento es del orden de las 16 a 17 t/ha, no obstante los rendimientos más representativos están alrededor de las 12 t/ha. Para todo cultivo el potencial de rendimiento lo definen una adecuada combinación de variedad (precocidad, productividad, tolerancias, sanidad), la expresión del clima (radiación, humedad, precipitación) y prácticas de manejo, a partir de un claro entendimiento de los procesos fisiológicos del cultivo. Durante el ciclo de cultivo, factores como abasto de agua y nutrición nitrogenada son factores que recurrentemente limitan el rendimiento; otros como insectos plaga, competencia con "malezas" y enfermedades lo reducen.

A decir de Earl (2015), son 9 los principios fisiológicos fundamentales que determinan el alto rendimiento (cit textual):

a) El potencial genético casi nunca limita la producción, b) Las verdaderas causas de grandes variaciones de rendimiento son con frecuencia desconocidas, c) La población de plantas o dosel vegetal es más importante que las plantas individuales, d) La acumulación de biomasa (materia seca) está determinada principalmente por la radiación, e) Lo más importante es la interceptación de radiación no el área de la hoja, f) La etapa crítica de desarrollo de todo cultivo es aquella en que se determina el componente de rendimiento más variable, g) "La sequía no lesiona al cultivo, lo priva de alimentarse".

Las actividades típicas en el sistema de producción de maíz de grano para Sinaloa bajo condiciones de riego se describen brevemente a continuación:

Preparación de suelo.

Se soporta en la labranza convencional donde las operaciones se basan en la inversión del suelo, habiendo una diferenciación de actividades en suelos de barrial con respecto a los suelos de aluvión.

La preparación del terreno para siembra en suelos de barrial se hacen 2-3 pasos de rastra consecutivos, barbecho (o subsoleo), un nuevo rastreo, marcado de surcos y fertilización de fondo (fertilizantes sintéticos), trazo de canales y/o bordos, riego de pre siembra "por trasporo", borrado de canales, escarificación.

La preparación del terreno para siembra en terrenos de aluvión consiste de 2-3 pasos de rastra, barbecho (eventualmente subsoleo), un nuevo rastreo, trazo de canales y/o bordos, riego de pre siembra "por inundación" y borrado de canales.

Selección de variedades.

Prácticamente la totalidad de las siembras de otoño-invierno en la planicie costera de Sinaloa se realiza bajo riego y con materiales genéticos híbridos (son producto de la cruce de líneas con características deseables) en los que se busca expresen mejoras de rendimiento y calidad de grano, tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación a condiciones de estrés abiótico (rusticidad), precocidad, etc. Algunos puntos a considerar en la selección de un híbrido son: a) Las referencias de la empresa semillera, b) Procurar la asistencia

a eventos de campo en que se muestran comportamiento de híbridos en el mercado de la región, c) Buscar referencias con productores, d) Revisar datos comparativos de rendimiento (considerando el ajustes por humedad, ciclos y localidades evaluadas, así como costos de producción) (Delgado, 2017).

En Fundación Produce Sinaloa año con año se valida el comportamiento para los principales híbridos del mercado para Sinaloa, como se muestra a continuación:

Fecha de siembra: 13/12/2017

Lote: Campo Experimental Zona Industrial AARSP, Gu

Fecha de trilla: 19/06/2018

Cultivo: Maíz Blanco

Marca (metros): 0.75

Ejido: Los Angeles del Triunfo, Guasave

Híbrido	Empresa	Porcentaje de Humedad	Kilogramo por hectárea	Kilogramo por hectárea al 14 % de humedad
TESTIGO 1 N1R05	NOVASEM	11.7	10074	10343
P3258W	PIONEER	13.9	11083	11096
VIKINGO	ASPROS	15.4	9676	9518
PERCHERON	TX-GENETIC	15.5	9676	9507
C-8025	CIMAIZ	14.5	9574	9518
9105	CROPLAN	14.6	10093	10022
HP-7111	DP-SEED	15.0	8519	8419
P-3090W	PIONEER	13.7	12620	12664
C-16	ZARCO	15.5	7811	7675
TROYANO	ASPROS	15.8	10770	10545
XR-60	CERES	13.6	9774	9819
TESTIGO 2 N1R05	NOVASEM	13.7	12312	12355
ARABE	TX-GENETIC	14.3	10496	10460
DK-4050	DEKALB	13.8	11798	11826
NOV203	NOVASEM	14.4	11059	11008
P3140W	PIONEER	13.6	10868	10919
CR1611	CROPLAN	14.4	10503	10455
C-8031	CIMAIZ	14.5	11241	11176
P3289W	PIONEER	14.1	11942	11928
HP-755	HP SEED	14.1	9242	9232
CR1609	CROPLAN	14.6	10417	10344
N2303	NOVASEM	12.3	12733	12985
ARMADILLO	ASGROW	14.3	14383	14333
HP-7906	HP SEED	14.4	8583	8543
TESTIGO 3 N1R05	NOVASEM	12.2	12425	126850

Siembra.

Entre el 15 de noviembre y el 31 de diciembre es el periodo en que se alcanzan los mejores rendimientos para Sinaloa.

En suelos de barrial (arcillosos) se siembra en seco y húmedo, sobre el lomo del surco o al fondo del mismo; en suelos de aluvión en plano y a tierra venida (humedad a punto después de un riego).

Aunque existen siembras en camas a doble hilera, la práctica generalizada de la siembra se realiza en surcos de 75 a 80 cm, depositando 7-8 semillas por m lineal para un total alrededor de 100,000 semillas por hectárea (p.ej. con 8 semilla/m lineal a distancia entre surcos de 80 cm se genera una densidad de 100,000 semillas/ha).

Entre los tratamientos a la semilla, la práctica generalizada es la aplicación de productos insecticidas de síntesis química como Thiodicarb (Semevin) o Clotianidina (Poncho), entre otros; acompañados de algún fungicida de contacto.

Riegos.

La intensidad de riego y la frecuencia del mismo están influenciadas por la fecha de siembra. Después del riego de pre siembra se realiza un primer riego (de asiento) con una lámina aproximada de 20 cm, y una serie de riegos de auxilio (hasta 4) con láminas del orden de los 15 cm en torno a los 35 días (556°GDD), a los 65 (700°GDD), a los 87 días en hoja bandera (907°GDD) y un último a 110 días con grano lechoso-masoso (1145°DDS).

Control de malezas.

Se soporta en aplicaciones pre-emergentes de herbicidas selectivos como atrazina o alaclor. Incluso con mucha frecuencia se realizan aplicaciones pre siembra de glifosato. En tratamientos post emergentes se llega a utilizar dicamba, dimetilamina, atrazina, etc.

Plagas principales en Sinaloa.

Gallina ciega (*Phyllophagaspp*). Los adultos son escarabajos grandes, café claro a oscuros, de 1.5 a 2 cm de longitud (según sea la especie), aparecen a fines de mayo y principios de junio. Produce huevos más o menos esféricos, blanco aperlados, que eclosionan de 2 a 3 semanas después de ovipositados (Según especie).

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). El adulto es una palomilla color gris oscuro de 2-3 cm y manchas blancas en forma de alfa. Oviposita en el envés de las hojas (huevos de color blanco verdoso, rosado), en grupos de más de 50, cubriéndolos con una fibra blanca. La larva es un gusano, de verde oscuro a café con 3 líneas longitudinales claras, cuatro puntos oscuros en la parte posterior y una distintiva "Y" invertida en la cabeza de color claro, y son caníbales. La pupa es café oscuro, se deposita en el suelo dentro de un cocó.

Los daños al cultivo los ocasionan los estados larvarios atacando las partes tiernas, siendo críticos los primeros 40 días de desarrollo vegetativo, pasados los 60 días la planta es menos susceptible al daño. También tienen hábitos trozadores o eloterros.

Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*). El adulto es una palomilla de 2.5cm de largo y 3-5 cm de alas extendidas, es de color café grisáceo con manchas color claro. El huevo recién puesto es blanco y luego cambia a color oscuro. La larva es café grisáceo cuando pequeña, cambiando a negro brillante cuando crece, tiene una sutura craneal en forma de "V" invertida, se entierra cerca de la planta atacada y tiene hábitos nocturnos; éstas trozan completamente el tallo de la planta justo al nivel del cuello y puede extenderse a grandes áreas.

Gusano elotero (*Heliothis zea*). Son larvas de color verde, rosa o casi negro, tienen pelos muy evidentes. Se alimentan parcialmente del follaje, de estigmas y de granos.

3. Innovaciones en el enfoque de manejo.

Es cada vez más evidente una clara y constante necesidad de incrementar la productividad del maíz, con una imperiosa necesidad de reducir el impacto negativo en los agroecosistemas donde se desarrolla su cultivo. Si bien la producción mundial de maíz tiende a la alza (unos 1,050 millones de toneladas en 2017), son evidentes factores limitantes: agua, clima, degradación del patrimonio suelo y falta de conocimiento "de frontera" en temas de genética, fisiología, nutrición de maíz y su relación con ciclos biogeoquímicos y climáticos.

En México, centro de origen del maíz, existen evidencias arqueológicas del conocimiento profundo de esta planta y su entorno de cultivo, donde incluso se hace referencia a plantas con múltiples mazorcas (Mural del Templo Rojo de Cacaxtla, Tlaxcala, año 500 D.C.)

El sistema milpa, herencia maya, muestra su conocimiento profundo que les permitió aprovechar la interacción positiva entre distintas especies. La calabaza tiene la propiedad de solubilizar minerales primarios y hacerlos disponibles, el frijol tiene la habilidad de capturar N atmosférico.

Son varios los expertos que actualmente trabajan en la mejora de la productividad del cultivo de maíz que coinciden en el aprendizaje de un manejo adecuado de la rizósfera y en la implementación de una serie de prácticas agronómicas de

manejo del recurso suelo que buscan imitar los procesos naturales que en él suceden. Entendido el suelo como "Patrimonio Clave Por Conservar" bajo el concepto de manejo sustentable.

Manejo de la rizósfera como factor para una alta productividad.

Es indispensable entender la dinámica de funcionamiento de este espacio de interacción de la raíz con los minerales, microorganismos, patógenos y benéficos, conocido como RIZOSFERA, toda vez que su funcionamiento impacta entre 60 y 70 % de la cosecha.

La raíz libera exudados para comunicarse con la M.O. y los microorganismos del suelo en un proceso de continua retroalimentación. Exudados como ácido málico, ácido cítrico que sirven para mandar señales a las bacterias y otros organismos vivos para establecer interacciones de beneficio mutuo.

En el complejo rizosférico se va a conjuntar una gran dinámica de desarrollo de microorganismos, gran movimiento de elementos que se oxidan y se reducen (donde Fe, Si, Zn, Mn son fundamentales).

Por su parte, los microorganismos interaccionan también con la materia orgánica que es una gran fuente proveedora de energía (electrones) para el funcionamiento de la planta.

La convivencia raíz-biota-minerales del suelo genera el sistema rizosférico, en su conjunto ayudan a captar oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno y agua, además de que en él ocurren procesos de mineralización.

El espacio de interacción raíz-biota-minerales del suelo que integra la rizósfera está en equilibrio, habiendo interacción planta-micorriza en las que se apoya la disolución y transporte de fósforo. Espacio de interacción en que debe haber materia orgánica y microorganismos, pero también es fundamental el oxígeno para su funcionamiento.

En suma, en la rizósfera se tiene mucha actividad de la fisiología de intercambio. La dinámica de la rizósfera va a permitir que la planta crezca y que tenga también tolerancia al estrés abiótico. El manejo adecuado de la rizósfera implica el manejo de tres elementos fundamentales: MATERIA ORGÁNICA, MICROORGANISMOS Y MINERALES.

El aporte de materia orgánica (M.O.) al suelo.

El aporte de M.O. nunca será excesivo. El uso de materia orgánica (M.O.) originalmente fue como forma de aporte de nutrientes, se le dio menos importancia cuando aparecen fertilizantes químicos, recientemente se retoma su uso por la mejora sustancial en las propiedades del suelo. Aunque sí aporta nutrimentos, el efecto benéfico mayor es en la mejora en una serie de propiedades del mismo.

El potencial productivo de un suelo es el resultado de sus propiedades físicas, químicas, biológicas (actividad de microorganismos) y del uso de agua y nutrientes (en cantidad, calidad y oportunidad). La actividad de microorganismos biológicos (incluidos los adicionados), requiere del carbono de la M.O. para poderse reproducirse.

La materia orgánica (M.O.) es una mezcla heterogénea de

compuestos orgánicos con diferentes propiedades. Son fuentes de ella estiércoles, lombricomposta, residuos de cultivo crudos (zocas) o composteados (si hay riesgo de presencia de enfermedades en ellos).

La fuente de M.O. más barata la constituyen las zocas o residuos de cosecha. LA QUEMA DE RESIDUOS DESTRUYE LA M.O. DEL SUELO, ES UNA PRÁCTICA A LA QUE POR NINGÚN MOTIVO SE DEBE RECURRIR.

La transformación de materia orgánica en el suelo parte de tejido vegetal y/o animal (residuos de cosechas, podas, estiércoles), que por la acción de microorganismos (composteo) lleva a una primera etapa de formación de MO (liberación de nutrientes, N, P, K, etc.) y, finalmente la formación de sustancias húmicas, que son una materia orgánica altamente estabilizada (la tasa de mineralización es mucho mayor en un material fresco que en uno humificado). La tasa de liberación de N del humus (más estable) es de 1 a 2 %, en residuos de cultivo es de 30 a 40%.

El **uso de abonos orgánicos** es una actividad clave en la mejora del rendimiento en el cultivo de maíz. Como se adelantaba, tiene una fuerte influencia sobre la capacidad productiva del suelo, toda vez que afecta distintas propiedades del mismo.

En lo que se refiere a sus propiedades físicas, la M.O.: a) Mejora estabilidad de los agregados, infiltración de agua y aireación, b) Incrementa capacidad de retención de humedad, c) Mejora la estructura de suelos arcillosos, d) Facilita el laboreo del suelo, e) A medida que se incrementa M.O, se reduce la densidad aparente del suelo, f) Incrementa la oxigenación del suelo, g)

Reduce la resistencia de suelo a penetración radicular (a más M.O., mayor penetración radicular).

En término de la mejora de propiedades químicas, la M.O.: a) Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC), b) Aporta nutrientes, N, P, K, etc., c) Mejora retención de cationes como Ca, Mg y K, d) Aumenta la capacidad de amortiguamiento a cambios de pH del suelo (capacidad buffer), f) Hace más disponibles los nutrientes.

Finalmente, la recuperación y permanencia de la diversidad de microorganismos que dan vida al suelo en la compleja interacción con la raíz de la planta y los minerales del suelo, requiere de M.O. como materia prima para su reproducción.

Los microorganismos en primera instancia degradan la M.O. liberando una gran cantidad de enzimas (proteasas, amilasas, etc.) y posteriormente actúan sobre la disolución del suelo cuando mucho 1 ton durante el ciclo agrícola, lo que aporta una cantidad suficiente de nutrimentos para hacer que el cultivo desarrolle apropiadamente. El humus, que es la parte final de la descomposición de la materia orgánica, también participa en la disolución de minerales primarios del suelo

Utilización de abonos orgánicos en campo.

Para iniciar con el proceso de aplicación y validación en campo en el cultivo de maíz, se inicia con un programa de manejo integrado que incluye la aplicación de productos orgánicos líquidos y sólidos.

Como primera etapa se inició con la aplicación de abonos sólidos tanto fermentados (Bocashi) como compostas tradicionales de manera complementaria a la fertilización

de fondo. Buscando con ello, entre otros beneficios como los anteriormente expuestos, incrementar las poblaciones de microorganismos benéficos en el suelo y sobretodo en el área de la raíz del cultivo; estos microorganismos proveen de nutrientes y protección contra otros patógenos nocivos como fusarium y algunos otros hongos que afectan a este cultivo.

Además de la aplicación de abono sólido al suelo, se aplicaron abonos líquidos por vía foliar (lixiviados de lombriz y biol) como complementos a la nutrición, lo que favoreció un crecimiento más equilibrado.

Se lograron plantas con gran fuerza durante la emergencia (*Imagen 1*), obteniendo líneas de germinación muy homogéneas, siendo evidente un desarrollo inicial uniforme (*Imágenes 2 y 3*) y buen vigor durante todo el desarrollo vegetativo (tallos fuertes y gruesos que son un indicador muy confiable de calidad y cantidad de grano producido).



Imagen 1. Emergencia de plantas de maíz con la aplicación de abonos sólidos.



Imagen 2. Desarrollo vegetativo inicial de plantas de maíz en suelo de aluvión con la aplicación de abonos sólido y líquidos.



Imagen 3. Desarrollo vegetativo inicial de plantas de maíz en suelo barrial con la aplicación de abonos sólido y líquidos.

Descripción de las actividades agronómicas

Paquete tecnológico Agroecológico:

Orden	Actividad	Descripción	Costo/ha ⁻¹	Fecha
1	Control de malezas	Se aplico herbicida (glifosato 30.34% LS) en una dosis de 2.5 litros/ha con un costo de \$80.00/litro de herbicida y se aplico con una aspersora de tractor con un costo de aplicación de \$350.00/ha ⁻¹	\$530.00	03/12/2017
2	Rastreo	Se realizaron dos pasos de rastra, uno se realizo cruzado al anterior para desmenuzar bien el suelo y así realizar una buena cama de siembra.	\$800.00	05/12/2017
3	Análisis de fertilidad del suelo	Se tomaron 10 muestras en zig-zag, posteriormente se homogenizo para obtener una muestra de 500grs y se llevo a laboratorio. El costo del análisis de fertilidad fue de \$1050.00 /10ha ⁻¹	\$105.00	05/12/2017
4	Marca de surco y fertilización de pre siembra.	La marca de surco se realizo con una fertilizadora y se aplico 400 kilogramos de triple 17/ha ⁻¹ (con un costo de de \$9000.00/ton) con un costo de \$3,600.00 mas la aplicación de \$350.00/ha ⁻¹ paralelo a esta actividad se marco los surcos.	\$3,950.00	05/12/2017
5	Marca de canales para riego	La marca de canales se realizo con una canalera para dar el riego de pre siembra	\$350.00	09/12/2017

6	Riego de pre siembra	Se realizo el riego con el método de gravedad, la lamina de agua aplicada fue de 20c, la cuota del agua de \$1,500.00/ha ⁻¹ y se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$2,000.00	09/12/2017
7	Borrado de canales	Cuando el suelo permitió el paso de la maquinaria, se borraron los canales de riego para dar paso de la maquinaria y continuar con los labores de siembra.	\$350.00	15/12/2017
8	Rastreo	Se dio un paso de rastra para eliminar malezas y desmenuzar bien el suelo y así realizar la siembra.	\$400.00	13/12/2017
9	Tratamiento de semilla	Minutos antes de la siembra se trato con un mejorador biológico (Micorrizas) en una dosis de 250grs por cada 100kg de semilla utilizando 500ml de agua aspergada y una pala para voltear la semilla y así se impregnara esto se realizó sobre una lona. Este tratamiento es para estimular el desarrollo del sistema radicular de la planta. Aunque la semilla estaba tratada con vitavax 200FF + Actellic 50CE. + Rodamina	\$500.00	15/12/2017

10	siembra	Se realizo la siembra en plano con una sembradora de precisión, en surcos de 80cm de separación depositando 9 semillas por metro lineal, del hibrido de maíz H-377 de la compañía semillas Milpal SPR de RL. Dándonos una densidad de población de 112,500 semillas/ha ⁻¹ con un costo por saco de \$2,200.00 de 60 mil semillas por saco del cual se requirieron dos sumando 120 mil semillas, el costo de sembrar fue de \$400.00/ha ⁻¹	\$4,800.00	15/12/2017
11	Control de plagas	Se realizo el control de plagas del gusano cogollero con una presencia de 25% por lo que se aplico en la etapa V4 (cuarta hoja bien desarrollada) desarrollo inicial. Obteniendo un control del 90%. Aplicando pirethor con un costo de \$700.00/litro con una dosis de 0.5litro/ha ⁻¹ mas la aplicación con una aspersora (\$350.00/ha ⁻¹)	\$700.00	12-ene-18
12	Fertilización y formación de surcos.	Se realizo el cultivo y abierta de surco y al mismo tiempo se aplico la segunda fertilización con 100 unidades de nitrógeno (222 kg de urea con un costo de \$1776.00 [costo por tonela de urea \$8000.00] más la aplicación \$350.00	\$2,126.00	29/01/2018
13	Marca de canales de riego	La marca de canales se realizo con una canalera esto se realizo para dar el primer riego de auxilio.	\$350.00	02/02/2018

14	Primer riego de auxilio y fertilización	Se dio el primer riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. Se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	02/02/2018
15	segundo riego de auxilio y fertilización	Se dio el segundo riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. Se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	08/03/2018
16	3 riego de auxilio	Se dio el tercer riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	04/04/2018
			\$19,661.00	

Paquete tecnológico Biológico-Químico:

Orden	Actividad	Descripción	Costo/ha ¹	Fecha
1	Control de malezas	Se aplico herbicida (gli-fosato 30.34% LS) en una dosis de 2.5 litros/ha con un costo de \$80.00/litro de herbicida y se aplico con una aspersora de tractor con un costo de aplicación de \$350.00/ha ¹	\$530.00	03/12/2017
2	Rastreo	Se realizaron dos pasos de rastra, uno se realizo cruzado al anterior para desmenuzar bien el suelo y así realizar una buena cama de siembra.	\$800.00	05/12/2017
3	Análisis de fertilidad del suelo	Se tomaron 10 muestras en zig-zag, posteriormente se homogenizo para obtener una muestra de 500grs y se llevo a laboratorio. El costo del análisis de fertilidad fue de \$1050.00 /10ha ¹	\$105.00	05/12/2017
4	Marca de surco y fertilización de pre siembra.	La marca de surco se realizo con una fertilizadora y se aplico 400 kilogramos de triple 17/ha ¹ (con un costo de de \$9000.00/ton) con un costo de \$3,600.00 mas la aplicación de \$350.00/ha ¹ paralelo a esta actividad se marco los surcos.	\$3,950.00	05/12/2017
5	Marca de canales para riego	La marca de canales se realizo con una canalera para dar el riego de pre siembra	\$350.00	09/12/2017

6	Riego de pre siembra	Se realizo el riego con el método de gravedad, la lamina de agua aplicada fue de 20c, la cuota del agua de \$1,500.00/ha ¹ y se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$2,000.00	09/12/2017
7	Borrado de canales	Cuando el suelo permitió el paso de la maquinaria, se borraron los canales de riego para dar paso de la maquinaria y continuar con los labores de siembra.	\$350.00	15/12/2017
8	Rastreo	Se dio un paso de rastra para eliminar malezas y desmenuzar bien el suelo y así realizar la siembra.	\$400.00	13/12/2017
9	Tratamiento de semilla	Minutos antes de la siembra se trato con un mejorador biológico (Micorrizas) en una dosis de 250grs por cada 100kg de semilla utilizando 500ml de agua aspergada y una pala para voltear la semilla y así se impregnara esto se realizo sobre una lona. Este tratamiento es para estimular el desarrollo del sistema radicular de la planta. Aunque la semilla estaba tratada con vitavax 200FF + Actellic 50CE. + Rodamina	\$500.00	15/12/2017

10	siembra	Se realizo la siembra en plano con una sembradora de precisión, en surcos de 80cm de separación depositando 9 semillas por metro lineal, del hibrido de maíz H-377 de la compañía semillas Milpal SPR de RL. Dándonos una densidad de población de 112,500 semillas/ha ⁻¹ con un costo por saco de \$2,200.00 de 60 mil semillas por saco del cual se requirieron dos sumando 120 mil semillas, el costo de sembrar fue de \$400.00/ha ⁻¹	\$4,800.00	15/12/2017
11	Control de plagas	Se realizo el control de plagas del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) con una presencia de 25% por lo que se aplico en la etapa V4 (cuarta hoja bien desarrollada) desarrollo inicial. Obteniendo un control del 90%. Aplicando palgus en una dosis de 200ml/ha ⁻¹ (con un costo de \$1,600.00 de 500ml) con un costo de aplicación de \$350/ha ⁻¹	\$990.00	12/01/2018

12	Fertilización y formación de surcos.	Se realizo el cultivo y abierta de surco y al mismo tiempo se aplico la segunda fertilización con 100 unidades de nitrógeno (222 kg de urea con un costo de \$1776.00 [costo por tonelada de urea \$8000.00] más la aplicación \$350.00	\$2,126.00	29/01/2018
13	Marca de canales de riego	La marca de canales se realizo con una canalera esto se realizo para dar el primer riego de auxilio.	\$350.00	02/02/2018

14	Primer riego de auxilio y fertilización	Se dio el primer riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. + Se le aplico 2 litros de la formula de steiner [le proporciona minerales a la planta con un costo de \$50.00/litro] + 1 litro Foliar Etapa 1 [hormonas que sirven para enraizar y engruesar el tallo y fortalece los entrenudos con un costo de \$20.00/litro]+ 3 litros de peróxido con un costo de \$30.00/litro [sirve para dar mayor porosidad el suelo. Se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$1,010.00	02/02/2018
----	---	--	------------	------------

15	Segundo riego de auxilio y fertilización	Se dio el segundo riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. + Foliar Etapa 3 [hormonas reguladoras que sirve para profundizar el grano y llenado completo de mazorca. + 2 litros Formula de Steiner [le proporciona minerales a la planta. Se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	08/03/2018
16	Tercer riego de auxilio y fertilización	Se dio el tercer riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. + Foliar Etapa 3 [hormonas reguladoras que sirve para profundizar el grano y llenado completo de mazorca. + 2 litros Formula de Steiner [le proporciona minerales a la planta. se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	04/04/2018

			\$19,161.00	
--	--	--	-------------	--

Paquete tecnológico Biológico:

Orden	Actividad	Descripción	Costo/ha ⁻¹	Fecha
1	Control de malezas	Se aplico herbicida (glifosato 30.34% LS) en una dosis de 2.5 litros/ha con un costo de \$80.00/litro de herbicida y se aplico con una aspersora de tractor con un costo de aplicación de \$350.00/ha ⁻¹	\$530.00	03/12/2017
2	Rastreo	Se realizaron dos pasos de rastra, uno se realizo cruzado al anterior para desmenuzar bien el suelo y así realizar una buena cama de siembra.	\$800.00	05/12/2017
3	Análisis de fertilidad del suelo	Se tomaron 10 muestras en zig-zag, posteriormente se homogenizo para obtener una muestra de 500grs y se llevo a laboratorio. El costo del análisis de fertilidad fue de \$1050.00 /10ha ⁻¹	\$105.00	05/12/2017
4	Marca de surco y fertilización de pre siembra.	La marca de surco se realizo con una fertilizadora y se aplico 500 kilogramos de humus mineralizado/ha ⁻¹ (con un costo de de \$1,500.00/ton) mas la aplicación de \$350.00/ha ⁻¹ paralelo a esta actividad se marco los surcos.	\$950.00	05/12/2017
5	Marca de canales para riego	La marca de canales se realizo con una canalera para dar el riego de pre siembra	\$350.00	09/12/2017

6	Riego de pre siembra	Se realizo el riego con el método de gravedad, la lamina de agua aplicada fue de 20c, la cuota del agua de \$1,500.00/ha ⁻¹ y se requirieron de dos jornales (cada jornal se pago a \$250.00)	\$2,000.00	09/12/2017
7	Borrado de canales	Cuando el suelo permitió el paso de la maquinaria, se borraron los canales de riego para dar paso de la maquinaria y continuar con los labores de siembra.	\$350.00	15/12/2017
8	Rastreo	Se dio un paso de rastra para eliminar malezas y desmenuzar bien el suelo y así realizar la siembra.	\$400.00	13/12/2017
9	Tratamiento de semilla	Minutos antes de la siembra se trato con un mejorador biológico (Micorrizas) en una dosis de 250grs por cada 100kg de semilla utilizando 500ml de agua aspergada y una pala para voltear la semilla y así se impregnara esto se realizo sobre una lona. Este tratamiento es para estimular el desarrollo del sistema radicular de la planta. Aunque la semilla estaba tratada con vitavax 200FF + Actellic 50CE. + Rodamina	\$500	15/12/2017

10	siembra	Se realizo la siembra en plano con una sembradora de precisión, en surcos de 80cm de separación depositando 9 semillas por metro lineal, del hibrido de maíz H-377 de la compañía semillas Milpal SPR de RL. Dándonos una densidad de población de 112,500 semillas/ha ⁻¹ con un costo por saco de \$2,200.00 de 60 mil semillas por saco del cual se requirieron dos sumando 120 mil semillas, el costo de sembrar fue de \$400.00/ha ⁻¹	\$4,800.00	15/12/2017
11	Control de plagas	Se realizo el control de plagas del gusano cogollero con una presencia de 25% por lo que se aplico en la etapa V4 (cuarta hoja bien desarrollada) desarrollo inicial. Obteniendo un control del 60%. Aplicando una formulación de need + jabón + cenizas vegetal con un costo de \$100.00 mas su aplicación \$350.00/ha ⁻¹	\$450.00	12/01/2018
12	Fertilización y formación de surcos.	Se realizo una fertilización de 400 kilos humus mineralizado depositándola a chorrillo en el fondo del surco y posteriormente se dio abierta de surco más la aplicación \$350.00	\$950.00	29/01/2018

13	Control de plagas	Se realizo una segunda aplicación por observar una presencia significativa de gusano cogollero. Obteniendo un control del 80%. Aplicando una formulación de need + jabón + cenizas vegetal con un costo de \$100.00 mas su aplicación \$350.00/ha ⁻¹	\$450.00	02/02/2018
14	Marca de canales de riego	La marca de canales se realizo con una canalera esto se realizo para dar el primer riego de auxilio.	\$350.00	02/02/2018
15	Primer riego de auxilio y fertilización	Se dio el primer riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. Se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	02/02/2018
16	segundo riego de auxilio y fertilización	Se dio el primer riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. Se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	08/03/2018

17	Tercer riego de auxilio	Se dio el tercer riego de auxilio para mantener el buen desarrollo del cultivo de maíz y aunado a esta actividad se suplemento con 10 litros de Biol de Guano [con un costo de \$35/litro] + 10 litros de lixiviado de lombriz [\$5.00/litro]. se requirieron de dos jornales de \$500.00 (cada jornal se pago a \$250.00)	\$900.00	04/04/2018
			\$15,685.00	

Resultados obtenidos

Maíz Agroecológico Otoño-Invierno 2017-2018

Fecha de siembra: 15 de diciembre 2017

Fecha de trilla: jueves 7 de junio

Marca: 0.8 m

Lote: Campo Fundación Produce

Cultivo: Maíz blanco

Localidad: Aguaruto

HIBRIDO	PAQUETE TECNOLÓGICO	NUMERO DE SURCOS	LONGITUD DE SURCO	AREA	% HUMEDAD	PESO CAMPO	KILOS / HA	KILOS/HA AL 14 % DE HUMEDAD	INGRESO EN 1 HA (\$)	COSTO (\$)	UTILIDAD (\$)
H 377	BIOLOGICO	16	120	1,536	17.0	1,695	11,035	10,650	42,601	15,685	26,916
H 377	MICROBIOLOGICO	10	120	960	17.0	1,000	10,417	10,053	40,213	19,161	21,052
H 377	AGROECOLOGICO	16	115	1,472	17.0	1,505	10,224	9,868	39,470	19,161	20,309

Gráficas del comportamiento fenológico

Referencias.

1. Informe de Mercado de cereales. Consejo internacional de Cereales (IGC, por sus siglas en inglés). <http://www.igc.int/downloads/gmrsummary/gmrsumms.pdf>
2. CONABIO, 2008. Información biológica-agronómica básica sobre los maíces nativos y sus parientes silvestres. En: Agro Biodiversidad de México: Caso Maíz.
3. Earl, H. 2015. Fisiología del alto rendimiento. Conferencia del 4° Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas. Intagri, México.
4. Delgado, R. J. 2017. Selección de Híbridos de Maíz. Curso de Fenología y Fisiología de Maíz. Intagri, México.

