

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**FACTORES ASOCIADOS EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ (*Zea mays* L.)
EN CULIACAN, SINALOA.**

Por:
ISRAEL MACEDA SÁNCHEZ

MONOGRAFIA
Presentada como requisito parcial

Para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

Junio de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Factores asociados en la producción de maíz (*zea mays* L.) en Culiacán,
Sinaloa

POR:

ISRAEL MACEDA SANCHEZ

MONOGRAFIA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR


PRESIDENTE:


DRA. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

VOCAL:


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

VOCAL:


M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL SUPLENTE:


M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMAN CEDILLO


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Junio de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

Factores asociados en la producción de maíz (*zea mays l.*) en Culiacán,
Sinaloa

POR
ISRAEL MACEDA SANCHEZ

MONOGRAFÍA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR COMITÉ PARTICULAR


ASESOR PRINCIPAL:


DRA. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

ASESOR:


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

ASESOR:


M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR SUPLENTE:


M.C. LUZ MARIA PATRICIA GUZMAN CEDILLO


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Junio de 2015

Agradecimientos

Primeramente gracias a Dios por haber puesto a muchas personas en mí camino, los cuales de una manera ó otra me han ayudado. También gracias a Dios por haber creado tantas cosas en los cuales me alegro, una de ellas el campo.

A la universidad Autónoma Agraria “Antonio narro” por los momentos vividos en ésta institución, cuatros años de trayectoria estudiantil adquiriendo conocimientos y experiencias, para lograr la superación profesional.

A MI ALMA MATER. Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y haberme adoptado durante estos cuatro años y medio en los cuales me brindo cobijo y me dio herramientas suficientes para afrontar mi vida como profesionista.

Con todo el respeto que se merece la doctora NORMA RODRÍGUEZ DIMAS, por la gran paciencia que tuvo conmigo para la realización de este trabajo y por dejarme se parte de este proyecto, ya que para mí fue un privilegio haber trabajado con ella y haber aprendido grandes cosas para desarrollarme profesionalmente, muchas gracias.

Al Ing. M.C. Enrique Leopoldo Hernández Torres,
por los consejos que me ha transmitido para poder afrontar las posibles dificultades que se puedan presentar en la vida laboral, por la asesoría brindada en la realización de éste trabajo de investigación, así como su amistad y conocimientos brindados, muchas gracias.

A la M.C. Francisca Sánchez Bernal por su gran apoyo incondicional, su amistad tan valiosa, muchas gracias.

A la M.C. Luz María Patricia Guzmán Cedillo por su apoyo y comprensión en este trabajo realizado, muchas gracias.

Al Departamento de Horticultura y la academia de maestros que contribuyeron en mi formación profesional.

A mis compañeros de la generación de Ingeniero Agrónomo en Horticultura por haberme dejado ser parte de su formación y por los momentos de apoyo durante todos los semestres.

MUCHAS GRACIAS A TODOS.

Dedicatorias

A mis padres con mucho amor y el respeto que se merecen por el apoyo que me han brindado durante todo el tiempo que ha transcurrido hasta hoy.

A mis hermanas por su valiosa amistad y el apoyo que me brindan, solo pudiera no haber culminado esta carrera, pero gracias a ustedes he terminado.

A toda la familia que me apoyaron dándome ánimos y consejos para que siguiera y terminara la profesión que empecé.

Todos los profesores quienes me brindaron sus conocimientos adquiridos durante el transcurso de sus vidas, les deseo todo el bien.

A los amigos con quienes compartí momentos de felicidad, los cuales son considerados parte de la familia.

RESUMEN

El cultivo de maíz en Sinaloa, a partir de 1991 ha tenido un crecimiento sostenido en superficie sembrada, producción y su valor, así como en rendimiento hasta de 10.5 toneladas en promedio estatal por hectárea de grano de alta calidad. A futuro, el maíz en Sinaloa, se observa como un cultivo con mercado atractivo, debido al establecimiento de expectativas hacia la producción y consumo, tanto en el entorno internacional como nacional; sin embargo, se requiere dar atención a algunos aspectos limitantes de rentabilidad y sustentabilidad. En respuesta a la problemática del maíz, están las acciones de investigación para el cambio tecnológico, las cuales son materia de la presente Monografía del Maíz Grano: *Zea mays* Descripción: La planta del Maíz proviene de la familia de las gramíneas es de porte robusto, de fácil desarrollo y producción anual; es de inflorescencia monoica, el tallo es erecto, de elevada longitud puede alcanzar 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones, las hojas son largas de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias; se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades, las hojas son afiladas y cortantes. Clima: El Maíz requiere una temperatura de 25° a 30°C, así como bastante incidencia de luz solar. Para alcanzar la germinación en la semilla la temperatura debe oscilar entre 15° y 20° Es un cultivo exigente en agua (5 mm al día), sus necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo. Se adapta muy bien a todos los tipos de suelo pero suelos con PH de 6 a 7 son a los que mejor se adapta. Usos: El Maíz es uno de los principales alimentos cultivables en el mundo. El maíz de grano blanco se utiliza principalmente para la elaboración de las tradicionales tortillas y tamales,

pero también se puede obtener aceite o en la fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales y jabones. Los factores que determinan primordialmente los niveles de rentabilidad del cultivo son: la disponibilidad de agua para riego y el uso del paquete tecnológico completo, que está en función de la disponibilidad de recursos económicos por parte del productor.

Palabras Claves: Riego, variedad, paquete tecnológico, fertilización, control fitosanitario

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación	2
1.2	Objetivos.....	3
2	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	Historia	4
2.1.1	Origen y antecedentes históricos	5
2.1.2	Importancia del cultivo del maíz.....	6
2.2	Importancia nacional.....	7
2.2.1	Agricultura sinaloense y el cultivo de maíz.....	8
2.2.2	Reporte de producción de maíz en Sinaloa: datos comparativos del año 2010 con respecto al año 2009.....	9
2.2.3	Superficie sembrada por municipio	10
2.2.4	Volumen de producción de maíz por municipio.....	11
2.3	Clasificación taxonómica	14
2.3.1	Clasificación racial del maíz	15
2.3.2	Morfología de la planta de maíz (Amador, 2000)	16
2.3.3	Etapas fenológicas del cultivo de maíz	18
2.4	Condiciones ecológicas del cultivo	18
2.4.1	Clima.....	19
2.4.2	Temperatura.....	19
2.4.3	Luminosidad.....	19

2.4.4	Precipitación.....	19
2.4.5	Humedad ambiental.....	20
2.5	Condiciones edáficas.....	21
2.5.1	Suelos.....	21
2.5.2	Salinidad.....	21
2.5.3	pH.....	21
2.6	Factores asociados en la producción de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Culiacán, Sinaloa.....	21
2.6.1	Ubicación.....	21
2.6.2	Orografía.....	22
2.6.3	Hidrografía (INAFED, 2014).....	23
2.6.4	Ríos.....	24
	Cuadro 3. Ríos existentes en Sinaloa (INAFED, 2014).....	24
3	PAQUETE TECNOLÓGICO.....	26
3.1	Preparación del terreno.....	26
3.1.1	Subsoleo.....	26
3.1.2	Barbecho.....	27
3.1.3	Rastreo.....	28
3.1.4	Nivelación o tabloneo.....	28
3.1.5	Trazo de canales y riego de presiembra en barrial (Meza y Angulo, 2008).....	31
3.2	Selección de híbridos.....	32
3.2.1	Recomendación para su uso.....	34

3.3	Siembra	35
3.3.1	Calidad de siembra	35
3.4	Condiciones del suelo para la siembra	35
3.4.1	Tratamiento de la semilla	36
3.4.2	Fecha de siembra	37
3.4.3	Densidad de siembra	37
3.5	Fertilización	38
3.5.1	Macro y microelementos	42
3.5.2	Fertilización nitrogenada en maíz	43
3.6	Malas hierbas	45
3.6.1	Métodos de control de maleza (Meza y Angulo, 2008)	48
3.7	Cultivo y abierta de surco	50
3.8	Riego	50
3.9	Plagas primarias (Ríos, 2014)	53
3.9.1	Gusano cogollero (<i>spodoptera frugiperda smith</i>)	53
3.9.2	Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp. o <i>macroductylus</i> spp.)	61
3.9.3	Gusano trozador (<i>Agrotis</i> spp)	65
3.9.4	Gusano elotero (<i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) 70	
3.9.5	Mosca del estigma <i>Euxesta</i> sp. (Diptera: Otitidae)	75
3.10	Plagas secundarias	80
3.10.1	Gusano soldado <i>Spodoptera exigua</i> Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). 80	

3.10.2 Trips <i>Caliothrips phaseoli</i> (Hood), <i>Frankliniella</i> spp. (Thysanoptera: Thripidae).....	82
3.10.3 Araña roja (<i>Tetranychus</i> spp., <i>Paratetranychus</i> spp., y <i>Olygonychus</i> spp).....	84
3.11 Principales enfermedades que afectan al cultivo de maíz en el centro de Sinaloa	86
3.11.1 Roya o Chahuixtle (<i>Puccinia polysora</i>)	86
3.11.2 Roya común (<i>Puccinia sorghi</i>)	87
3.11.3 Carbón común (<i>Ustilago maydis</i>).....	88
3.12 Métodos de mejoramiento genético del maíz	88
3.13 Avances de evaluación de híbridos comerciales.....	89
3.14 Antecedentes	91
3.15 Validación de la producción de alta fructosa, aceite vegetal, aislados proteínicos, fibra y otros subproductos del maíz (Mendoza, 2003).....	93
4 CONCLUSIONES	95
5 BIBLIOGRAFÍA.....	96

1 INTRODUCCIÓN

El maíz es la especie cultivada de mayor importancia actual en los ámbitos mundial, nacional y estatal. Su producción y crecimiento en el mundo, resulta ya superior al arroz y el trigo (FAO. 2012 y FAO 2014); El 80% de la producción de maíz se concentró en 10 diez países; Estados Unidos ocupó el primer lugar con 40%, China el 2º con el 20%, Brasil en el 3º con el 6% y México en 4º con el 3% de la producción (Sagarpa, 2008). Así también, constituye el cultivo más importante para la alimentación humana y numerosos procesos industriales, a nivel global. La amplitud de los productos derivados del maíz es tal, que en países como los Estados Unidos, la población utiliza en su dieta, en la salud y usos industriales, un nivel mucho más alto de productos derivados del maíz que lo que ocurre en México. El maíz está, de una u otra forma, presente en la vida diaria de cientos o miles de millones de personas en el mundo (Sarukhán, 2009). En el año 2011, México ocupó el cuarto lugar mundial en la producción de maíz, con superficie sembrada de 7.76 millones (FAO. 2012) de hectáreas y una producción de 17.6 millones de toneladas (SIAP. 2012).

El maíz en México es el principal cultivo, dada su importancia en la ingesta alimenticia diaria de la población. El maíz blanco en grano se utiliza principalmente para la elaboración de las tradicionales tortillas, pero de él también pueden obtenerse aceite e insumos para la fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales y jabones. El maíz amarillo en grano también es utilizado para consumo humano en una amplia variedad de platillos; sin embargo, su principal destino es

la alimentación y la producción de almidones. La planta es aprovechada también ya que es un excelente forraje para el ganado, especialmente para las vacas lecheras (SIAP, 2014).

México, participa con el 18% del valor de producción del sector agrícola (78 mil mdp en 2013) y concentra el 33% de la superficie sembrada en el territorio nacional con 7.5 millones de hectáreas. El volumen de producción de maíz en 2012 alcanzó 22.1 millones de toneladas. Mientras que la superficie de temporal ocupa el 74% de la superficie, aporta únicamente el 40% del valor generado (SIAP, 2014).

México es deficitario e importa entre 7 y 10 millones de toneladas. Nuestro país ocupa el segundo lugar con el mayor volumen de importaciones del grano a nivel mundial. Todas las entidades del país presentan algún nivel de producción de maíz, sin embargo, siete entidades concentran el 64.5% del volumen de producción nacional. Sinaloa es el principal productor al concentrar el 16.5% del total. Le siguen en importancia Jalisco, Michoacán, Estado México, Chiapas, Guerrero y Veracruz (Financiera Rural, 2014).

1.1 Justificación

Este trabajo se realizó con la intención de conocer el sistema de producción que utiliza el estado de Sinaloa en la producción de maíz (*Zea mays*) y conocer todos los factores que intervienen para que dicho estado sea el líder en la producción de este cereal. Problemática En el costo de producción del maíz de riego, los rubros de semilla y fertilización, impactan en poco más del 44 % del total

(FIRA, 2011). El precio de los fertilizantes, se comporta con fuertes variaciones, con alzas y bajas, pero siempre manteniendo una tendencia hacia la alza, por ser productos importados influenciados por los precios internacionales del petróleo. En la modalidad de riego, las semillas de maíz predominantes son comercializadas por empresas transnacionales que han contribuido a elevar los rendimientos de grano; sin embargo, los altos costos de semilla al productor con tendencia al alza, se ha convertido en otra limitante ante lo cual, es necesario que concurren en el mercado, semillas de origen nacional de competitividad aceptable, con un costo de semilla tal que represente un contrapeso y coadyuve a equilibrar el mercado de semillas. Sinaloa posee una relevante diversidad de maíces nativos, los cuales se agrupan en 12 razas (Palacios et al., 2008), Existe poca atención al buen uso de los recursos naturales, incluyendo al subsistema de maíz de temporal, que se sustenta en la biodiversidad de los maíces nativos.

1.2 Objetivos

Recopilar información más relevante a cerca de la producción de este cultivo, para que posteriormente pueda servir a los estudiantes de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro o de cualquier otra institución cuando así lo requieran. Proporcionar información que esté muy apegada a las prácticas que realizan los productores, para que toda persona interesada en la producción de maíz pueda percibir la metodología que llevan a cabo los productores de Culiacán, Sinaloa.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia

El maíz (*Zea mays ssp. mays*) es un pasto de la familia botánica Poaceae o Gramineae, al igual que el trigo, el arroz, la cebada, el centeno y la avena. Este cultivo se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo los antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los “teocintles”, gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica. Se considera que las poblaciones de teocintle del centro del México la domesticación del teocintle: entre los 4-3 000 años A.C. en la cuenca del río Balsas en el actual estado de Michoacán. Los que crecen en el trópico seco de la Cuenca del Balsas (Salvador, 2001).

El proceso de domesticación del maíz inició hace aproximadamente 10,000 años, muy asociada a la invención y desarrollo independiente de la agricultura en Mesoamérica, y continua en el presente con el manejo, cultivo y selección que hacen año con año los agricultores y sus familias de sus variantes de maíces nativos o (criollos), asimismo con la interacción de este cultivo con sus parientes silvestres, los teocintles, en las regiones donde coinciden de manera natural. (Salvador , 2001). México es el centro de origen del maíz. Aquí se concentra, muy probablemente, la mayor diversidad de maíz del mundo y aquí han evolucionado y viven sus parientes silvestres, los teocintles, y otro conjunto de gramíneas relacionadas, especies del género *Tripsacum* (maicillos) (Salvador, 2001).

El maíz hizo al hombre mesoamericano. El desarrollo de los grupos Aztecas, Mayas, Zapotecas, Mixtecas, Purépechas, Totonacas, Mazatecas,

Chinantecas, Zoques, etc., se fundamenta en el cultivo y aprovechamiento de este grano. En sus crónicas, cantares, leyendas, es el maíz motivo, deidad, materia prima que constituye a los primeros humanos, razón del calendario agrícola y festivo. La cultura nahua lo nombró “*tlaoll*”, “nuestro sustento”. No sabemos, a ciencia cierta, la diversidad de maíz que se mantenía en los diferentes focos civilizatorios, previo a la llegada de los europeos a este continente. Sin embargo, no deja de sorprender, la diversidad en formas, adaptaciones, usos y manifestaciones culturales que aún podemos hallar en la actualidad en torno al maíz, particularmente en México y otros países Latinoamericanos. (Anderson, 1946).

2.1.1 Origen y antecedentes históricos

El maíz surgió aproximadamente entre los años 8000 y 6000 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México, pero nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo, ni en la biblia, sino hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492 (Acosta, 2009).

Paliwal (2001), menciona que el hallazgo de polen fósil y de mazorca de maíz en cuevas en zonas arqueológicas apoyan seriamente la posición de que el maíz se había originado en México. La difusión del maíz a partir de su centro de origen en México a varias partes del mundo ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los habitantes de varias

tribus indígenas de América Central y México llevaron esta planta a otras regiones de América Latina, al Caribe y después a Estados Unidos de América y Canadá. Los exploradores europeos llevaron el maíz a Europa y posteriormente los comerciantes lo llevaron a Asia y África (Paliwal, 2001). Se considera que alrededor del año 1000 D.C la planta de maíz comenzó a ser desarrollada por agricultores mejoradores siguiendo un proceso de selección en el cual conservan las semillas de las mazorcas más deseables para sembrar en la próxima estación. Esta forma de selección de las mazorcas más grandes todavía es usada por los agricultores en México para mantener la pureza deseada de las razas de maíz. (Paliwal, 2001).

Cuando Cristóbal Colón llegó a Cuba en el año 1492 los agricultores americanos, desde Canadá a Chile, ya estaban cultivando variedades mejoradas de maíz. Cuando regresó a España en 1493, probablemente llevó consigo semillas de varios cultivares locales de maíces duros. Hacia fines de los años 1500 el maíz era extensivamente cultivado en España, Italia y sur de Francia y la difusión del maíz continuó a otros países del viejo Mundo. Se cree que los navegantes portugueses introdujeron el maíz en África a principios de 1500 (Paliwal, 2001).

2.1.2 Importancia del cultivo del maíz

La planta es usada para producir granos y forraje, los cuales constituyen la base para la elaboración de un buen número de alimentos tanto para nuestra especie como para otros animales, así como para la industria farmacéutica y manufacturera. El cultivo del maíz, así como la elaboración de sus muy diversos

productos alimenticios están indisolublemente ligados con el surgimiento y evolución de las civilizaciones mesoamericanas pre-colombinas. Debido a su adaptabilidad y productividad el cultivo del maíz se expandió rápidamente alrededor del mundo después de que los españoles y otros europeos exportaron la planta de las Américas en los siglos XV y XVI. Actualmente el maíz es producido en la mayoría de los países del mundo siendo el tercer cultivo por la superficie involucrada (después del trigo y del arroz) El maíz es la base alimenticia de varios países del mundo especialmente el área mesoamericana, lugar de su origen. En la mayor parte de los países de América, el maíz constituye la base histórica de la alimentación regional y uno de los aspectos centrales de las culturas mesoamericana y andina.

2.2 Importancia nacional

En México se identifican dos sistemas de producción de maíz, el sistema comercial y el de autoconsumo. El comercial se caracteriza por la producción orientada al mercado, que basa su competitividad en la producción a bajos costos, por lo que su eficiencia se fundamenta en el uso intensivo de capital. Las entidades en las que predomina este sistema son: Sinaloa, Sonora, Jalisco, Tamaulipas y la región del Bajío. Por su lado, la producción de autoconsumo se relaciona con el minifundio y se basa en el uso intensivo de la mano de obra familiar. Los estados con este sistema son: Chiapas, Guerrero, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y Yucatán. El volumen de maíz comercializado en el país depende principalmente de la demanda de la industria, que está en función de la capacidad instalada de las unidades económicas que desarrollan la

producción para el mercado. En la industrialización se utilizan dos formas de procesamiento del grano: la molienda seca y la molienda húmeda. En el primer proceso se obtiene la harina de maíz, con diferentes tamaños de partículas y el germen del grano, del cual se extrae el aceite. En la molienda húmeda, se obtiene el almidón, aceite y subproductos para alimento animal. (Financiera Rural, 2011).

La Superficie y Producción en México Entre el año 2000 y 2010 la superficie sembrada de maíz en México disminuyó 7.1%, al pasar de 8.4 a 7.8 millones de hectáreas, mientras que la superficie cosechada se mantuvo en promedio en 7.2 millones de hectáreas en ese periodo, preliminares de acuerdo con los avances de siembras y cosechas a marzo 2011 y con el Índice Nacional de Precios al Productor de Maíz para el año 2009 y 2010. (Financiera Rural, 2011).

2.2.1 Agricultura sinaloense y el cultivo de maíz

El estado de Sinaloa, junto con Jalisco y Michoacán, son los estados de mayor contribución al PIB agropecuario nacional (2009); y junto con Michoacán son los estados de mayor contribución al valor de la producción agrícola nacional. Así también, con una contribución del 13% con relación al PIB estatal, define al estado con el de mayor perfil primario a nivel nacional (Trujillo, 2011).

Entre los rasgos de mayor relevancia que definen el perfil actual de la agricultura en Sinaloa está el crecimiento sostenido de la superficie sembrada con maíz a partir del año 1991, al pasar de 13% en dicho año a 44.1% en 2010; se transformó también la participación del maíz en cuanto al volumen de producción y su valor en el agro sinaloense, con valores de 44.7 y 47.5%, respectivamente. Los incrementos anteriores también estuvieron acompañados por el crecimiento de los

rendimientos al pasar de 4.2 en 1991 a 9.5 ton/ha en 2009, mientras que el resto de los cultivos los rendimientos se mantuvieron sin cambios significativos. Estos incrementos constantes del rendimiento del maíz en Sinaloa han contribuido a mantener la productividad del maíz, ya que el precio medio rural real a pesos de 2010, ha mostrado una tendencia a disminuir (Trujillo, 2011).

Sinaloa es el estado de mayor importancia en la producción de maíz en la modalidad de riego en México. Durante la década 2001-2010, durante los ciclos otoño-invierno y primavera-verano, de riego, en promedio se han cosechado alrededor de 437.4 mil hectáreas, con una producción que alcanzó 4.2 millones de toneladas y un rendimiento de 9.6 Ton/Ha (Cuadro 1). Los productores líderes, con frecuencia obtienen rendimientos medios entre 12.5 y 13.5 Ton/ha. En general, en el estado se maneja un nivel alto de tecnología de producción, lo cual aunado a los apoyos a la comercialización y disponibilidad de financiamiento, se traduce en un incremento de producción y rendimientos con tendencia a la alza. La producción de maíz de Sinaloa, es en su gran mayoría de grano blanco, que se destina en su totalidad al mercado nacional para consumo humano (Trujillo, 2011).

2.2.2 Reporte de producción de maíz en Sinaloa: datos comparativos del año 2010 con respecto al año 2009

El maíz es el cultivo más importante de México desde el punto de vista alimentario, económico, político y social, este grano se produce en dos ciclos productivos: primavera verano y otoño-invierno, bajo las más diversas condiciones agroclimáticas, de humedad, temporal y riego en todo el país. De acuerdo al Sistema de Información Agroalimentario y de Pesca de SAGARPA, en el año

2010, en Sinaloa se sembraron un total de 532 mil 791 hectáreas de Maíz, -33 mil 565 hectáreas menos que en el año 2009, que fueron 566 mil 356 hectáreas, esto represento una reducción del -5.93%. **(Gráfica 1 y Cuadro 1)**. De las 532 mil 791 hectáreas que se cultivaron se cosecharon 5 millones 227 mil 872 toneladas, -8 mil 848 toneladas menos que en el año 2009 que fueron 5 millones 236 mil 720 toneladas, esto represento una reducción del -0.17%. **(Gráfica 1 y Cuadro 1)** (CREEES, 2010),

Las 5 millones 227 mil 872 toneladas de maíz que se cosecharon tuvieron un valor de 12 mil 086 millones de pesos, -1 mil 986 MDP menos que en el año 2009 que fue de 14 mil 072 MDP, esto represento una reducción del -14.11%. (gráfica 1 y Cuadro 1). (CREEES, 2010),

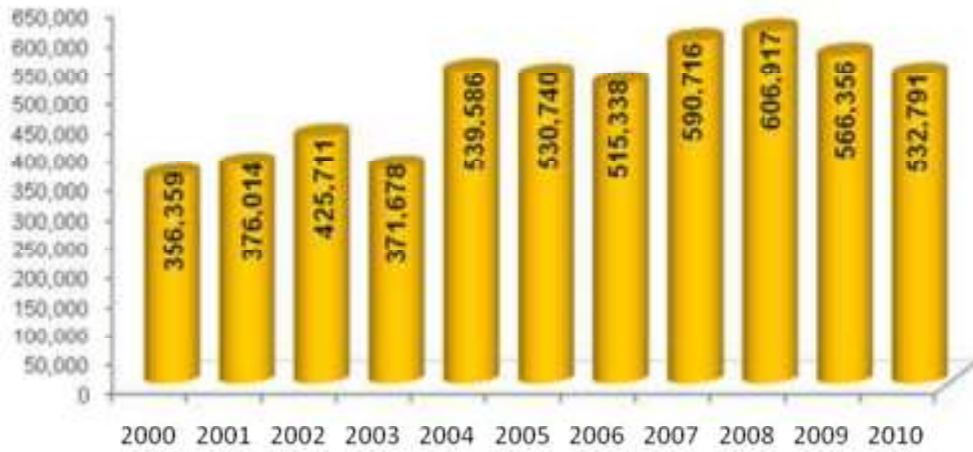
2.2.3 Superficie sembrada por municipio

En el año 2010 de las 532 mil 791 hectáreas de Maíz que se sembraron en Sinaloa el 85.32% se concentró en seis municipios: Guasave 112 mil 068 hectáreas, el 21.03% del total; Ahome 95 mil 689 hectáreas, el 17.96%; Culiacán 86 mil 362 hectáreas, el 16.21%; Navolato 69 mil 998 hectáreas, el 13.14%; Angostura 45 mil 965 hectáreas, el 8.63%; Sinaloa de Leyva 44 mil 259 hectáreas, el 8.31%; y el resto de los municipios tuvo una superficie sembrada de maíz de 78 mil 450 hectáreas que represento el 14.72% del total. **(Cuadro 2)**. (CREEES, 2010),

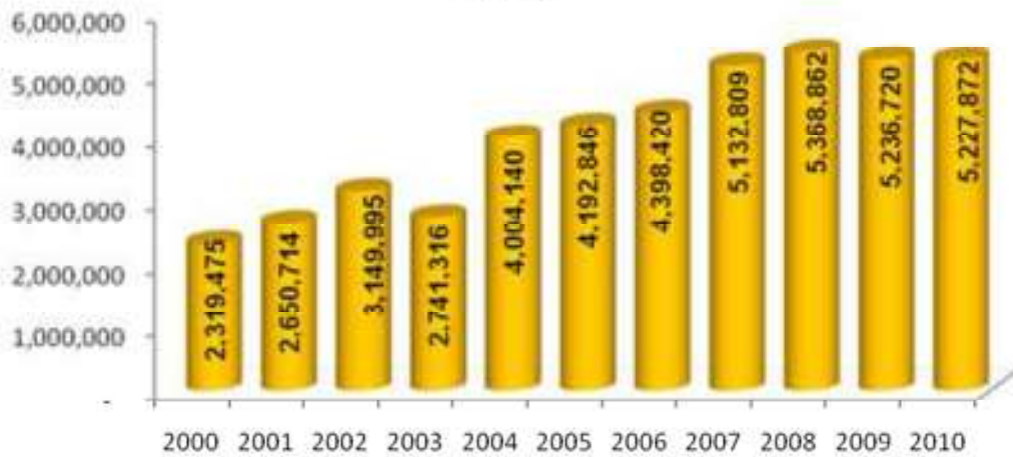
2.2.4 Volumen de producción de maíz por municipio

De los 5 millones 227 mil 872 toneladas de maíz que se produjeron en el año 2010 en Sinaloa el 89.44% se concentró en seis municipios: Guasave aportó 1 millón 152 mil 513 toneladas que representó el 22.05% del total; Ahome 1 millón 004 mil 338 toneladas, el 19.21%; Culiacán 839 mil 079 toneladas, el 16.05%; Navolato 777 mil 388 toneladas, el 14.87%; Sinaloa de Leyva 454 mil 718 toneladas, el 8.70%; Angostura 447 mil 806 toneladas, el 8.57%; y el resto de los municipios 552 mil 028 toneladas, el 10.56% del total. **(Cuadro 2)**. (CREEES, 2010),

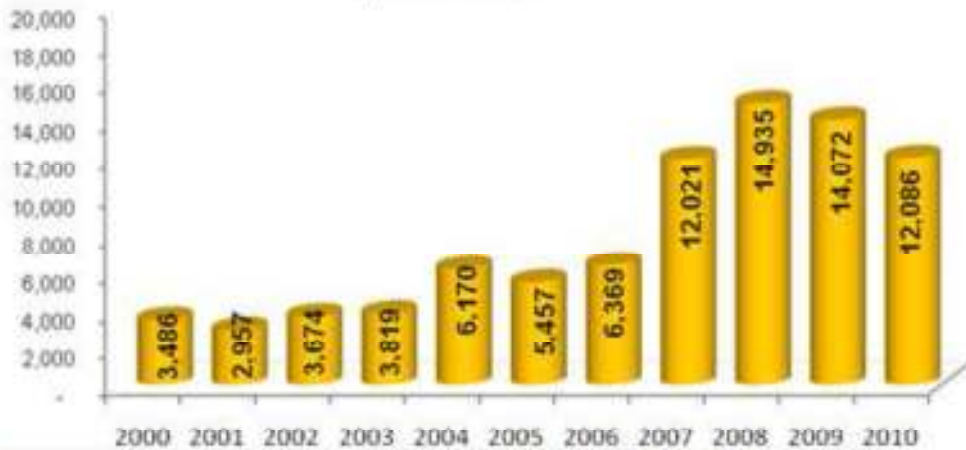
Sinaloa: superficie sembrada de maíz, en hectáreas, c/año, c/año



Sinaloa: Volumen de producción de maíz, en toneladas de c/año



Sinaloa: Valor de la producción de maíz, en millones de pesos c/año



Elaborado por: El Comité Ciudadano de Evaluación Estadística del Estado de Sinaloa
Fuente: SIAP, SAGARPA

Variación en el volumen de producción de maíz del año 2010 respecto al año 2009, en toneladas y tasa de crecimiento						Variación en el valor de producción de maíz del año 2010 respecto al año 2009, en millones de pesos y tasa de crecimiento					
Posición	Entidad federativa	toneladas	Posición	Entidad federativa	porcentaje (%)	Posición	Entidad federativa	millones de pesos	Posición	Entidad federativa	tasa de crecimiento anual
-	Nacional	3,159,063	1	Yuc.	172.6	-	Nacional	9,188.2	1	Yuc.	194.36
1	Jal.	852,016	2	Coah.	137.9	1	Jal.	2,907.0	2	Coah.	134.62
2	Pue.	422,344	3	Son.	132.8	2	Pue.	1,382.7	3	Son.	115.73
3	Mich.	344,026	4	N. L.	69.0	3	Gto.	1,123.2	4	Camp.	64.56
4	Gto.	340,702	5	Q.R.	65.2	4	Mich.	1,121.6	5	Pue.	61.57
5	Gro.	278,136	6	Pue.	64.2	5	Edo. de Méx.	754.3	6	N. L.	61.09
6	Edo. de Méx.	233,344	7	S. L. P.	45.3	6	Chis.	652.3	7	Q.R.	59.94
7	Chis.	176,041	8	Gto.	40.3	7	Gro.	609.5	8	Oto.	50.30
8	Son.	137,466	9	Camp.	38.0	8	Chih.	505.5	9	S. L. P.	50.15
9	Tam.	111,972	10	Jal.	33.5	9	Camp.	442.4	10	Gro.	45.51
10	Camp.	105,884	11	Col.	32.7	10	Hgo.	441.5	11	Jal.	43.85
11	Hgo.	100,260	12	Gro.	31.5	11	Oax.	420.6	12	Col.	41.56
12	Chih.	93,753	13	Mich.	29.1	12	Son.	301.4	13	Mich.	35.42
13	Yuc.	76,321	14	Tam.	26.1	13	Yuc.	273.1	14	Hgo.	29.62
14	Gro.	67,666	15	Gro.	24.5	14	Tam.	267.0	15	Tam.	26.46
15	S. L. P.	61,694	16	Hgo.	19.6	15	Gro.	246.2	16	Chih.	22.78
16	Oax.	50,599	17	Edo. de Méx.	17.7	16	S. L. P.	163.2	17	Mor.	21.78
17	Tlx.	31,128	-	Nacional	15.7	17	N. L.	73.3	18	Oax.	19.68
18	N. L.	24,803	18	Ags.	13.7	18	Coah.	65.7	19	Edo. de Méx.	18.65
19	Coah.	22,770	19	Chis.	14.4	19	Mor.	65.4	20	Gro.	18.33
20	Q.R.	22,010	20	Tlx.	11.3	20	Q.R.	62.3	21	Chis.	17.60
21	Col.	9,408	21	D. F.	10.9	21	Tlx.	38.6	-	Nacional	16.28
22	Mor.	8,693	22	Mor.	10.2	22	Col.	31.4	22	Tlx.	4.75
23	Ags.	6,226	23	Chih.	9.6	23	Ags.	4.7	23	D. F.	3.33
24	D. F.	865	24	Oax.	8.5	24	D. F.	1.2	24	Ags.	3.21
25	B. C. S.	-3,621	25	Sin.	-0.2	25	B. C. S.	-7.0	25	Tab.	-4.14
26	Sin.	-8,848	26	Tab.	-11.1	26	Tab.	-15.8	26	Ver.	-8.98
27	Tab.	-13,066	27	Ver.	-14.5	27	Nay.	-88.1	27	B. C. S.	-13.49
28	Nay.	-38,216	28	B. C. S.	-17.5	28	Dgo.	-160.7	28	Sin.	-14.11
29	Dgo.	-84,652	29	Nay.	-17.8	29	Zac.	-184.4	29	Nay.	-14.75
30	Zac.	-95,242	30	Zac.	-24.6	30	Ver.	-324.2	30	Zac.	-17.86
31	Ver.	-165,417	31	Dgo.	-25.3	31	Sin.	-1,985.8	31	Dgo.	-18.07

Fuente: SIAP, SAGARPA

Elaborado por el Comité Ciudadano de Evaluación Estadística del Estado de Sinaloa

2.3 Clasificación taxonómica

El maíz (*Zea mays* L), pertenece a la familia de las gramíneas, subfamilia Panicoideae, y tribu Andropogoneae; la cual incluye siete distintos géneros: *Zea* (como el teocintle), *Tripsacum* (conocidas como arrocillo o maicillo), *Coix*, *Chionachne*, *Sclerchne*, *Polytoxa* y *Trilobachne* (Tovar, 2008).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledónea
Tribu	Andropogoneae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Mays</i> L.

2.3.1 Clasificación racial del maíz

La primera clasificación del maíz, de acuerdo con la variación dentro del grano, la hizo Sturtevant de manera artificial, basado en la textura o estructura del endospermo y consideró siete grupos, citado por (Acosta, 2009).

Maíz tunicado: *Zea mays tunicata* St., se considera uno de los tipos más primitivos de los maíces cultivados. Se caracteriza por presentar cada grano envuelto en su propia bráctea. No tiene valor comercial.

Maíz reventón: *Zea mays everta* St. Se caracteriza por presentar granos pequeños con endospermo cristalino, constituido preferentemente por almidón córneo. Es capaz de explotar cuando es sometido al calor. Da lugar a las llamadas palomitas.

Maíz cristalino: *Zea mays indurata* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo vítreo duro, cristalino y translúcido, con almidón en su mayoría córneo.

Maíz amiláceo: *Zea mays amilácea* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo blando, suave amiláceo. En este grupo, el maíz blanco gigante del Cuzco o blanco Imperial es legado del imperio incaico, que causa la admiración por el gran tamaño de su grano y alto rendimiento.

Maíz dentado: *Zea mays indentata* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo formado con almidón córneo cristalino, tanto en su exterior como interior. Están coronados en la parte superior con almidón blando suave, que a la

madurez origina una depresión central superior, debido a una mayor hidratación, dándole al grano la forma característica de diente.

Maíz dulce; *Zea mays saccharata* St. Se caracteriza por presentar maíces dulces y un grano completamente arrugado cuando están maduros. Posee un gen recesivo en el cromosoma 4, el cual impide la conversión de algunos azúcares solubles el almidón.

Maíz ceroso: *Zea mays ceratina* Kul. Se caracteriza por presentar un aspecto ceroso en el endospermo. El maíz normal o corriente, la molécula de almidón está compuesta por 75% de amilopectina y 25% de amilosa. En cambio, el maíz ceroso, el almidón está constituido por 100% de amilopectina, lo que origina un almidón de característica parecido al de yuca.

2.3.2 Morfología de la planta de maíz (Amador, 2000)

Raíz. El maíz es una gramínea anual. Las raíces son fasciculadas y robustas y su función es de aportar alimentos a la planta como también ser un perfecto anclaje de la planta que refuerza con la presencia de las raíces adventicias.

Las cuatro o cinco raíces que desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíces primarias) solo son funcionales durante los primeros estadios de desarrollo. Estas raíces van degenerando y son sustituidas por otras secundarias o adventicias, que se producen a partir de los ocho o diez primeros nudos de la base del tallo.

Tallos. Los tallos o cañas lo forman una sucesión de nudos y entrenudos. Los primeros son zonas abultadas a partir de los cuales se produce la elongación de los entrenudos y se diferencian las hojas. Los entrenudos están rellenos de una médula esponjosa. El tallo del maíz es sin ramificaciones y tiene escasa capacidad de ahijamiento, de hecho la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva.

Hojas. Las hojas se disponen alternadamente en dos filas a lo largo del tallo. En cada una de ellas pueden distinguirse dos partes: la vaina y la lámina o limbo. El número de hojas depende de la variedad, del ciclo, de la época de siembra, etc. Pero, aunque pueden llegar hasta 30 hojas, lo normal es que haya un máximo de 15 hojas. Al parecer que el número de hojas está relacionada con el potencial de producción.

Inflorescencia: El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas pero en la misma planta. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, que es la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta y está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y está envuelta por falsas hojas llamadas brácteas. Los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso que es el olote. El número de granos y de las filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz (Ortas, 2008).

2.3.3 Etapas fenológicas del cultivo de maíz

Germinación y emergencia. Es una serie de procesos que incluyen desde la imbibición o absorción de agua por parte de la semilla, hasta emergencia de la radícula; y por emergencia, a la etapa desde que emerge la radícula hasta la aparición del coleóptilo sobre el suelo (Bemley y Black, 1994 citado por Fassio et al., 1998) Germinación o Nascencia, cuya duración aproximada es de seis a ocho días.

Crecimiento: en esta fase de crecimiento es cuando más se notan las diferencias varietales, prolongándose este período en los ciclos largos más que en otra etapa de la vida de la planta.

Floración: se considera como floración al momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de cinco a ocho días.

Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación.

Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener el 35% de humedad.

2.4 Condiciones ecológicas del cultivo

Cruz (2013), dice que el maíz es un cultivo de crecimiento rápido (3-5 meses), que proporciona un mayor rendimiento con temperaturas moderadas y un

suministro adecuado de agua, con excepción en la zona alta donde su crecimiento llega a hasta los 8 meses; su adaptación oscila entre 0 – 2,500 m.s.n.m.

2.4.1 Clima

2.4.2 Temperatura

La temperatura óptima para la germinación está entre 18 y 21°C; por debajo de 13°C se reduce significativamente y de 10°C hacia abajo no se presenta germinación (Corral et al., 1999).

El maíz requiere una temperatura de entre 24.4 a 35.6°C., siendo una media de 32°C, la temperatura ideal para lograr una óptima producción. La planta de maíz puede soportar una temperatura mínima de 8°C y máximas de 39°C, pero a partir de los 40°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes y una baja polinización (Cruz, 2013).

En el período de fructificación la planta requiere temperaturas de 20 a 32°C. El clima ideal para el maíz, es un ambiente con días soleados, noches frescas, temperaturas y vientos moderados.

2.4.3 Luminosidad

Cruz (2013), menciona que el maíz requiere bastante cantidad de luz solar, bajando su rendimiento en los climas húmedos. Necesita abundante insolación para máximos rendimientos. La intensidad óptima de luz está entre 32.3 y 86.1 klux (Baradas, 1994; citado por Corral et al., 1999).

2.4.4 Precipitación

El agua en forma de lluvia es necesaria y benéfica ya que en ciertas ocasiones existe un control de plagas en forma natural, sobre todo cuando la

planta está en el período de crecimiento. Una variedad tropical de maíz con un ciclo de cultivo de 120 días, requiere aproximadamente de 600 a 700 mm de agua durante su ciclo vegetativo (Cruz, 2013). De la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mm, dependiendo de la variedad y del clima (Corral et al., 1999).

Las necesidades hídricas o de agua varían en las diferentes fases del cultivo, cuando las plantas comienzan a germinar requieren una menor cantidad de agua pero manteniendo una humedad constante. Durante la fase del crecimiento vegetativo es cuando se requiere una mayor cantidad de agua y se recomienda realizar riegos suplementarios.

La fase de floración es el período más crítico porque de ella depende el llenado de grano y la cantidad de producción obtenida, por lo que se recomienda hacer riegos suplementarios, entre unos 8 a 20 días antes de la floración, para evitar el estrés hídrico y mantener la humedad, para asegurar una polinización eficaz y un llenado total de granos. Los períodos críticos por requerimiento de agua son en general; el espigamiento, la formación de la mazorca y el llenado de grano (Baradas, 1994; citado por Corral et al., 1999).

2.4.5 Humedad ambiental

Lo mejor es una atmósfera moderadamente húmeda (Benachio, 1982; citado por Corral et al., 1999).

2.5 Condiciones edáficas

2.5.1 Suelos

Cruz (2013), menciona que los suelos más apropiados para la producción de maíz son los suelos francos o francos arcillosos con buen drenaje. Prospera en suelos de textura ligera a media (Corral et al., 1999).

2.5.2 Salinidad

Tolera la salinidad, siempre cuando que ésta no sea mayor que 7 mmhos/cm (Corral et al., 1999).

Este cultivo se considera moderadamente sensible a la salinidad. La disminución del rendimiento como consecuencia del aumento de la salinidad del suelo es la siguiente: 0% para una conductividad eléctrica de 1.7 mmhos/cm; 10% para 2.5 mmhos/cm, 25% para 3.8 mmhos/cm; 50% para 5.9 mmhos/cm y 100% para 10 mmhos/cm (Doorenbos y Kassam, 1979; citado por Corral et al., 1999).

2.5.3 pH

El pH óptimo está entre 5.5 y 7.5 (moreno, 1992).

2.6 Factores asociados en la producción de maíz (*Zea mays* L.) en Culiacán, Sinaloa

2.6.1 Ubicación

Fisiográficamente el estado de Sinaloa se ubica dentro de la planicie costera noroccidental, la cual a su vez colinda directamente con la sierra madre occidental. Geográficamente se localiza al noroeste de la república mexicana, colindando al norte con los estados de Sonora y Chihuahua, al este con Durango, al sur con Nayarit y al oeste con el Océano Pacífico y Golfo de California. El 48%

del estado presenta clima cálido subhúmedo localizado en una franja noreste-sureste que abarca desde Choix hasta los límites con Nayarit, el 40% es clima seco y semisecho presentes en una franja que va desde El Fuerte hasta Mazatlán, el 10% es muy seco y se localiza en la zona de los Mochis, el restante 2% es clima templado subhúmedo localizado en las partes altas de la sierra Madre Occidental (INAFED, 2014).

El municipio de Culiacán se encuentra en la región central del estado de Sinaloa, entre los meridianos $106^{\circ} 56' 50''$ y $107^{\circ} 50' 15''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y las coordenadas extremas de los paralelos $24^{\circ} 02' 10''$ y $25^{\circ} 14' 56''$ de latitud norte. Su cabecera municipal tiene una altura media de 53 metros sobre el nivel mar. La temperatura media anual de este municipio va de 24°C , con una mínima de 2°C , con una precipitación pluvial promedio de 685 milímetros, el clima es húmedo y caliente en verano, mientras que en invierno la temperatura es agradable, con escasas precipitaciones, los vientos dominantes se desplazan en dirección noroeste, desarrollando una velocidad aproximada de dos metros por segundo (INAFED, 2014).

2.6.2 Orografía

El relieve del municipio se encuentra bien definido por una parte montañosa y la planicie costera; la región fisiográfica de los altos es una porción relativamente grande que forma parte de la vertiente del pacífico de la sierra Madre Occidental, que presenta alturas de 300 a 2,100 metros sobre el nivel mar.

La porción costera está formada por planicies no mayores a los 40 metros sobre el nivel mar y por costas de emersión, principalmente resultado de la aparición de parte de la plataforma continental, que ha salido a la luz por el descenso del nivel del mar. (INAFED, 2014).

2.6.3 Hidrografía (INAFED, 2014)

El municipio de Culiacán es atravesado por cuatro corrientes hidrológicas: los ríos Humaya, Tamazula, Culiacán y San Lorenzo; el Humaya tiene su origen en el estado de Durango, entrando a Sinaloa por el municipio de Badiraguato, sus aguas son controladas por la presa Licenciado Adolfo López Mateos. El río Tamazula nace en la Sierra Madre Occidental en las cercanías del valle de Topia, su corriente es controlada por la presa Sanalona; los ríos Humaya y Tamazula se unen frente a la ciudad de Culiacán para formar el río Culiacán, que finalmente desemboca en el Golfo de California; el río San Lorenzo nace en la Sierra Madre Occidental dentro del Estado de Durango, se interna a Sinaloa a través del municipio de Cosalá y desemboca en el Golfo de California. (INAFED, 2014).

El Estado de Sinaloa es disectado y drenado por 11 corrientes hidrológicas entre las que sobresalen en el norte los ríos Fuerte, Sinaloa y Evora o Mocorito; en el centro, los ríos Humaya, Tamazula, Culiacán, San Lorenzo y Elota; en el sur, los ríos Piaxtla, Baluarte y Cañas. Todos ellos en conjunto acarrearán un promedio de 15,000 millones de metros cúbicos anuales, esto, sumado a la infraestructura hidráulica en operación, sustenta la base de la agricultura sinaloense. (INAFED, 2014).

2.6.4 Ríos

Cuadro 3. Ríos existentes en Sinaloa (INAFED, 2014).

Río	Nacimiento	Municipios que recorre	Desembocadura	V.m.A. (millone m3)
Fuerte Sinaloa	Sierra de los tepehuanes (Chihuahua)	Choix, el Fuerte y Ahome	Boca de Ahome	4,838
Mocorito	Cordón del diablo, alrededor de Guadalupe Y calvo Chihuahua	Sinaloa y Guasave	Punta perihuate	1,608
Culiacán (Humaya, Tamazula)	Municipio de badiraguato	Mocorito, salvador Alvarado y Angustura	Bahia de santa maria frente a la isla mro	134
San Lorenzo	Sierra Madre Occidental en Durango	Badiraguato, Culiacán y Navolato	Ensenada del pabellón frente a la península de lucenilla	2,461
Elota	Quebrada san Gregorio, Durango	Cosala y CUIiacán	Boca san Lorenzo, junto a la laguna litoral de quevedo	1,572
Piaxtla	San Miguel de cruces, Durango	Cosala, Elota	Cerca de punta san Miguel, en la boca del río del mismo nombre	444
Quelite	Sierra Madre Occidental, Durango	San Ignacio	Boca del río Piaxtla	1,357
Presidio	Límites municipios san Ignacio y Mazatlán	San Ignacio y Mazatlán	Cerca de punta roja al sur de marmol	94
Baluart	Sierra Madre Occidental al poniente de la ciudad de Durango	Mazatlán	Isla de la piedra, al sur de Mazatlán	1,082
Cañas	Sierra las ventanas agua nueva, la peña de Durango	Rosario	Boca del baluarte	1,518
Total	Sierra Madre Occidental en los límites de Durango, Nayarit y Sinaloa	Esquinapa	Teacapan	92
				15,200

En el estado de Sinaloa el desarrollo de la agricultura altamente tecnificada, tiene su base en el abastecimiento de las áreas de riego por medio de la construcción de obras de almacenamiento y su distribución por redes de Canales y drenes, que conducen el agua por gravedad o bien mediante la perforación de pozos para extraer agua por bomba.

3 PAQUETE TECNOLÓGICO

3.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno (o labores de presiembra) son los trabajos necesarios que se realizan en el suelo de cultivo para mejorar sus características físicas y, de este modo, proporcionar, primeramente, las condiciones óptimas para una buena germinación de la semilla, emergencia uniforme de las plantas y un buen desarrollo radicular durante las etapas iniciales del cultivo (Meza y Angulo, 2008).

A este conjunto de trabajos también se le conoce como métodos de labranza. Con la preparación del terreno podemos reducir las poblaciones de insectos plaga (huevecillos, larvas y adultos) que viven en el subsuelo, al exponerlos a la luz y, también, podemos destruir maleza existente en el suelo del cultivo. Como en el centro de Sinaloa el maíz de riego se siembra en suelos de barrial y de aluvión, no podemos estandarizar los pasos de preparación de terreno, pues para cada tipo de suelo existe un manejo específico. Dentro de los métodos de labranza tenemos tres tipos: tradicional, mínima o reducida y cero o siembra directa. A continuación se mencionan los pasos de la labranza tradicional y para qué suelo se recomienda cada uno.

3.1.1 Subsoleo

El subsoleo, también conocido como piqueo o cincelado profundo, se realiza para aflojar el suelo, aumentar la aeración, mejorar el drenaje y la distribución de la humedad, destroncar y despedregar; todo ello para favorecer el crecimiento radicular de las plantas cultivables. Esta labor se realiza en la

dirección a la marca de siembra, cuando el contenido de humedad del suelo se aproxima la capacidad de campo, que es entre 1 (suelos de aluvión) y 1.98 bares² (en suelos de barrial), es decir, cuando la humedad del suelo permite el paso de la maquinaria (Meza y Angulo, 2008). Esta labor se recomienda, principalmente, en suelos con problemas de compactación, ya sean de barrial o aluvión. Para realizar el subsoleo se requiere un tractor de 120 caballos de fuerza (HP), como mínimo. (Angulo, 2012).

3.1.2 Barbecho

El barbecho es una práctica agrícola que nos ayuda a romper, aflojar y voltear la capa arable e incorporar los residuos de malas hierbas y de la cosecha anterior, para acelerar su descomposición y aumentar, así, la fertilidad y el contenido de la materia orgánica en el suelo. También ayuda a la aireación y a eliminar un porcentaje grande de las plagas del suelo, al exponer a éstas, junto con sus huevos, larvas y pupas, a condiciones ambientales desfavorables para ellas, como el sol, el aire de la superficie y sus enemigos naturales. El mejor momento para realizar el barbecho es después de la cosecha del cultivo anterior, se aprovecha la humedad residual del suelo para que el arado penetre a la profundidad deseada, que es 30 cm; además, de esta forma el suelo capta mayor cantidad de agua durante la temporada de lluvias en verano. Para evitar la erosión en la próxima siembra, el barbecho se debe realizar atravesando la marca de siembra del cultivo anterior y, para esta labor, se requiere un tractor de 100 HP. (Angulo, 2012).



Barbecho. Esta labor debe realizarse después de la cosecha y antes de las lluvias.

3.1.3 Rastro

Se realizan de dos tres pasos de rastra; el primero es para eliminar la maleza que emergió durante la temporada de lluvias y para desmenuzar los terrones grandes que quedaron del barbecho. El segundo paso de rastra se realiza, ya sea atravesando o en dirección diagonal al primero, y el propósito de éste es dejar partículas más finas, para poder realizar una buena cama de siembra, que permita el buen desarrollo radicular del cultivo. Según como quede el suelo, con este segundo paso de rastra, depende si se realiza un tercer paso o se procede a la nivelación o tabloneo del terreno (Meza y Angulo, 2008).

3.1.4 Nivelación o tabloneo

Esta labor permite emparejar la superficie del terreno, lo que ayuda a obtener una uniformidad en la germinación de la semilla, emergencia de plantas y mejor manejo del agua de riego.

En la actualidad, la tecnología más avanzada para este caso es la nivelación láser, pero esta labor se puede realizar con escrepa o, mínimamente, a base de tabloneo. Curvas de nivel y riego de presiembra en suelos de aluvión

Una vez realizada la nivelación del terreno, en suelos de aluvión, se procede a marcar las curvas de nivel para realizar el riego de presiembra por inundación. En este tipo de suelos, de acuerdo con la experiencia de los productores, resulta más eficiente el manejo de riego.

Meza y Angulo (2008), sugieren que la uniformidad del riego es mejor con las curvas de nivel que dirigiendo el agua por surcos. Posteriormente, una vez que la humedad del suelo permite el paso de la maquinaria se procede a borrar los bordos de las curvas y a sembrar en plano, con una separación entre hileras de siembra de 75 cm. Se concluyen, así, los trabajos de presiembra en suelos de aluvión.

Para suelos de barrial, la preparación de terreno continua con las siguientes labores. Marca de siembra o surcado. En suelos de barrial, la marca de surcos puede ser de 75 a 80 cm de separación. Actualmente en Sinaloa, principalmente en el norte, desde 1999 se están realizando trabajos con diferentes arreglos topológicos, en donde se han validado siembras de doble hilera en surcos de 80 cm, surcos angostos a 40 cm, surcos angostos a 50 cm y el método 40-60 (doble hilera con separación de 40 cm entre hileras, en camas de 1 m de ancho). Dentro de estos métodos, hasta hoy, en las pruebas realizadas oficialmente en el centro

de Sinaloa, los mejores resultados han mostrado, comparados con los métodos tradicionales, son los surcos a 50 cm y el de 40-60 (Meza y Angulo, 2008).

Pero debido a que falta realizar pruebas en diferentes tipos de suelo, con cada uno de estos métodos, y validar dosis de fertilización y en densidades de población en estos métodos, es aventurado e irresponsable pretender recomendar alguno de ellos, por eso, es este documento se aconseja la marca de surcos tradicional que ya conocemos, que es la de surcos de 75 a 80 cm de separación.

Cuadro 4. Almacenamiento de presas de Sinaloa al 25 de sep. de 2011 en Hm³.

Presa	Almacenamiento (Hm ³)	Almacenamiento (%)
1 Luis Donaldo Colosio	1368.4	47.1
2 Miguel Hidalgo y Costilla	1474.3	50.5
3 Josefa O. de Domínguez	231.8	46.1
4 Gustavo Díaz Ordaz	588.8	31.7
5 Guillermo Blake Aguila	96.7	32.2
6 Eustaquio Buelna	43.7	48.5
7 Adolfo López Mateos	853.5	27.7
8 Sanalona	328.4	48.8
9 Juan Guerrero Alcocer	17.1	31.2
10 José López Portillo	807.6	31.3
11 Aurelio Benassini V.	201.8	48.6
Total	6012.1	40.34

Al momento de la marca es muy importante ver que el equipo lleve el mismo número de surcos que lleva el equipo sembrador, para no tener problemas con los cierres de marca al momento de la siembra junto con la labor de marca, algunos productores aplican una parte de fertilizante.



Marca de surco y aplicación de fertilizante (gas amoniaco) en un solo paso

3.1.5 Trazo de canales y riego de presiembra en barrial (Angulo, 2012)

Una vez concluidas las labores de surcado (o marca para siembra) en suelos de barrial, se procede a trazar los canales para aplicar el riego de asiento o presiembra, la distancia entre un canal y otro debe ser de 200 a 250 m.

De esta manera se realiza un mejor manejo del agua y, en caso de aplicar algún fertilizante por este medio (líquido o gas), su distribución es más uniforme.

La lámina de riego que se aplica es de aproximadamente 20 cm, pues el riego es a trasporo. Se procura humedecer todo el terreno.

Borrar canales y escarificación o descostre

En los suelos de barrial, una vez que la humedad del suelo lo permita, se procede a borrar los canales, para posteriormente revivir el surco y eliminar la costra que se forma, por la humedad, sobre el lomo del surco. Al realizar esta labor, muchos productores aprovechan para aplicar algo de fertilizante, al igual que en la marca de surcos. De esta manera, concluimos con los pasos de la labranza tradicional. Se puede decir que el terreno está listo para la siembra.

La producción obtenida en el sistema de riego por aspersión fue de 11.67 ton/ha: se necesitaron 45 mil 108 litros para producir una tonelada de maíz y la producción en el sistema de riego rodado fue de 10.95 ton/ha, se ocuparon 73 mil 925 litros para producir una tonelada de maíz. La lamina aplicada al riego rodado 80 cm, mientras que en el riego por aspersión 52.64 cm. En el riego por aspersión es recomendable programar los riegos de auxilio, para no aplicar en la etapa de polinización: el golpeteo del agua tumba el polen de la espiga de la planta de maíz. (Angulo, 2011).

3.2 Selección de híbridos

Meza y Angulo (2008), mencionan que en el centro del estado de Sinaloa, debido a que el maíz blanco se produce en zonas de riego, principalmente, el 100% de la superficie sembrada en esta modalidad utiliza semilla híbrida de las diferentes compañías presentes en la región, como Asgrow, Pioneer, Dekald, Crisres, Dow AgroSciences, Garst, NK, Techag, Crecer, Unisem, Aspros, Cristiani, Burkard y Con Lee.

Al momento de aplicar cualquier método de siembra debe de tomarse en cuenta que se incrementará el número de semillas y, por consecuencia,

aumentará el número de plantas por hectárea, lo que obliga a tener una mayor selección del material o híbrido que se sembrará.

Para altas poblaciones (arriba de 110,000 plantas por hectárea) se recomiendan híbridos de porte bajo, hojas semierectas, con altura de mazorca en la parte media de la planta, tolerante a plagas y enfermedades, adaptados a la zona y con alto potencial productivo.

. El rendimiento de un híbrido puede variar, de acuerdo al manejo agronómico que se le proporcione, fecha de siembra, variaciones climáticas y tipo de suelo en que se establezca.

Para la elección de un híbrido de maíz se debe tomar en cuenta, además de su potencial de rendimiento, que tenga un porcentaje de germinación superior a 90% y un vigor superior a 80%, esto se puede determinar en un laboratorio.

Cabe resaltar que la respuesta productiva de cada híbrido es variable en función de la estructura y de la fisiología de la planta, por lo que los niveles de incremento en rendimiento son directamente proporcionales al grado de adaptación de cada material.

Cuadro 5. Rendimiento de forraje y características agronómicas de híbridos de maíz sobresalientes en altas densidades de población. CELALA-CIRNOC-INIFAP 2002.

Hibrido	Forraje seco T/ha	Rend. En Grano	% plantas estériles	% grano	% acame	Altura planta (cm)	Días floraci
N7590	21.69	12.49	5	58	0	235	55
GARST8342	19.843	11.33	9	57	0	235	55
Z21	25.37	10.15	5	40	0	258	59
3025W	20.07	9.93	4	49	0	242	58
C908	23.92	8.72	12	36	11	259	61
GARST8285	17.74	8.32	12	47	0	238	59
A7573 (Testigo)	16.07	6.74	9	42	29	250	64

Fuente: (Reta et al., 2002) CELALA-CIRNOC-INIFAP 2002.

3.2.1 Recomendación para su uso

El paquete tecnológico de producción de maíz incluye además de la recomendación de la siembra de híbridos como H-520, H-513, H-562 entre otros y la variedad sintética VS-536; una densidad de población de 55 a 60 plantas efectivas con mazorca, la que se obtiene sembrando a una distancia entre surcos de 80 centímetros y depositando una semilla cada 17-19 cm cuando se realice la siembra con maquinaria y de dos a tres semillas cada 50 centímetros, si ésta se realiza en forma manual. Con respecto a la fertilización se sugiere aplicar la fórmula 82-92-0, la cual se logra con la aplicación de 100 Kg. de urea y 200 Kg. de

superfosfato triple de calcio o en su caso 200 Kg. de 18-46-0 al momento de la siembra y 100 Kg. al aporque o al “embuche” si ésta es manual. Asimismo, es importante tener libre de malas hierbas los primeros 45 días del cultivo, realizar un control integral de gusanos, a través de liberar 30 pulgadas de *Trichogramma sp*, desde la emergencia del cultivo hasta que el grano se encuentre a madurez

3.3 Siembra

Meza y Angulo (2008), definen como una buena siembra, aquella dónde la diferencia entre la cantidad de plantas deseadas y las efectivamente logradas es mínima, donde la separación entre ellas es uniforme y en la que el tiempo transcurrido para emerger es el mismo factible para la mayor parte de la población.

3.3.1 Calidad de siembra

La calidad de siembra es una serie de procedimientos con el objetivo de depositar la semilla en el suelo, con una densidad de siembra objetivo, con separación entre semillas homogénea, que permita desarrollar plantas vigorosas y proveer mazorcas uniformes, expresadas en mejores rendimientos (Pioneer, 2007).

3.4 Condiciones del suelo para la siembra

En suelos de barrial, la siembra se puede realizar en suelo seco o húmedo, lo más recomendable es sembrar sobre humedad. Sembrar en seco, en suelo de barrial, es más conveniente cuando la fecha de riego está próxima y se requiere ahorrar tiempo, para ello se debe aplicar un herbicida preemergente.

En suelos de aluvión, la siembra debe ser sobre humedad, en caso contrario: si siembra en seco y después se riega, la semilla no nacerá por problemas de taponamiento. Se debe cuidar que la humedad del suelo sea uniforme a la profundidad de 2.5 a 5 cm y que esta humedad permita el paso de la sembradora. La forma más práctica de medir la humedad adecuada para la siembra es tomar un puño de tierra con la mano, al apretarlo se debe formar una masa pero no debe escurrir agua. Para ver si es posible el paso de la sembradora, se entierra un machete, si al sacarlo sale húmedo, pero sin suelo o lodo adherido, entonces la tierra está en su punto de siembra. La temperatura media del suelo, a la profundidad de 5 cm, debe ser superior a 10°C. (Moraila, 2012)

3.4.1 Tratamiento de la semilla

Desde la siembra, a las primeras etapas de desarrollo del cultivo, la planta de maíz puede ser afectada por plagas del suelo (como el gusano trozador y la gallina ciega, principalmente); por tal motivo, es recomendable tratar la semilla con algún insecticida para prevenir el ataque.

Meza y Angulo (2008), proponen de acuerdo con los trabajos realizados por el centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa (CVTTS), que el mejor tratamiento que ha dado buenos resultados, es la aplicación de 1 litro de thiodicarb por cada 100 kg de semilla.

3.4.2 Fecha de siembra

Las experiencias adquiridas en las validaciones del CVTTS, en la zona centro del estado de Sinaloa, indican que la fecha de siembra es recomendable del 15 de noviembre al 10 de diciembre. Las siembras tempranas (del 1 al 10 de noviembre) tienen mayor problema con gusano cogollero y las siembras tardías (posteriores al 15 de diciembre) presentan mayores problemas de roya o chauixtle y de mosca pinta o del estigma (Meza y Angulo, 2008).

3.4.3 Densidad de siembra

Para lograr que la sembradora deposite las semillas deseadas, ésta se debe calibrar fuera del terreno, en donde se pueda contar fácilmente el número de semillas por metro (semillas por metro que tira). La densidad de siembra recomendada dentro de las marcas de surcos tradicionales es de 100 mil a 112 mil 500 semillas por hectárea; esto se logra al sembrar de ocho a nueve semillas por metro lineal, si la separación entre surcos es de 80 cm, y de 7.9 a 8.45 semillas por metro lineal si la separación entre surcos es de 75 cm. En la siembra es muy importante tomar en cuenta que, de ser posible, se utilice sembradora neumática de precisión, que los orificios del disco sembrador sean los adecuados al tamaño de la semilla que se va sembrar, cuidar que la velocidad del tractor no sea mayor de 5 km por hora y depositar la semilla a una profundidad uniforme de 5 cm (nivelar la sembradora). (Moraila, 2012)

De esta manera es como se puede obtener una menor diferencia entre la cantidad de plantas deseadas y la cantidad de plantas efectivas logradas. En suelos de barrial, después de la siembra se recomienda pisar con el rodado del tractor la

hilera de siembra, pues, de acuerdo a la experiencia de algunos productores, con esta labor disminuye el escape de la humedad y se asegura, así, una mejor germinación de semilla y emergencia de plantas. Debido a lo anterior, otros productores han optado por armar su propio equipo pisador (jalado por un tractor), que consiste en una barra con cuatro y hasta seis ruedas, lo que depende de la cantidad de botes sembradores de la sembradora (Moraila, 2012).

3.5 Fertilización

Meza y Angulo (2008), sugieren que la fertilización, en cuanto a sus dosis, fuentes y épocas de aplicación, se tiene que definir en dos aspectos clave: primero, la fertilidad natural, mediante un análisis de suelo, y, segundo, la meta de producción. Pero, de manera general, se recomiendan cuatro aplicaciones: una en presiembra, otra al cierre de cultivo, una tercera al inicio de floración y la última al llenado de grano. Este método proporciona una nutrición más balanceada al cultivo y favorece su rendimiento.

La fertilización es muy importante, primero, realizar un análisis de suelo, tratando que la muestra sea lo más representativa posible del lote de producción, que aun y cuando sabemos que no es muy preciso, pues en ocasiones la forma de muestrear no es la correcta, es, hasta ahora, la técnica científicamente más exacta para conocer el nivel de nutrición de un suelo. Por supuesto que entre más submuestras se tomen en un lote, más exacta y precisa será la muestra final y, por lo tanto, el resultado del análisis (tomar mínimo 10 submuestras por cada 10

hectáreas en diferentes puntos del terreno, de preferencia en zigzag) (Meza y Angulo, 2008).

Con el análisis de suelo podemos saber si nuestro suelo es de baja o alta fertilidad, si es ácido (pH menor de 7.0) o alcalino (pH superior a 7.0) y su contenido de materia orgánica. Con estos datos, un técnico capacitado puede definir los nutrientes que debemos aplicar y las fuentes más convenientes que nos aporten estos nutrientes (Meza y Angulo, 2008).

En la producción de maíz, el nutriente, al que los productores le dan mucha importancia, es el nitrógeno (N), pero éste, al igual que todos los demás, ocupa la relación con otros nutrientes y diversos factores para su mejor asimilación por la planta. Una nutrición balanceada en el cultivo del maíz (como en todo organismo) proporciona mayor resistencia a plagas y enfermedades. Los principales nutrientes que requiere el maíz para una alta productividad son: Los macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K); los nutrientes secundarios calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y microelementos como el fierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu) y boro (B), estos últimos, sobre todo, en suelos alcalinos, en donde se bloquea su asimilación.

Para producir una tonelada de grano de maíz se requieren 23 kilogramos por hectárea (kg/ha) de nitrógeno (N), 10.7 kg/ha de fósforo (P) Y 25 kg/ha de potasio (K). (Meza y Angulo, 2008).

Por lo tanto, de acuerdo al potencial productivo de cada suelo y al resultado de su análisis químico será la aportación de nutrientes a aplicar. En cuanto a la etapa de aplicación de cada nutriente, el 40% del nitrógeno se puede utilizar en presembrado, durante el riego de presembrado, o de preferencia, durante la

escarificación y el 60% restante durante el cultivo y abierta de surco. De requerirse fósforo y potasio, el 100% de éstos, por su lenta movilidad, se debe aplicar en presiembra, preferentemente durante la marca de surcos. El fósforo es más asimilable en combinación con el nitrógeno, procedente de fuentes amoniacales como el fosfato monoamónico o MAP (11-52-00) y el fosfato diamónico o DAP (18-46-00); pero para los suelos de las zonas maiceras de la región central del estado de Sinaloa, que en su mayoría son suelos alcalinos con Ph superior a 7.0, es más conveniente aplicar el MAP por su reacción ácida. En cuanto a los micronutrientes, la forma más fácil de aplicarlos es vía foliar, pues éstos se requieren en pequeñas cantidades. (Meza y Angulo, 2008).

El zinc es el micronutriente al que mayor respuesta muestra al cultivo de maíz, pero, últimamente, en la zona centro de Sinaloa se ha encontrado deficiencia de magnesio en algunos lotes. Cuando se sospeche de deficiencia de micronutrientes en la planta es importante realizar un análisis foliar, pues es muy fácil confundir los síntomas de deficiencia de cualquiera de éstos con algunas enfermedades o fitotoxicidad por algún químico. Una sobredosis de un producto pudiera ser contraproducente en el cultivo. Se puede tener una buena fertilización a base de elementos mayores, pero si existe una carencia de micronutrientes la función de los primeros será limitada; de ahí que se insiste en la importancia del balance nutricional para lograr altos rendimientos de grano en maíz. (Meza y Angulo, 2008).

Cuadro 6. En el siguiente cuadro se muestran las fuentes de nutrientes más utilizadas para el cultivo de maíz. Fertilizantes y sus formulaciones **Concentración por porcentaje** (Meza y Angulo, 2008).

Fuentes	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre
Amoniaco anhidro	82	00	00	00
Urea	46	00	00	00
Sulfato de amonio	21	00	00	24
Fosfato diamónico	18	46	00	00
Fosfato monoamónico	11	52	00	00
Sulfato de potasio	00	00	50	17
Cloruro de potasio	00	00	61	00

Actualmente, la mayoría de micronutrientes se encuentra en el mercado en forma de quelatos, para su aplicación vía foliar o en el agua de riego. Otra alternativa, en cuanto a nutrición de maíz, son los fertilizantes orgánicos, ya sea mediante la utilización de compostas, harinas de rocas o humus líquido de lombriz; solo que para ello es importante recordar que, debido al bajo porcentaje de materia orgánica y a la baja o nula actividad microbiana de nuestros suelos, en la zona centro de Sinaloa, es arriesgado cambiar por completo a este tipo de fertilización.

Se recomienda ir cambiando paulatinamente a estos sistemas, alternándolos con los métodos de labranza de conservación.

Esto último es importante, pues el alza en los insumos agrícolas, en este caso los fertilizantes como la urea y el gas amoniaco, despiertan la inquietud en los

productores, no solo de maíz sino en general, de buscar otras alternativas para lograr un método de producción sustentable y competitivo.

3.5.1 Macro y microelementos

Además de N, P y K, las plantas necesitan de otros elementos del suelo, los cuales son requeridos en menor proporción. Entre ellos, los más utilizados son el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S). El calcio y el magnesio pueden formar parte de materiales de encalado, los cuales se recomiendan para suelos ácidos. El magnesio y el azufre también pueden estar presentes en algunas fórmulas y en fertilizantes simples. En su conjunto constituyen los macroelementos. Existen algunos nutrimentos también muy importantes, que la planta utiliza en cantidades mínimas. Estos últimos se denominan microelementos. Entre los más conocidos están el hierro, el manganeso, el zinc, el cobre, el boro, el molibdeno y el cloro. Algunos microelementos pueden estar presentes en fertilizantes comunes y en materiales de encalado como impurezas. Debido a las pequeñas cantidades que las plantas requieren de los mismos, los micro-elementos son muy populares como componentes de abonos foliares (Álvarez-Solís et al., 2010).

La materia orgánica del suelo es un verdadero reservorio natural y es la fuente más equilibrada de elementos nutritivos, los cuales retiene y/o libera lentamente, por lo que es especialmente importante en el caso de los microelementos. Además, mejora la estructura del suelo, aumenta la retención del agua y es fuente de energía para la vida del suelo (Álvarez-Solis et al., 2010).

Algunos elementos son más propensos a acumularse en el suelo, entre ellos el fósforo; otros, como el nitrógeno, se pierden fácilmente por diferentes vías. La pérdida o la inmovilización de elementos nutritivos están asociadas con algunas características del suelo y el clima. Entre ellas, deben mencionarse la pendiente del terreno, la textura, el tipo de arcilla, el pH, el contenido de materia orgánica y la cantidad e intensidad de las lluvias. El productor puede mejorar, en gran medida, la eficiencia de uso de los fertilizantes por el cultivo a través del empleo de tecnologías apropiadas, acordes con sus conocimientos y experiencia (Álvarez-Solís et al., 2010).

3.5.2 Fertilización nitrogenada en maíz

Vázquez (2011) evaluando equipos para la medición de N en maíz reporta que aplicando 457 kg de urea obtuvieron el mayor rendimiento con 16.63 ton/ha. Medido con equipo Green Seeker.

Según Álvarez-Solís et al., (2010) La planta de maíz utiliza el nitrógeno durante todo su ciclo. En la absorción del mismo se distinguen tres fases marcadas, estas son:

1. Desde el nacimiento hasta cerca de un mes antes de la aparición de las barbas o inflorescencias femeninas. Al final de ese período se completa cerca de 10% de las necesidades totales del elemento.
2. Desde un mes antes de la aparición de las barbas, con aumentos en la absorción hasta un máximo durante la aparición de las panojas. Este es el período de mayor demanda, de ahí la importancia del reabonamiento

nitrogenado oportuno. Para la época de aparición de las barbas las plantas ya han extraído más de 60% de sus necesidades.

3. Fase posterior a la aparición de las barbas. La absorción se hace más lenta, lo que depende, en parte, del material genético. Existen cultivares capaces de continuar la absorción del nitrógeno durante períodos más largos.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados en forma fraccionada permite una mejor utilización del nitrógeno, particularmente en suelos con texturas gruesas, sujetos a pérdidas del elemento por lavado. Fuentes comunes de fertilizantes nitrogenados corresponden a la urea, el sulfato de amonio, el nitrato de amonio, los fosfatos monoamónico y diamónico, así como numerosas fórmulas compuestas. (Álvarez-Solís et al., 2010).

Los abonos nitrogenados aplicados sobre la superficie del suelo tienden a perderse por drenaje superficial o por volatilización; esto último es más grave en el caso de fuentes amoniacales en suelos de pH alto. Las tierras erosionadas requieren, en general, mayores cantidades de nitrógeno. La respuesta de la planta al fertilizante nitrogenado también depende del contenido de otros nutrimentos, particularmente del fósforo. En el primer tratamiento (450 kg/ha de UREA), se aplicó un 20% del total a la siembra, un 40% en estado de 4 hojas y el último 40% en estado de 7-8 hojas. En el segundo tratamiento (350 kg/ha de UREA), se aplicó el 67% de la Urea en cuatro hojas, un 16,5% en 7-8 hojas y la última fracción de 16,5% a principios de la floración femenina (aparición de las barbas). (Álvarez-Solís et al., 2010).

Cuadro 7. Dosis de nitrógeno, momentos de aplicación y rendimiento. Álvarez-Solís et al, 2010.

Fertilización		4 hojas	7-8 hojas	Floración masculina	Rinde
	Presiembra				
Ensayo 1	100	200	150	0	14.700 kg/ha.
Ensayo 2	0	200	75	75	13.500 kg/ha.

3.6 Malas hierbas

Las malas hierbas representan un papel importante en la producción agrícola. Un mal manejo de estas puede reflejarse en la reducción del rendimiento de los cultivos, elevación de los costos de producción y en casos severos pérdida total del cultivo. La cantidad de alimentos perdidos por competencia de las malezas con los cultivos, se ha estimado en un 25% de la producción potencial de los países en desarrollo, 10% en los países con un nivel internacional de tecnología agrícola y 5% en aquellos países adelantados; con un promedio general de 11.5%, equivalente a 287. 5 millones de toneladas por año en diversos cultivos (Klingman y Ashton, 1984). Uno de los problemas más elementales que ha presentado el maíz y frijol durante los últimos cinco años son los generados por las malas hierbas, y más marcado con respecto al primero de estos cultivos debido, a que este en Sinaloa se ha convertido en un monocultivo y cada vez va en aumento el uso de agroquímicos para el control de las mismas. Con respecto al uso de herbicidas y los efectos colaterales que causan al ser aplicados al suelo:

Mársico (1980) señala que cualquiera que sea el método de aplicación de un herbicida, siempre una parte del producto llega al suelo.

Burril et al., (1977) señalan que la residualidad del herbicida puede ser examinada simultáneamente en campo y en invernadero por medio de bioensayos. En campo, la residualidad puede estimarse directamente plantando especies susceptibles en cada parcela a diferentes intervalos; o pueden extraerse periódicamente muestras de suelo de las parcelas, transferidas al invernadero y sembrar especies indicadoras (Burril et al., 1977). En invernadero, el suelo es tratado intencionalmente con los herbicidas, luego es sembrado con plantas indicadoras, para después medir la respuesta de la planta. El material puede o no ser incorporado al suelo, y repetir el procedimiento hasta que las plantas ya no presenten respuesta (Bolaños, 1989). Los herbicidas Pendimetalim, Oxadiazón y Mteribuzim, causan efectos residuales en frijol, garbanzo, maíz y trigo a los 15 y 30 DDA (Castro et al., 2009).

Se considera maleza a las plantas no deseadas dentro del área de cultivo, éstas compiten con el cultivo por aire, agua, luz y los nutrientes, lo que ocasiona una reducción en el rendimiento del cultivo y una disminución de la calidad del producto. La maleza presente al momento de la cosecha puede elevar el porcentaje de humedad o manchar el grano al ser remolida por el banco de la cosechadora, por lo que al productor le descuentan cierta cantidad por secado y otra por grano manchado. En cuanto al rendimiento, si no se controla la maleza a tiempo, ésta

puede ocasionar pérdida total. Un mal control de la maleza puede disminuir de 30 a 50% el rendimiento de grano. (Meza y Angulo, 2008).

Otros daños que ocasiona la maleza al cultivo de maíz es que sirve de hospedera de plagas y enfermedades y dificulta la cosecha. En la zona centro de Sinaloa encontramos una gran diversidad de plantas silvestres que afectan el desarrollo del cultivo de maíz, dentro de las más importantes, consideradas así por el daño económico que causan, estas son las siguientes:

Cuadro 8. Diferentes malezas presentes en la zona centro de Sinaloa (Meza y Angulo, 2008)

Nombre común	Ciclo	Nombre científico	Familia
Bledo o quelite	Anual	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
Girasol	Anual	<i>Heliantus</i> spp.	Asteraceae
Chual	Anual	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae
Estafiate	Anual	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC	Compositae
Amargozo	Anual	<i>Parthenium hyterophorus</i> L.	Compositae
Cadillo guachapone	o Anual	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Compositae
Meloncillo	Anual	<i>Cucumis melo</i> L., afín a variedad Agrestis	Cucurbitaceae

Coquillo	perenne	<i>Cyperu</i> ssp.	Cyperaceae
Hierba lechosa	Anual	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euforbiaceae
Golondrina	Anual	<i>Euphorbia</i> sp.	Euforbiaceae
Zacate johnson	perenne	<i>Sorghum halepense</i> L.	Gramineae
Pata de gallo	Anual	<i>Dactyloctenium aegyptum</i> L. Pers.	Gramineae
Cola de zorra	Anual	<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv.	Gramineae
Malva	Bianual	<i>Sida abutilifolia</i> Miller	Malvaceae
Verdolaga	Anual	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Portulacaceae
Tomatillo	Anual	<i>Physalis acutifolia</i> (Miers)	Solanaceae
Toloache	Anual	<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae

Fuente: Fundación Produce Sinaloa

3.6.1 Métodos de control de maleza (Meza y Angulo, 2008)

3.6.1.1 Control cultural

Se basa en el combate de maleza mediante deshierbes manuales y/o mecánicos; se puede llevar a cabo en terrenos sin sembrar, antes de la siembra, después de la emergencia del cultivo y hasta antes de la cosecha.

Este método de control cultural se recomienda cuando las infestaciones de maleza son fuertes, por lo que hay que realizar su control mediante las labores de preparación de terreno (como rastreos); posteriormente se efectúan deshierbes,

mediante el paso de cultivadora mecánica y, finalmente, se hacen escardas y deshierbes manuales para eliminar la maleza que hay entre las plantas.

3.6.1.2 Control químico

Se basa en el combate de las malas hierbas mediante productos químicos, llamados comúnmente herbicidas, éstos se pueden aplicar tanto en preemergencia como en posemergencia.

Para un buen control de las malas hierbas, mediante el uso de herbicidas, es importante, primero, identificar perfectamente el tipo de maleza presente en el terreno de siembra, para que en base a ello, se elija el producto adecuado y lograr erradicar el problema con el menor número de aplicaciones posibles.

Una vez que se tenga definido el herbicida a utilizar, que se conozca la dosis por hectárea y la cantidad de agua en la que se debe diluir para su aplicación, el paso a seguir es calibrar el equipo de aspersión para que tire la cantidad de agua deseada por hectárea y evitar, de esta manera, aplicar menos producto, lo que traería como consecuencia un mal control de maleza.

En contraparte, si aplicáramos producto de más, en casos de presiembra, puede causar residualidad y dañar el cultivo; peor aún, cuando se trata de aplicaciones con el cultivo en pie (posemergente); en este caso se pueden provocar daños severos a la planta, aun y cuando sean productos selectivos.

Por último, un detalle muy importante es revisar la etiqueta del producto y ver a qué nivel de pH del agua este producto es más efectivo, ya que hay químicos que trabajan mejor con pH ligeramente ácido (de 6 a 6.5) (Meza y Angulo, 2008).

En caso de que el agua a utilizar tenga pH mayor a los mencionados, puede utilizar vinagre para acidificar el agua antes de verter el herbicida. El método de control químico es recomendable en los casos en que los problemas de maleza no son muy severos y cuando no resulte más costoso su aplicación que se empleara el control cultural (Meza y Angulo, 2008).

3.7 Cultivo y abierta de surco

Una vez que el cultivo se encuentra en la etapa fenológica de V4 a V5 (entre la cuarta y quinta hoja) se realiza el cultivo abierta de surco. Esta actividad consiste en remarcar bien el fondo de surco para poder realizar una buena conducción de agua durante los riegos de auxilio y, al mismo tiempo, aporcar, (o darle tierra a la planta) para que ésta tenga un mayor sostén y reducir, con ello, el riesgo de acame y, por último, esta práctica nos permite eliminar, de manera mecánica, la maleza presente entre los surcos o hileras de siembra.

Al realizar esta labor se puede aprovechar y aplicar la fertilización correspondiente a esta etapa, de acuerdo con los resultados del análisis de suelo realizado en presiembra; antes de esto es preferible elaborar un análisis de planta para hacer posibles correcciones al programa de fertilización.

3.8 Riego

El agua es un factor muy importante en la producción de cultivos. Un riego influye ampliamente en los rendimientos. En el cultivo de maíz no solo es importante regar, sino saber cómo y cuánto regar. En el centro de Sinaloa, el maíz se cultiva en diferentes tipos de suelo y, además, dicha zona se caracteriza por

tener microclimas; por tal motivo hay algunas microzonas en las que con sólo cuatro riegos de auxilio, más el de presiembra, son suficientes para obtener un buen rendimiento.

En otras microzonas se requiere de, por lo menos, cinco riegos de auxilio, más el de presiembra, esto debido a que la demanda de agua de un cultivo es afectada por diferentes factores, como ciclo de desarrollo del híbrido a sembrar (precoz o tardío), tipo de suelo, temperatura ambiental, humedad relativa, precipitación pluvial, viento, luz, etc. En suelos de aluvión, el riego se realiza por inundación, al formar melgas o cuadros en curvas de nivel, que posteriormente se saturan de agua.

En suelos de barrial, el riego es dirigido por canales y, posteriormente, entre surcos, regando surco por surco. Hay suelos de barrial en los que se puede regar cada dos surcos (riego en surcos alternos), pues su textura permite que hacienda la capilaridad fácilmente la humedad. Para un buen manejo del agua de riego, en suelos de barrial se recomienda marcar canales a distancias no mayores de 250 metros de largo, uno del otro. No porque el lote les dé perfectamente el nivel para regar a más de 250 metros crean que es la manera más correcta de regar, pues lógicamente, no es la misma que en una parcela de 10 hectáreas el agua recorra 500 metros que 250; muchos productores dicen que esto no es práctico, pues pierden mucho terreno.

A continuación se muestra un ejemplo.

Se tiene una parcela de 10 hectáreas (500 m 200 m), en donde el productor, al regar los 500 metros obtiene un rendimiento de 11.5 toneladas por hectárea (t/ha). Al dividir la parcela por la mitad, para regar a distancia de 250 m,

el productor pierde 360 m² de terreno (canal de 1.8 m de ancho x 200 m de largo), esto quiere decir que si el rendimiento es de 11.5 t/ha, en la superficie de 360 m², que son 0.036 ha, se dejan de producir 414 kilos y la superficie de siembra se reduce a 9.928 ha (Meza y Angulo, 2008).

Pero resulta que el rendimiento fue de 12 t/ha, por lo que en las 9.928 ha (10 has con regaderas cada 250 m) se cosecharon 119.136 toneladas contra 115 toneladas que se cosecharon en 10 has, al regar a los 500 m. Por lo tanto, vemos que el productor no perdió 414 kilos en 10 ha, al regar cada 250 m, sino que gana 4.136 toneladas, comparado con la técnica de riego a 500 m. Lo anterior se debe a que se tienen un buen manejo y distribución del agua de riego, además, si se marcan tiradas cortas al aplicar un fertilizante o insumo en el agua de riego, la distribución de éste también es más uniforme que en tiradas mayores de 250 m. (Angulo- Santos, 2011).

Cuadro 9. Riegos en dos ciclos diferentes para el cultivo de Maíz.

Riego	Ciclo precoz	Ciclo tardío
Presiembra	0	0
Primer auxilio	40-45 dds	40-50 dds
Segundo auxilio	Floración	Floración
Tercer auxilio	Grano perlita	Grano perlita
Cuarto auxilio	Grano lechoso	Grano lechoso
Quinto auxilio		Grano lechoso- masoso (de ocho a 10 días después del ciclo anterior)

Fuente: Fundación Produce Sinaloa

3.9 Plagas primarias (Meza y Angulo, 2008)

El cultivo de maíz, en la zona centro de Sinaloa, es atacada por diversas plagas en sus diferentes etapas de desarrollo (emergencia, desarrollo vegetativo, floración, grano perlita, grano lechoso y grano masoso). La identificación correcta de las plagas y sus hábitos son de mucha importancia para evitar aplicaciones innecesarias de insecticidas selectivos y para lograr el rápido y eficiente control de las plagas que afectan al cultivo. Las principales plagas, catalogadas así por el efecto económico negativo que causan en el cultivo, se describen a continuación.

3.9.1 Gusano cogollero (*spodoptera frugiperda smith*)

El gusano cogollero es una plaga de importancia económica en distintos cultivos de nuestro país, estudios previos mencionan alrededor de 200 hospedantes, sin embargo, muestra mayor preferencia por el cultivo de maíz, en donde ocasiona un elevado porcentaje de daño (Agrosíntesis, 2014).

Este insecto ocasiona mayores daños en estado larvario, ataca las plantas de maíz en sus primeras etapas de crecimiento, raspa las hojas de la planta, en las que se observan pequeñas áreas transparentes. Cuando la larva alcanza cierto desarrollo empieza a comer follaje, preferentemente del cogollo, donde se observa excremento del gusano. El ataque de este insecto retrasa el crecimiento de las plantas, puede ocasionar la muerte total de ésta y provoca una disminución en el rendimiento de grano, de 10 al 100% (Meza y Angulo, 2008).

3.9.1.1 Descripción y ciclo de vida

El ciclo de vida se completa en unos 30 días durante el verano, pero 60 días en la primavera y el otoño, y de 80 a 90 días durante el invierno. El número de generaciones que se producen en una zona varía con la aparición de los adultos dispersantes. La capacidad de diapausa no está presente en esta especie (Capinera, 1999).

Huevecillo

Los huevecillos tienen forma de cúpula, la base es aplanada y unas líneas hacia arriba a un punto ampliamente redondeada en el ápice. Las medidas del huevo son alrededor de 0.4 mm de diámetro y 0.3 mm de altura. El número de huevecillos por masa varía considerablemente, pero a menudo es de 100 a 200, y la producción total promedio de huevecillos por hembra es alrededor de 1500, con un máximo de 2000. Los huevecillos a veces se depositan en capas, pero la mayoría de las veces los huevos se extienden sobre una sola capa unida al follaje. Las hembras también depositan una capa de escamas grisáceas entre los huevecillos, dando un aspecto peludo o con moho. La duración de la etapa de un huevecillo es tan solo de dos o tres días durante los meses de verano.



Figura 2. Masa de huevecillos con algunas larvas del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)

3.9.1.2 Larvas

Por lo general, son seis estadios en el gusano cogollero. Las larvas alcanzan longitudes de alrededor de 1.7, 3.5, 6.4, 10.0, 17.2 y 34.2 mm, respectivamente, durante estos estadios. Las anchuras de la cápsula de la cabeza son aproximadamente 0.35, 0.45, 0.75, 1.3, 2.0, y 2.6 mm en los estadios de 1-6. Las larvas jóvenes son de color verdoso con una cabeza de color negro, en el segundo instar la cabeza toma un color anaranjado y en este instar, pero particularmente en tercer estadio, la superficie dorsal del cuerpo se vuelve de color marrón, y las líneas blancas laterales comienzan a formarse. En los estadios de la cuarta a la sexta, la cabeza es de color marrón rojizo, con manchas de color blanco, y el cuerpo de color marrón lleva subdorsal blanco y las líneas laterales. Puntos elevados que se forman en la parte dorsal del cuerpo; por lo general son de color oscuro, y tienen espinas (Capinera, 1999).

La cara de la larva madura también está marcado con una (Y) blanca invertida y la epidermis de la larva es áspera o granular en la textura cuando se

examina de cerca. Sin embargo, esta larva no se siente áspera al tacto, al igual que el gusano del maíz o elotero (*Helicoverpa zea* Boddie), porque carece de los microespines que se encuentran en el gusano de la mazorca de maíz de apariencia similar. Además de la forma de color marrón típico de la larva del gusano soldado, la larva puede ser dorsalmente todo verde. En la forma verde, las manchas dorsales elevadas son pálidas en vez de oscuras. Las larvas tienden a ocultarse durante el tiempo más brillante del día. La duración de la fase larvaria tiende a ser alrededor de 14 días durante el verano y 30 días durante el invierno. La media de tiempo de desarrollo se determinó que era de 3.3, 1.7, 1.5, 1.5, 2.0 y 3.7 días para los estadios 1 a 6, respectivamente, cuando las larvas fueron criadas a 25 °C (Pitre y Hogg 1983, citado por (Capinera, 1999).



Figura 3. Larvas de gusano cogollero recién emergidas (izquierda) y Larvas de penúltimo y último instar (derecha). Inifap, Sinaloa).

3.9.1.3 Pupa

La pupación tiene lugar normalmente en el suelo, a una profundidad de 2 a 8 cm. La larva construye un capullo suelto, de forma oval que va de 20 a 30 mm de longitud, que va atando partículas de suelo con la seda. Si el suelo es demasiado duro, puede que la larva junte hojas y otros materiales para formar el capullo en la superficie del suelo. La pupa es de color marrón rojizo, y mide de 14 a 18 mm de longitud y alrededor de 4.5 mm de ancho. La duración de la fase de pupa es de aproximadamente ocho a nueve días durante el verano, pero llega de 20 a 30 días durante el invierno en Florida. El estado de pupa de gusano cogollero no puede soportar períodos prolongados de tiempo frío (Capinera, 1999).

3.9.1.4 Adulto

Capinera (1999), menciona que las polillas tienen una envergadura de 32 a 40mm. En la polilla macho, las alas anteriores generalmente son de color gris y marrón, con manchas blancas triangulares en la punta y cerca del centro del ala. Las alas anteriores de las hembras están menos claramente marcadas, que van desde un marrón grisáceo uniforme de un moteado gris y marrón. El ala posterior tiene un borde oscuro estrecho en ambos sexos iridiscente blanco plateado. Los adultos son nocturnos, y son más activos durante las noches cálidas y húmedas. Después de un período de preoviposición de tres a cuatro días, la hembra deposita normalmente la mayoría de sus huevos durante los primeros cuatro a cinco días de vida, pero algunas oviposiciones ocurren durante un máximo de tres semanas. La duración de la vida de un adulto se estima en un promedio de aproximadamente 10 días, con un intervalo de aproximadamente de 7 a 21 días.



Figura 4. Corte transversal de un túnel que muestra una crisálida del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). Fotografía de Scott Bauer, USDA.

3.9.1.5 Daños

Las larvas causan daños por el consumo de follaje. Las larvas jóvenes consumen inicialmente tejido de la hoja de un lado, dejando la capa epidérmica opuesta intacta. Por el segundo o en el tercer estadio, las larvas comienzan hacer agujeros en las hojas, y empiezan a comer desde el borde de las hojas hacia adentro. La alimentación en el verticilo de maíz a menudo produce una fila característica de perforaciones en las hojas. Las densidades de larvas se reducen generalmente a uno o dos por planta, debido a que tienen un comportamiento

caníbal. Cuando las larvas producen daños mayores dejan solo las nervaduras y los tallos de las plantas de maíz, dando un aspecto harapiento desgarrado (Capinera, 1999).



A



B

Figura 5. A) Hembra adulta del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) y B) Macho adulto del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Fotografía de John L. Capinera, Universidad de Florida).

El gusano cogollero puede presentar comportamientos que difieren de lo antes mencionado, el primero de ellos se observa cuando la temperatura ambiente predominante se encuentra alrededor de los 30°C y la humedad relativa es baja, las larvas tienden a abandonar los cogollos y perforar los tallos de la planta para buscar refugio. Este comportamiento es muy similar al que presentan los gusanos trozadores, pero el gusano cogollero es fácilmente diferenciado de los trozadores debido a la longitud de la base de la sutura epicraneal (Y) siendo más larga en el gusano cogollero con relación a los gusanos trozadores, además de que los trozadores cortan en su totalidad el tallo de la planta ocasionando que ésta caiga,

mientras que el gusano cogollero actúa como barrenador; además, los trozadores por lo regular hacen el daño por la tarde o noche y en el día se refugian en las grietas del suelo. Otro comportamiento que presenta el cogollero, es el ataque al elote, como es sabido *H. zea* es el gusano elotero y su daño se concentran en la parte apical del elote, mientras que *S. frugiperda* hace perforaciones a un costado del elote y su ataque se concentra en la porción media basal del elote (Capinera, 1999).



Figura 6. Plantas dañadas y larva alimentándose del cogollo del maíz. (Syngenta, 2012).

3.9.1.6 Control

El gusano cogollero tiene una amplia cantidad de enemigos naturales que regulan su población, especialmente cuando el cultivo se establece en el período de siembra recomendado. Algunos de los entomófagos de *S. frugiperda*, son: las especies de crisopa, la catarinita rosada, la chinche pirata, la chinche pajiza *Nabis* spp., y la chinche asesina *Sinea* sp. además de parasitoides, como la *Euplectrus* sp. *Meteorus* sp. y *Cotesia* sp. este último el más abundante (Cortez., et al 2005; citado por Borbón et al., 2011). Y entomopatógenos se encuentran *Bacillus thuringiensis*, *Aspergillus flavus*, *Beauveria bassiana* y *Numorea nileyi*.

El control químico se recomienda cuando se encuentra 20 gusanos por cada 100 plantas muestreadas al azar (Meza y Angulo, 2008). Al momento de la aplicación de insecticidas las larvas no deben de pasar del tercer instar, ya que larvas más grandes son más difíciles de controlar por su incremento de peso y porque se protegen de los insecticidas debajo de su propio excremento, dentro del cogollo de las plantas (Borbón et al., 2011).

3.9.2 Gallina ciega (*Phyllophaga* spp. o *macrodactylus* spp.)

Esta plaga se presenta, sobre todo, en siembras de temporal, pero debido a su amplia capacidad de distribución ocasiona, comúnmente, severos daños en las zonas de riego del centro de Sinaloa.

Son dos especies de gallina ciega que se alimentan de las raíces del maíz. La verdadera gallina ciega la cual su ciclo de vida es de 3 años y la gallina ciega anual que completa su ciclo de vida en 1 año. La larva de los escarabajos de junio (también llamados como escarabajos de mayo) y el daño de estas larvas es más dañina al maíz que las gallinas anuales. La gallina ciega anual es la larva del escarabajo llamado japonés. Las dos, la verdadera y la anual son encontrados en la mayor parte donde se siembra maíz. Las gallinas ciegas, principalmente las pertenecientes a los géneros *Phyllophaga*, *Cyclocephala* y *Anomala*, son las que presentan mayor importancia económica debido a su amplia distribución y su gran número de plantas silvestres y cultivadas que utilizan como hospedantes (Agrosíntesis, 2014). Su ciclo de vida oscila entre uno y cuatro años, en la mayoría es de tres años.

3.9.2.1 Descripción

Los huevecillos son de color blanco aperlado, primero de forma ovoide y luego esférica, y tienen aproximadamente 2.5 mm de largo. La hembra oviposita en pequeños grupos en el suelo, a una profundidad de 2 a 10 cm (Colegio de Postgraduados, 2008). La incubación de los huevecillos dura en promedio 15 días y la oviposición ocurre en los meses de mayo a junio (FMC, 2008).

Larvas: son de tipo escarabiforme de color blanco cremoso de cabeza café rojiza, llegan a medir 5 a 7 cm de largo dependiendo la especie, pasan por 6 a 8 instares, durante los dos primeros se alimentan de raíces tiernas y materia orgánica, durante las siguientes; la larva se muestra más voraz y se alimenta solo de las raíces provocando mayores daños (FMC, 2008). La pupación ocurre entre abril y mayo (Ríos, 2014).

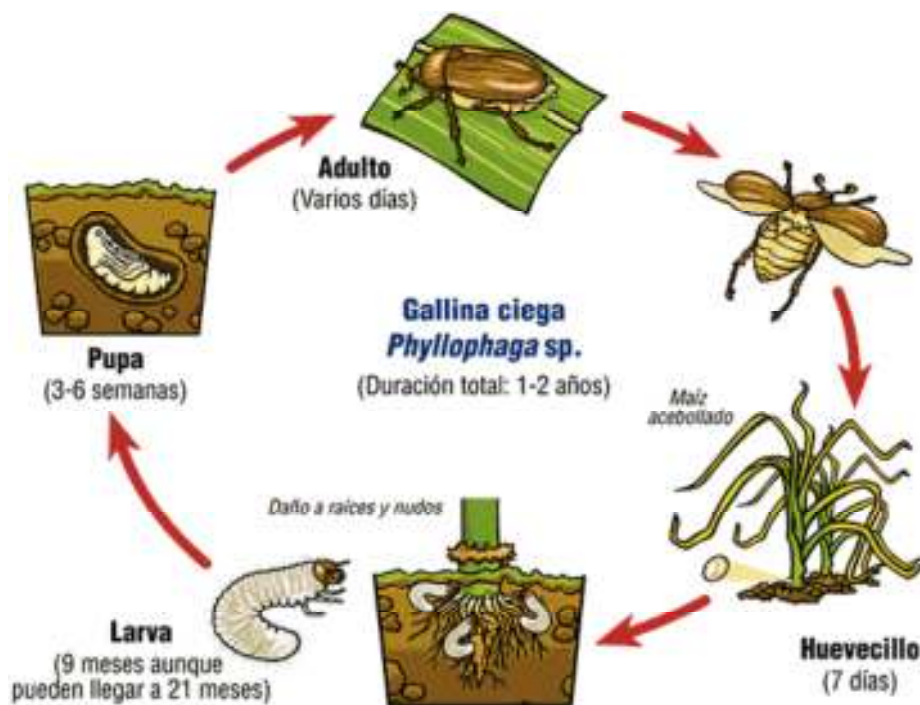


Figura 7. Ciclo de vida de la Gallina Ciega *Phyllophaga* sp. (Fotografía de FMC, 2008).

Los adultos son mayates más o menos ovalados que varían de tamaño y coloración, la cual va desde tonos marrones, amarillos y rojizos hasta tonalidades metálicas en algunos casos (Agrosíntesis, 2014). En el caso del género *phyllophaga* la actividad de los adultos es durante la noche y es cuando realizan a cópula y la oviposición (FMC, 2008).



Verdadera Gallina Ciega. Abajo: Escarabajo de Mayo/Junio. Arriba: Los pelos de la larva forman una cremallera.

Gallina Ciega anual. Arriba: Escarabajo enmascarado. Abajo: No hay cremallera evidente.

Figura 8. Ciclo de vida de la Gallina Ciega *Phyllophaga* sp. (Fotografía de Pioneer, 2007)

3.9.2.2 Daño

Los daños de esta plaga son causados, principalmente, por las larvas, ya que devoran el sistema radicular, con lo que ocasionan la marchitez y el acame temprano de las plantas. Las plantas dañadas se secan y, al arrancarlas, se observan las raíces comidas y la presencia de larvas en el suelo (Borbón et al., 2011).

3.9.2.3 Control

El barbecho profundo elimina hasta 90% de las larvas y pupas. Para prevenir las infestaciones se recomienda mantener el suelo libre de zacates.

Los enemigos naturales de esta plaga son: aves, *callosota sicophanta*, hongos entomopatógenos, *bacillus popilliae* y *metarrhizium anisopliae* (Meza y Angulo, 2008). Si durante la preparación del terreno para la siembra se observan algunas larvas, se sugiere tanto el tratamiento de la semilla como la aplicación de insecticidas y nematicidas en el suelo.

La aplicación de insecticidas sistémicos antes de la siembra protege a las plántulas durante las primeras 3 a 4 semanas después de la nacencia. Cuando las infestaciones son altas es necesario aplicar insecticidas granulados en banda al momento de la siembra. En algunas ocasiones es necesario realizar una segunda aplicación de insecticida al momento del aporque, aunque es necesario incorporar el producto al suelo para obtener una mayor efectividad (Ríos, 2014).

Cesaveg (2008) sugiere que el momento oportuno para controlar esta plaga es cuando se encuentra 3 gusanos en 10 sitios muestreados (capellones de 30x30x30 cm) 25 días después de establecido el temporal, las revisiones deberán

ser semanalmente hasta los 60 días después de la siembra (período crítico del maíz).

Vásquez (2011) Evaluando Dosis de N en el cultivo de maíz en un monitoreo encontraron en las primeras etapas de desarrollo encontraron presencia de pulgón, gusano trozador, cogollero y gallina ciega. Con daño de 15% por gusano cogollero (cuatro de 27 plantas, en 2.4 m². Y aplicaron 1.5 l /ha de Lorsban-480 más 0.5 l /ha de Cipermetrina en 200 l de agua. Y la efectividad de control fue de 100%.

3.9.3 Gusano trozador (*Agrotis spp*)

Esta plaga se puede presentar desde la emergencia del cultivo hasta que las plantas tienen alrededor de 30 cm de altura. Cuando en una parcela se tienen antecedentes de serias infestaciones de esta plaga o si ha permanecido baldía en ciclos anteriores, se sugiere aplicar tratamiento a la semilla. (Meza y Angulo, 2008).

3.9.3.1 Descripción y ciclo de vida

Los huevecillos en general son blancos, de tamaño pequeño que miden (0.43-0.50 mm de altura y 0.51 a 0.58 mm de ancho), esféricos, aunque ligeramente aplanados en su base. El huevecillo tiene alrededor 35 a 40 líneas radiales que irradian desde el ápice y están recubiertos de una secreción viscosa. Los huevecillos se depositan normalmente en grupos en el follaje. Las hembras

pueden depositar de 1200 a 1900 huevecillos. La duración de la etapa de huevo es de tres a seis días (Capinera, 2006).

3.9.3.2 Larva

Las larvas miden entre 30 y 45 mm de largo. En apariencia, la cabeza es de color castaño rojizo con numerosas manchas oscuras. La cutícula es de color gris a casi negro de aspecto grasiento, en el lado ventral y lateral tienen adornos pálidos. En la línea media dorsal lleva una franja más clara, cuerpo con pocas sedas, aunque tiene algunas dispuestas regularmente en cada segmento del abdomen, poseen cinco pares de falsas patas y en cada una de ellas unos ganchitos dispuestos circularmente en su parte inferior. Los segmentos abdominales tienen en su parte superior cuatro manchas negras, siendo las dos anteriores una tres veces más pequeñas y menos brillantes que las dos posteriores, saliendo de cada seta. En la epidermis de las larvas de esta especie lleva numerosos gránulos gruesos, oscuros sobre la mayor parte de su cuerpo. La duración de la fase larvaria es normalmente de 20 a 40 días. El desarrollo larvario está fuertemente influenciada por la temperatura, con la temperatura óptima alrededor 27°C. La humedad es menos importante, pero en estadios del uno al cinco prosperan a humedades más altas (Capinera, 2006). Las larvas suelen permanecer en la planta hasta el cuarto estadio, cuando se convierten en foto-negativo y se esconden en el suelo durante las horas de luz.

Las larvas reinician su actividad en primavera, alimentándose de malas hiervas, de día permanecen escondidas debajo de la tierra a unos dos

centímetros. Cuando llega el final de su desarrollo larvario se introducen en el suelo y se transforman en pupa, las larvas siguen dos caminos según la especie: se introducen en el suelo, después de haberse alimentado durante un período de tiempo pasan el invierno, o continúan su desarrollo para dar lugar a otra generación al año, dependiendo de las condiciones climáticas (temperatura, lluvia, fotoperiodo, principalmente) (García et al., 2012).



A



B

Figura 9. A) Vista dorsal del gusano trozador, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel). , y B) Adulto de gusano trozador, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel).

3.9.3.3 Pupa

La pupación ocurre bajo el suelo a una profundidad de 3 a 12 cm. La pupa es de 17 a 22 mm de largo y de 5 a 6 mm de ancho, y de color marrón oscuro. Duración de la fase de pupa es normalmente de 12 a 20 días (Capinera, 2006).

El adulto es de tamaño mediano, envergadura alar que es entre 28 y 51mm. El cuerpo es grisáceo a castaño grisáceo; el abdomen es más claro que el tórax. Las alas anteriores son de color castaño oscuro en los dos primeros tercios basales en los dos primeros tercios basales; el segundo par de alas es claro. Debajo del ala existe una mancha negra triangular y en la parte terminal dos triángulos negros más difusos y de menor tamaño. Los huevecillos son colocados en lugares con bastante humedad en el suelo. Las hembras ponen sus huevecillos en grietas en el suelo, cada una entre 1500 y 2500 en verano y menos de la mitad en invierno (García et al., 2012).

3.9.3.4 Daños

El daño del gusano trozador es de importancia durante los primeros 30 días del cultivo, sin embargo, comúnmente lo ocasiona en las primeras dos semanas. Las larvas trozan los tallos y destruyen las plantas en secciones de surco, consumen las raíces, cortan en el cuello de la planta y consumen hojas tiernas, se les considera en el grupo de los “gusanos cortadores”, especialmente perjudiciales en plantas jóvenes. Al terminar de comer una planta se trasladan a la planta más cercana (García et al, 2012). Las larvas pueden consumir más de 400 cm cuadrados de follaje durante su desarrollo, pero más del 80% se produce durante

el estadio terminal, y alrededor del 10% en el estadio inmediatamente anterior a la última (Capinera, 2006).

Tienen hábitos alimenticios nocturnos; durante el día se les encuentra semienterrados en el suelo cerca de las plantas. Esta plaga tiene hábitos solitarios, comúnmente se alimentan de plantas de semillero a nivel del suelo, cortan el tallo y, a veces arrastran las plantas a sus refugios. Las larvas en ocasiones se alimentan de las raíces. Debido a la naturaleza de su alimentación en las plantas jóvenes, esta plaga puede hacer daño en los campos recién sembrados (García et al., 2012).

3.9.3.5 Control

Una de las medidas culturales recomendadas más importantes es establecer el cultivo en la fecha de siembra recomendada, de esta forma la fase inicial de desarrollo del cultivo transcurre en un período de baja incidencia del insecto (Borbón et al., 2011).

El gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) tiene diversos enemigos naturales, entre ellos principalmente parasitoides como los icneumonidos *Apanteles bourquini* Blanchard, *Campoletis flavicincta* Ashmead, el braconido *Cotesia* spp. *Meteorus* spp., además de nematodos entomopatógenos del género *Steinernema*, depredadores de la familia Carabidae y entomopatógenos como *Bacillus thuringiensis* y núcleo poliedrovirus (NPV) (CABI, 2005; citado por Borbón et al., 2011). También ésta plaga tiene como enemigos naturales, el *Trichogramma* sp., *Bonetia* sp. Y *Podisus maculiventri* (Meza y Angulo, 2008).

El control químico solo se sugiere cuando el número de plantas trozadas por metro lineal sea igual o menor a seis plantas promedio por metro lineal (Mendoza et al., 2003; citado por Borbón et al., 2011). Es importante registrar un promedio de la densidad de plantas establecidas por hectárea al momento en que ya se registre el 100% de la emergencia del cultivo, para evaluar la importancia del daño de ésta plaga y/o otras plagas del suelo; con una cantidad elevada de plantas por metro, ocho o más, el daño del gusano trozador tiene poca repercusión.

3.9.4 Gusano elotero (*Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae)

3.9.4.1 Huevecillo

Los huevecillos son depositados individualmente, por lo general en los estigmas o pelos de jilote. Los huevecillos son de color pálido cuando son depositados, convirtiéndose amarillento y luego van tomando un color gris con el tiempo. La forma varía ligeramente en forma de cúpula a una esfera aplanada, y las medidas de aproximadamente 0.5 a 0.6 mm de diámetro y 0.5 mm de altura. La fecundidad varía desde 500 hasta 3000 huevecillos por hembra. Los huevecillos eclosionan alrededor de tres a cuatro días (Capinera, 2000).

3.9.4.2 Larva

Capinera (2000) menciona que tras la eclosión, las larvas buscan sobre la planta hasta que encuentran un sitio de alimentación adecuado, normalmente la estructura reproductiva de la planta. Las larvas jóvenes inicialmente se pueden encontrar alimentándose juntos. Sin embargo, las larvas van madurando y específicamente, las larvas en el tercer instar son de hábitos canibalísticas. En

consecuencia, solo queda una larva que se alimenta de los granos en formación. Normalmente, el gusano elotero muestra seis estadios, pero cinco no es común y de siete a ocho han sido reportados.

La larva es de color variable. En general, la cabeza tiende a ser de color marrón o naranja luz con un patrón en forma de red de color blanco, las placas torácicas negras, y el cuerpo de color marrón, verde, rosa, o amarillo o negro en su mayoría. La larva por lo general tiene una amplia banda oscura lateralmente por encima de los espiráculos, y una luz amarilla para la banda blanca debajo de los espiráculos. Un par de rayas estrechas oscuras a menudo se produce a lo largo del centro de la espalda. Un examen revela que el cuerpo de esta especie tiene numerosos microspines. La presencia de espinas sobre el cuerpo y la cabeza de color claro sirven para distinguir el gusano elotero del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith).



Figura 10. Larvas de diferente color del gusano elotero, *Helicoverpa zea* (Boddie). (Fotografía de Jhon L. Capinera, universidad de Florida).

3.9.4.3 Pupa

Las larvas maduras abandonan el sitio de alimentación y al caer al suelo, donde se entierran y pupan. La larva se prepara una cámara pupal de 5 a 10 cm por debajo de la superficie del suelo. La pupa es color caoba marrón, y mide 17 a 22 mm de longitud y 5.5 mm de ancho. Duración de la fase de pupa es de unos 13 días (rango 10 a 25) durante el verano (Capinera, 2000).



Figura 11. Pupa del gusano elotero, *Helicoverpa zea* (Boddie), en la punta del elote. Este no es un sitio normal de pupación.

3.9.4.4 Adulto

Al igual que con la etapa larval, los adultos son muy variables en color. Las alas anteriores de las palomillas por lo general son de color marrón amarillento y con frecuencia tienen una pequeña mancha oscura en el centro. El pequeño punto oscuro es especialmente clara cuando se ve desde abajo. Mientras que las alas posteriores son de color blanco cremoso en la parte basal y negruzco en el margen, y por lo general tienen una pequeña mancha oscura en el centro. El ala delantera también puede tener una amplia banda transversal distal oscura, pero el margen del ala no está oscuro. La palomilla mide 32 hasta 45 mm de envergadura.

Los adultos se ha reportado que pueden vivir por 15 días, pero pueden sobrevivir por más de 30 días en condiciones óptimas. Las palomillas son principalmente nocturnas, y permanecen activas durante todo el período de oscuridad. Durante las horas de luz que normalmente se esconden en la vegetación, pero a veces se pueden ver alimentándose de néctar (Capinera, 2000). En la floración femenina es muy atractiva para la oviposición, que comienza unos tres días después de la emergencia, pero incluso cuando los estigmas se hayan secado recibirá huevecillos. La fecundidad varía desde aproximadamente 500 a 3000 huevecillos, la alimentación de la hembra es un requisito previo para que tenga niveles altos de producción de huevecillos. Las hembras puede ovipositar hasta 35 huevecillos al día.



A



B

Figura 12. A) Adulto de gusano elotero, *Helicoverpa zea* (Boddie). (Fotografía de Inifap, Sinaloa).

B) Larva de gusano elotero del último instar alimentándose. (Fotografía de Jhon L. Capinera, Universidad de Florida).

3.9.4.5 Daños

El gusano del maíz o elotero es considerado por algunos como la plaga de los cultivos más costoso en América del Norte. Es más perjudicial en las zonas donde pasa el invierno con éxito. En el maíz, planta de alimentación más común de ésta plaga, las larvas jóvenes tienden a alimentarse inicialmente de las sedas o de los estigmas, estos interfieren en la polinización, y con el tiempo tienen acceso a los granos en formación. Las larvas se pueden alimentar en la punta de la mazorca, pero también se pueden extender hasta la mitad de la mazorca antes de que se complete el desarrollo larval. Tal alimentación trae como consecuencia el desarrollo de hongos fitopatógenos. También el daño que causa esta plaga propicia la presencia de otros insectos plaga como nitidúlidos y la mosca de los estigmas. Esta plaga puede llegar a causar pérdidas del 10 al 30% (Borbón et al., 2011).

3.9.4.6 Control

Se recomienda utilizar variedades resistentes con punta larga y brácteas compactas y realizar siembras tempranas. Para prevenir la alta incidencia de esta plaga y el daño que hace, se recomienda realizar liberaciones de crisopa y de tricograma. Ríos, (2014) menciona que la liberación de la avispa *Trichogramma* ha permitido obtener un control de hasta de un 90% en algunos casos. Los huevecillos y las larvas son depredadas por crisopa y chinche pirata, chinche ojona *Geocoris* sp., chinche asesina y chinche pajiza (Borbón et al., 2011).

El control químico rara vez es recomendable, ya que una vez que las larvas se introducen al elote, las aplicaciones no son efectivas, además de que el daño por lo general no es económico. Sin embargo, el control químico es justificable cuando las larvas aún no logran penetrar en el elote y cuando se quiere proteger al maíz de las pudriciones producidas por enfermedades, lo cual es fomentada por el gusano elotero. En maíz para semilla, dulce o para elote, el control químico debe ser preventivo; una aplicación tres días después de la aparición de los estigmas y aplicaciones con intervalos semanales, hasta que se sequen (CABI, 2000; 2005, citado por Borbón et al., 2011).

3.9.5 Mosca del estigma *Euxesta* sp. (Diptera: Otitidae)

Esta es una plaga que ejemplifica claramente los efectos del monocultivo en una región, como es el caso del maíz en Sinaloa.

Esta plaga era considerada de las áreas tropicales del hemisferio oeste, se encontraba principalmente en el sur de Florida (Estados Unidos), Puerto Rico y las Islas Vírgenes, pero en años recientes se ha esparcido y ya se tiene antecedentes de su presencia en Sinaloa (Meza y Angulo, 2008). Esta plaga puede disminuir la producción de grano hasta en 95%.

3.9.5.1 Huevecillos

Las hembras de la mosca del estigma son capaces de poner 95 huevecillos por día, éstos son depositados entre los estigmas del maíz, en la base del ápice del jilote. Los huevecillos son alargados y tienen forma cilíndrica (con una longitud de 0.80 milímetros y una anchura de 0.20 milímetros), con los extremos en punta, éstos son de color blanco cristalino. Los huevecillos se depositan usualmente en

grupos pequeños de 10 a 25 hasta más de 40. La duración de la etapa de huevo o a la eclosión es de 48 horas a temperatura ambiente (25-34°C) (Garcia et al., 2012).



A



B

Figura 13. A) Huevecillos de *Euxesta stigmatias* en estigmas de maíz. (Fotografía de Megha Kalsi, Universidad de Florida).

B) Larva último instar de mosca del estigma, *Euxesta stigmatias*. (Fotografía de Matthew Hentz, USDA, ARS, Ft. Pierce, Florida).

3.9.5.2 Larvas

El desarrollo de las larvas es completado en 10 a 16 días, pasando a través de tres estadios. Las larvas son de color blanquecino durante los dos primeros estadios y en el tercer estadio se convierte de color amarillo pálido. Presentan una forma alargada y cilíndrica, la parte apical es más ancha que la posterior, alcanzan

una longitud máxima de 7 milímetros, no poseen patas ni pseudópodos, tienen un par de ganchos bucales en la cabeza y dos espiráculos anales uniformes de color negro. En el campo, las larvas se encuentran dentro del elote, durante toda la etapa reproductiva y hasta antes de la madurez fisiológica de éste. No consumen el pericarpio del grano, pero se alimentan del endospermo y parte de la estructura del elote.

3.9.5.3 Pupa

La mayoría de las larvas abandonan los estigmas para pupar en la parte superior del suelo a 2 cm bajo la superficie (Capinera, 2006). Algunas pupas se encuentran en los estigmas secos, entre las hojas del fruto y sobre el daño ocasionado por la larva. (Garcia et al., 2012) menciona que la pupa es también alargada y cilíndrica, con un extremo más redondeado y una protuberancia en el otro extremo. Al principio, el cuerpo es amarillento, luego se torna rojizo brillante y finalmente café oscuro. Mide 5 milímetros de largo por 1.3 milímetros de ancho y presenta dos pequeños apéndices. El desarrollo completo de la pupa es de cinco a siete días en mayo y seis a ocho días en diciembre.

3.9.5.4 Adultos

El adulto presenta cuatro bandas oscuras transversales en las alas y en las patas posee líneas negras con amarillo en el extremo superior del tarso e inferior del fémur. El macho tiene el abdomen redondeado; su cuerpo es de color verde oscuro metálico, con ojos café-rojizos. Mientras que la hembra tiene un abdomen agudo con ovipositor extendible y es de mayor tamaño (Garcia et al., 2012). En campo, los adultos de la mosca del estigma viven 90 días y éstas alcanzan una

longitud de 6.5 milímetros y se localizan a una altura de 8 a 23 metros sobre el nivel mar.



Figura 14. Adultos de *Euxesta stigmatias*, macho (Izquierda) y hembra (derecha).
Fotografía de Gaurav Goyal, Universidad de Florida.

Daño

El adulto deposita los huevecillos en los estigmas del jilote, en donde las larvas emergen y se alimentan de los estigmas, los cuales se tornan de un color marrón bronceado, a lo largo del camino de la alimentación de las larvas, obstruyen la polinización y también se alimentan de la punta de la mazorca, lo que causa malformaciones de éstas y los deja susceptibles al ataque de hongos, hasta ocasionar la pudrición total de la mazorca. La mayor abundancia de larvas, se presentan en abril y mayo (30°C), coincidiendo con la presencia de los estigmas en el cultivo. Se puede estimar en siembras de primavera-verano, daños del fruto que pueden superar el 10% de la producción. En infestaciones severas los estigmas pueden ser cortados por completo (García et al., 2012).



Figura 15. Daño severo en elote por la larva de la mosca de los estigmas. Fotografía de Fundación Produce, Sinaloa (Izquierda). Fotografía de Gregg Nuessly, Universidad de Florida (Derecha).

3.9.5.5 Control

Para el control de la mosca de los estigmas son necesarias tres aplicaciones semanales de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, a dosis de 250 gramos por hectárea, a partir de la primera semana de mayo y segunda semana de junio.

El período óptimo para aplicar el insecticida biológico es cuando el cultivo de maíz se encuentra en formación y llenado de grano, debido a que es el momento en el que se encuentra la mayor abundancia del insecto en su forma más susceptible (larva), la mayor población de adultos, que también son susceptibles al ataque de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (García, 2010). Los enemigos naturales de la mosca de los estigmas son la chinche pirata *Orius* spp. y la avispa *Spalangia* spp. (García et al., 2010).

3.10 Plagas secundarias

3.10.1 Gusano soldado *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae).

Descripción. Este insecto tiene el ciclo biológico completo que consta de cuatro etapas. Las hembras colocan sus huevecillos en racimos de 50 a 150 por masa y cada hembra produce de 300 a 600 huevecillos. Estos son depositados generalmente en el envés de las hojas y tienen un color verdoso y blanco, están cubiertos con una capa de escamas blanquecinas que le dan un aspecto algodonoso. Los huevecillos tardan de dos a tres días en madurar durante el tiempo cálido. Las larvas recién eclosionadas suelen agruparse en tallos, hojas y también en la parte axilar de las plantas; a partir del tercer estadio, éstas suelen vivir aisladas y es cuando se alimentan y causan mayores daños. Son activas durante la noche, completan su desarrollo en 15-25 días, después de pasar por cinco estadios larvarios y pupan en el suelo en un capullo terroso, o bien, bajo restos vegetales. (Torres-Ortega., et al., 2007 citado por García et al., 2012) indican lo siguiente:

El desarrollo de la pupa ocurre en el suelo. El compartimento se construye de partículas de suelo o arena los cuales son ligados con una secreción oral que se endurece cuando se seca. Las crisálidas son de color marrón claro y miden de 15 a 20 mm de longitud. La duración de la etapa pupal es de 6 a 7 días durante la temporada cálida. Los adultos son pequeños, miden aproximadamente 1.3 cm con una extensión a lar de 2.5 a 3.8 cm. El cuerpo y las alas es extienden de plateado-gris a grisáceo marrón y tienen un punto ligero cerca del centro. La primera generación de adultos ocurre en mayo o junio según el clima presente (Cesaveg, 2008).

3.10.1.1 Daños

Esta plaga causa daños de consideración, tanto por disminución de la superficie foliar, esto debido a la alimentación de las larvas en las hojas. La larva primero se alimenta de las hojas inferiores, dejando el cogollo hasta el último y normalmente la alimentación de esta plaga lo hace por la noche a diferencia del gusano cogollero, por lo que es difícil detectarlo. Cuando la infestación es fuerte pueden devorar las plantas totalmente y migran como un ejército en busca de otras plantas (Cesaveg, 2008).

3.10.1.2 Control

De los enemigos naturales del gusano soldado se encuentran los depredadores, parasitoides y patógenos eficaces en el control de esta plaga; entre los más importantes están la chinche pitara *Orius* spp., Chinche ojona *Geocoris* spp., diferentes especies de chinches asesinas, catarinitas *Hippodamia convergens*, diferentes avispas de la familia Vespidae y crisopa *Chrysoperla carnea*, la cual es capaz de depredar todas las larvas recién emergidas de una masa de huevecillos en un lapso de 24 horas. Entre los parasitoides más comunes se han observado avispidas del género *Cotesia* y moscas Tachnidae (Garza y Terán, 2007).

Con respecto a los entomopatógenos, en las evaluaciones del virus de la poliedrosis nuclear de *Autografa californica* mas *Spodopterasunia*, se ha observado un control excelente sobre las larvas de primero a tercer instar del

gusano soldado *S. exigua* con mortalidad superior al 90%, en dosis de 1.2×10^{10} cuerpos poliédricos de inclusión por hectárea.

Para el control químico es necesario revisar 100 plantas y al encontrar 20 plantas dañadas, o la presencia de excremento se procede la aplicación (Cesaveg, 2008).

La aplicación de los insecticidas para el control del gusano soldado debe realizarse después de que las larvas comienzan a dispersarse en la planta, ya que se encuentran agrupadas por lo general se localizan en el envés de las hojas lo que dificulta que el insecticida entre en contacto con ésta plaga (Garza y Terán, 2007).

3.10.2 Trips *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae)

El trips (*Frankliniella* spp.) es una de las especies más importantes que ataca el maíz. Raspa y succiona la savia de las primeras hojas de maíz durante las primeras etapas del cultivo. Es un insecto sumamente pequeño, a penas visible a simple vista en el cogollo del maíz. Descripción. El adulto de trips negro, mide poco más de 1.0 milímetro de largo y es de color gris oscuro en el caso de *C. phaseoli* y de color claro amarillento las especies de *Frankliniella*. Los huevecillos son depositados en las hojas; después de 4 días a temperaturas de 27, o hasta 13 días a 15°C, emergen las ninfas; las cuales son de color claro y pasan por cuatro instares, en los primeros dos instar se alimentan y tienen mayor actividad se les encuentra en las plantas, en el envés de las hojas inferiores en el caso del trips negro y en las hojas del cogollo si se trata del trips amarillo. Después, caen al suelo pasar allí el tercer y cuarto instar, etapas también denominadas como

prepupa (semi-activa) y pupa (inactiva). Los dos primeros instares pasan alrededor de una semana con temperaturas de 27°C o 12 días a 15°C, mientras que los dos siguientes estadios ninfales requieren de 9 días o más, de acuerdo con la temperatura. El ciclo de vida completo que va de huevecillo a adulto varía de 44.1 a 15 días, a temperaturas de 15 y 30°C, respectivamente (CABI, 2005, citado por Borbón et al, 2011).

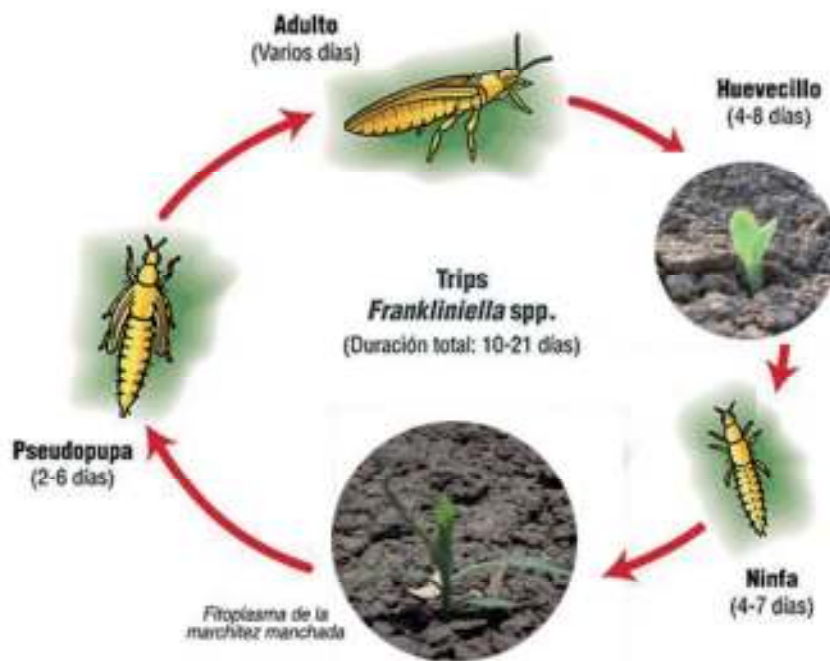


FIGURA 16. Ciclo de vida del Trips *Frankliniella* spp. Diagrama de Pionner.

3.10.2.1 Daño

García et al., (2012) señala que podemos darnos cuenta de la presencia de trips en nuestro cultivo si observamos un tipo raspado y quemado de las hojas y un color verde opaco en nuestra planta. El daño retrasa el desarrollo de las plantas cuando las infestaciones son muy altas, especialmente en períodos de

resequedad y temperatura fresca en que las plantas tienen un crecimiento más lento, tornándose de color cenizo y se “acebollan” (las plantas de color pálido-cenizo, doblan sus hojas, asemejándose a plantas de cebolla). Las dos especies mencionadas anteriormente presentan poblaciones más abundantes en siembras de primavera (Borbón et al., 2011).

3.10.2.2 Control

Como medida preventiva se recomienda sembrar en la fecha recomendada y aplicar los riegos oportunamente, ya que con la humedad se crea un microclima adverso para el insecto (Borbón et al., 2011).

Para el control biológico se utilizan dos ácaros depredadores que son: *Neoseiulus barkeri* y *Amblyseius cucumeris*, estas se nutren de las larvas de trips. Se necesita una temperatura de 18 a 20⁰C y una humedad relativa del 60 a 65%, para que éstos enemigos naturales tengan su máxima actividad depredadora.

Otros depredadores del trips son: *Amblyseius degenerans*, *Amblyseius cucumeris*, *Orius laevigatus*, *Orius majusculus* y *Orius insidiosus*. El control químico solo se recomienda cuando se encuentren más de cinco trips por planta o si se encuentran colonias densas en el cogollo, en plantas visiblemente afectadas (Borbón et al., 2011).

3.10.3 Araña roja (*Tetranychus* spp., *Paratetranychus* spp., y *Olygonychus* spp)

La araña roja tiene un ciclo de vida muy corto, en condiciones ambientales y de alimentación favorable las generaciones se suceden durante todo el año. Si

durante su desarrollo el intervalo de temperatura oscila entre 23 y 30°C, le permite completar su ciclo entre 8 y 14 días (Pioneer, 2007).

Los factores más importantes que influyen en el incremento de las infestaciones de esta plaga son: las condiciones del clima, particularmente el clima seco y las temperaturas altas, deficiente manejo del agua de riego, causando una condición de estrés en la planta, baja población de enemigos naturales (ácaros, trips, vaquitas, crisopas y hongos), inmoderado uso de insecticidas de amplio espectro de control y presencia de sitios de invernación de los ácaros, particularmente cultivos de gramíneas y zacates (Nava y Morales, 2005).

Descripción Las hembras adultas depositan los huevecillos solos en el envés de las hojas. Los huevecillos se vuelven opacas a blanco naranja, con las manchas oculares rojos de la larva inmadura visible justo antes de la eclosión, cada huevecillo tiene un tamaño de 0.006 pulgadas (0.14 mm). Los estadios ninfales durante el desarrollo tienen un color translúcido y poseen seis patas, y la alimentación de éstas es igual que los adulto (Cullen y schramm, 2009).

Las hembras adultas alcanzan un tamaño de 0.5-0.6 milímetros de longitud, tienen coloración variable en función del clima, substrato y edad, pudiendo ser amarillentas, verdosas, rojas, con dos manchas oscuras situadas en los laterales del dorso. Los machos tienen el cuerpo más estrecho y puntiagudo, son de colores más claros y de tamaño inferior, 0.3 mm. de longitud (2005; Pioner, 2007).

3.10.3.1 Daños

Las colonias de ácaros de araña se distribuyen uniformemente en la planta de maíz. Las lesiones de alimentación aparecen en las hojas como clorosis del

maíz, zonas pálidas-amarillas o blancas –amarillos a lo largo de la hoja. La alimentación de la araña roja y la mayoría de las lesiones se producen durante la liberación del polen y las abolladuras. Los efectos sobre el rendimiento del maíz son más graves cuando el daño de ácaros es por encima del nivel del jilote. Las infestaciones se asocian con el secado acelerado de la planta en el otoño. Además de la reducción de la producción de grano, la calidad y el rendimiento de maíz ensilado puede disminuir con la alimentación de los ácaros (Cullen y Schramm, 2009).

3.10.3.2 Control

Se debe de hacer muestreos para detectar oportunamente a la plaga y realizar aplicaciones de acaricidas. Las aplicaciones de acaricidas deben ser oportunas (al inicio de las infestaciones, no más de 10% de hojas infestadas) y obtener un buen cubrimiento del follaje en la parte basal de las plantas, por lo que se deben realizar de preferencia con equipo terrestre (Nava y Morales, 2005).

En general las aplicaciones aéreas son deficientes, debido a que cuando se inician las infestaciones de araña roja las plantas ya están muy desarrolladas (12 hojas o más) y no se logra un buen cubrimiento de las hojas inferiores

3.11 Principales enfermedades que afectan al cultivo de maíz en el centro de Sinaloa

3.11.1 Roya o Chahuixtle (*Puccinia polysora*)

Es provocada por excesos de humedad (en fechas tempranas de cultivos) o por las brisas matutinas de marzo y abril (fechas tardías) (Meza y Angulo, 2008).

Afecta al maíz en las regiones tropicales y subtropicales del mundo y sólo es restringida por la sensibilidad del patógeno a la temperatura y requiere temperaturas superiores a 25°C y una alta humedad. Infecta las hojas, vainas foliares y las hojas de la espiga. Es diferente de la roya común (*P. sorghi*) en aspectos ligeros, por ejemplo los urediniosoros son más pequeños, circulares u ovals, de color anaranjado claro, ubicados generalmente en el haz de las hojas y escasamente en el envés, con una distribución uniforme y densa sobre toda la lámina. Los teliosoros permanecen mucho más tiempo cubiertos por la epidermis y a menudo aparecen en círculos alrededor de los uredinios. El ataque de este patógeno se observa especialmente después del comienzo de llenado de granos, sin embargo con lluvias frecuentes pueden ocurrir ataques tempranos (Borbón et al, 2011).

Métodos de control: evitar el monocultivo en siembra directa, no sembrar maíz después de maíz o sorgo y rotar otras especies por 1 ó 2 años.

3.11.2 Roya común (*Puccinia sorghi*)

Borbón et al, (2011), mencionan que este patógeno solo ataca al maíz, aun cuando su nombre específico refiere confusamente a sorgo. Se presenta anualmente con diferentes niveles de severidad dependiendo del híbrido, de los biotipos del patógeno presentes y de las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo. Los síntomas diagnóstico en cualquier tejido verde de la planta son las pústulas en el haz y envés de las hojas, alargadas, de color herrumbroso oscuro con restos de tejidos epidérmicos, ubicadas en bandas en el centro de las hojas. Los teliosoros son teliosporas oscuras, casi negras que se observan al final del

ciclo del cultivo. Métodos de control: las técnicas de manejo preferibles son la resistencia genética y el control químico con fungicidas, mezcla de estrobilurinas y triazoles en momentos críticos.

3.11.3 Carbón común (*Ustilago maydis*)

Los daños se manifiestan como verrugas o abultamientos en las hojas en las franjas internerviales o en la base de los tallos. También puede afectar a las flores masculinas, como también la mazorca. La enfermedad se propaga principalmente cuando el maíz se desarrolla en clima húmedo y nuboso, o también en zonas secas cuando las primaveras son lluviosas (Borbón et al, 2011).

Métodos de control: utilizar híbridos resistentes, como el carbón se propaga por el aire, tiene poca efectividad la desinfección de la semilla. No obstante, se recomienda el uso de un fungicida sistémico.

3.12 Métodos de mejoramiento genético del maíz

En mejoramiento genético de maíz en México, destaca la trayectoria lograda por el INIFAP y sus instituciones antecesoras (OOE, IIA e INIA) y el impacto alcanzado por las variedades e híbridos en la agricultura en México; durante el periodo 1942 a 2003, fueron liberadas por el INIFAP y sus antecesores 233 variedades e híbridos de maíz, de las cuales el INIFAP liberó 91 durante el periodo 1985-2003 (Espinoza. 2004). Dichas variedades generadas han cubierto la totalidad de los sistemas de producción de maíz, en los diferentes ambientes agroecológicos y altitudes donde **10** se siembra maíz en nuestro país.

El programa de maíz del INIFAP, ha servido de marco para el trabajo y formación de un amplio grupo de recursos humanos, ahora muchos de ellos con la iniciativa

privada, dedicados al mejoramiento genético y la docencia en México. Por su parte, la región noroeste el INIFAP, ha realizado un relevante trabajo de mejoramiento del maíz, durante el periodo de 1955 a 2002, han sido liberados 18 materiales mejorados, de los cuales 10 han sido híbridos y ocho variedades de polinización libre; los híbridos se han destinado para condiciones de riego y las variedades para temporal, así también, tres híbridos liberados corresponden a maíces de alta calidad de proteína.

Algunas de estas variedades han impactado de manera importante y algunas han permanecido en uso por muchos años, sobre todo cuando existió un organismo de producción de semilla como PRONASE. Algunos ejemplos importantes son, como variedades de polinización libre: VS-450 (Costeño Culiacán), V-420 (Perla mejorado), V-424 (Blanco dentado-2), V-526 (Tuxpeño tardío), V-455 (Sedimentado tropical) y V-429 (Blanco cristalino), algunas de éstas permanecen en uso todavía al ser conservadas por productores de temporal; como híbridos destacan; H-430 y H-431, mejorados por tolerancia al estrés por altas temperaturas, siendo de amplio uso en el estado de Sonora y en diversas regiones del país.(Sifuentes et al., 2011)

3.13 Avances de evaluación de híbridos comerciales

El estado de Sinaloa, además de tener la mayor área de producción de maíz bajo riego en México, tiene también los mayores rendimientos unitarios, esto gracias a diversos factores como clima, calidad de los suelos y disponibilidad de agua, lo cual aunado a un alto nivel tecnológico utilizado por un amplio sector de los productores, como semilla de híbridos de cruza simple, fertilización y control de

plagas. Durante el periodo 2001 a 2010, se obtuvo rendimiento medio de 9.7 ton/ha, pasando de 8.8 ton en 2001 a 10.5 ton en 2010, observándose un incremento sostenido, equivalente a tasa media de crecimiento de 2.1%, acumulando un 19.1% de incremento en dicho periodo (SIAP, 2012).

Esta información también indica la obtención de rendimientos altos de hasta 15.0 ton/ha en productores líderes. Así también, en el estado se tiene el mercado de semillas de maíz más grande de México. Evaluaciones realizadas por el INIFAP durante los cuatro ciclos agrícolas de otoño-invierno consecutivos de 2005-06 hasta 2009-10, se observó que el rendimiento experimental de los mejores híbridos comerciales fueron los siguientes: Híbridos de grano blanco: OI 2005-06, rendimientos de 14.8 a 15.2 ton/ha; OI 2006-2008, rendimientos de 14.1 a 15.2 ton; OI 2008-09, rendimientos de 16.8 a 17.5, OI 2009-10, rendimientos de 13.4 a 17.6 ton. Híbridos de grano amarillo: OI 2005-06, rendimientos de 14.4 a 15.1 ton/ha: OI 2006-2008, rendimientos de 13.0 a 14.0 ton; OI 2008-09, rendimientos de 14.3 a 15.4, OI 2009-10, rendimientos de 12.1 a 14.9 ton. (INIFAP. 2006 a 2010).

Cuadro 3. Rendimiento de grano de los híbridos sobresalientes evaluados para el CCVP. Iguala, Guerrero. El ensayo incluyó 25 genotipos. Ciclo primavera-verano 2002.

Genealogía		Rend. (t ha ⁻¹)	Aspecto		Mazorca Podrida ha	Calificación Acame	Alturas		Días a floración	
			Pl	Mz			Pl	Mz	Fem	Masc
H-562	(2)	8.329*	8.6	8.9*	0	8.5*	185	88	55	55
DJK-2002	(3)	8.198*	9.0*	8.8*	1923	8.9*	181	81	56	55
H-516 (T)	(6)	7.665	8.4	8.5	962	8.4	184	90	55	54
Hartz Z21	(7)	7.648	7.9	8.0	6731*	8.0	190	95	55	52
Pioneer 3086	(8)	7.526	8.0	8.4	481	8.1	204	115*	59*	57*
Aspros 911	(9)	7.499	8.4	8.5	962	8.3	206*	101*	54	53
Pioneer 30F94	(13)	7.376	8.3	8.4	3365	8.1	218*	115*	59	57*
Media		7.354	8.3	8.4	2260	8.3	194	96.2	55.3	53.7
C.V.		7.0	2.7	3.4	47.0	3.3	5.6	11.5	2.7	1.5
D.M.S.		732	0.3	0.4	1505	0.38	15.2	15.6	2.1	1.1

(*) Lugar que ocupó en el experimento; Primer grupo de significancia al 5% de probabilidad de error. Comité Calificador de Variedades de Plantas (CCVP).

3.14 Antecedentes

Álvarez-Solís, et al. (2010) Evaluaron el efecto del manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en la actividad de fosfatasas y ureasa, la colonización micorrízica nativa y el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.). El experimento se realizó en condiciones de temporal en Teopisca, estado de Chiapas. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con un arreglo factorial (2×4) de tratamientos: dosis de fertilización (60 - 30 y 120 - 60 de N - P), y abonos orgánicos (sin abono o testigo, composta, bocashi y humus de lombriz; dosis, 6 t ha⁻¹). En el crecimiento vegetativo la fosfatasa alcalina fue 74.5 % más alta con humus de lombriz, mientras que la fosfatasa ácida fue 41.9 % más alta con composta, ambas en relación al testigo. En la floración disminuyó 46.2 % la actividad ureasa con la dosis alta de fertilización.

El porcentaje de colonización micorrízica fue 1.3 veces más alto con bocashi que sin abono. El rendimiento de grano varió de 2152 a 3616 kg ha⁻¹; el valor más bajo fue para la dosis baja de fertilización sin abono y el más alto para la dosis alta de fertilización con humus de lombriz. Con dosis baja de fertilización el rendimiento aumentó 3.8, 12.7 y 11.5 % con composta, bocashi y humus de lombriz, mientras que con dosis alta de fertilización, el incremento fue 17.7, 21.9 y 30.5 %. El análisis de los resultados sugiere la importancia del manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos por su efecto positivo en la actividad enzimática, colonización micorrízica y rendimiento de maíz en temporal dosis de fertilización inorgánica (60-30 y 120-60 de N - P), El rendimiento de grano varió de 2152 a 3616 kg ha⁻¹, con el valor más bajo para 60-30 de N-P sin abono y el más

alto para 120-60 de N-P y humus de lombriz. Con dosis baja de fertilización el rendimiento incrementó 3.8, 12.7 y 11.5 % con composta, bocashi y humus de lombriz, mientras que con dosis alta el aumento fue 17.7, 21.9 y 30.5 %. El análisis de estos resultados sugiere la importancia del manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos para mejorar la producción de maíz, así como la necesidad de estudiar la dinámica de mineralización y aporte de nutrimentos durante el ciclo de crecimiento del cultivo (Álvarez-Solís, et al., 2010).

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo con altas demandas nutricionales. Entre los elementos del suelo que utiliza en mayores cantidades cabe mencionar el nitrógeno (N), seguido del potasio (K) y el fósforo (P). Estos nutrimentos forman parte de numerosos fertilizantes químicos, ya sea en forma individual o combinados en fórmulas. Estudios realizados en la Región Lagunera indican que por cada tonelada de forraje seco a producir se requiere 12.0 kg de N, 3.6 kg de P₂O₅ y 20.5 de K₂O. sin embargo, el rendimiento del cultivo varía de acuerdo al ciclo del cultivo, al sistema de producción, al genotipo, la densidad de población, programa de fertilización, así como al calendario y láminas de riego. (Reta *et al.*, 2002)

Angulo (2012) evaluando maíz con fertilización química y química-orgánica reporta lo siguiente: 1).La producción obtenida de maíz en el lote demostrativo fertilizado química-orgánicamente fue de 5.19 t/ha. 2.) La producción obtenida de maíz en el lote demostrativo fertilizado químicamente fue de 5.32 t/ha. 3). Los costos de producción, considerando la renta del terreno en la fertilización orgánico-química, fueron de 20 mil 528 pesos, obteniendo una producción de 5.19

t/ha, la cotización de la tonelada de maíz fue de 4 mil 200 pesos, con la que se obtiene una relación beneficio/costo de 1.06. 4). Los costos de producción, considerando la renta del terreno en la fertilización química, fueron de 21 mil 470 pesos, obteniendo una producción de 5.32 t/ha, la cotización de la tonelada de maíz fue de 4 mil 200 pesos, con lo cual se obtiene una relación beneficio/costo de 1.04.

3.15 Validación de la producción de alta fructosa, aceite vegetal, aislados proteínicos, fibra y otros subproductos del maíz (Mendoza, 2003)

La caracterización proximal de 3 variedades de grano blanco y 3 variedades de grano amarillo cultivadas bajo un mismo régimen de fertilización y disponibilidad de agua en el campo experimental del INIFAP, arrojaron los siguientes resultados analizados bajo un diseño en bloques anidados, lo cual permitió realizar comparaciones dentro de los bloques y entre bloques.

En comparación con las variedades de grano amarillo, las variedades de grano blanco, presentaron valores superiores de almidón (78.53% vs 55.39%), sin embargo, su potencialidad en la industria de la molienda húmeda es muy baja debido a la distribución de los gránulos de almidón y dureza del grano que ocasiona rendimientos por debajo de las variedades amarillas. Al igual que el almidón, el contenido de proteína fue mayor en los maíces de grano blanco (9.46% vs 8.23%), destacando la variedad H438 desarrollada en INIFAP como la de mayor riqueza proteínica (10.52%). Los contenidos de fibra y ceniza no presentaron diferencias significativas entre color de grano, sin embargo, se apreció que dentro del grupo de las variedades de grano amarillo, 1060 de Dekalb (1.99%) y 31G98 de Pioneer (1.72%), tuvieron mayor contenido de fibra; mientras

que en el grupo de los blancos, el material H438 de INIFAP superó el resto de los materiales con 2.24%. (Mendoza, 2003).

El contenido más alto de ceniza fue para la variedad 31G98 en amarillos (0.27%) y 30G54 en blancos (0.23%), ambas de la compañía Pioneer. En cuanto a su potencialidad para la extracción de aceites, los maíces de color blanco fueron los de mayor rendimiento (5.05% vs 4.20%), entre los cuales la variedad León de Asgrow (5.63%) superó a las variedades 30G54 (4.85%) y H438 (4.67%). (Mendoza, 2003).

Entre el grupo de los amarillos, el mayor rendimiento de aceite fue para Pantera también de Asgrow (4.80%), seguida de la variedad 1060 de Dekalb (4.40%) y por último 31G98 de Pioneer (3.40%). Los materiales evaluados en el presente trabajo requerirán en un estudio posterior la caracterización de fracciones proteicas con el fin de definir la variedad de mayor contenido de Zeína. (Mendoza, 2003)

4 CONCLUSIONES

De acuerdo con la literatura analizada para el desarrollo del presente trabajo respecto Factores asociados en la producción de maíz (*Zea mays* L.) en Culiacán, Sinaloa se concluye lo siguiente:

1. Los factores que determinan primordialmente los niveles de rentabilidad del cultivo son: la disponibilidad de agua para riego y el uso del paquete tecnológico completo, que está en función de la disponibilidad de recursos económicos por parte del productor.
2. Existen diversas variedades nativas o criollas de maíz, lo cual permite a los agricultores seleccionar el grano que mejor se adapte a las necesidades de clima y producción. Sin embargo, la importancia en calidad de la tortilla es un factor que ha propiciado que algunas variedades criollas no puedan ser desplazadas, por encima de los criterios de productividad y rentabilidad. El maíz es el cultivo más sensible, y el que más afecta a la economía, ya que es fundamental en la dieta de los hogares mexicanos, sobretodo en el sector rural.
3. Los principales actores que participan en el sistema producto de maíz son: Los productores, Comercializadores (así como, organizaciones para realizar en forma grupal el acopio y la comercialización del grano), Proveedores de insumos y servicios, Transportistas, Tiendas oficiales, de abarrotes, de autoservicio y supermercados, las cuales se encargan de ofrecer el producto procesado.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Readalyc.org. pp.113-120.
- Agroder, 2012. Producción 2010, Comparativo Estatal Modalidad de temporal y riego. A g r o D e r con datos de SIAP, SAGARPA. www.siap.sagarpa.gob.mx.
- Agrosíntesis. 2014. consultado en noviembre del 2014. Disponible en: <http://www.agrosintesis.com/component/content/article/49-front-page/462-principales-plagas-del-cultivo-de-maiz>.
- Álvarez-Solís, J.D D. A. Gómez-Velasco², N. S. León-Martínez¹, F. A. Gutiérrez-Miceli. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos Orgánicos en el cultivo de maíz. AGROCIENCIA, 1 de julio - 15 de agosto, 2010:pp.575-586
- Angulo Santos J. R. 2011. Labranza de conservación y riego por aspersión en maíz. Fundación Produce Sinaloa, Instituto: Centro de validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A.C.
- Anderson E. 1946. El maíz en México (1897-1969). Investigador estadounidense del maíz. En: F:\Maíz.htm ORIGEN.htm
- Burril, L. C.; J. Cárdenas y E. Locatelli. 1977. manual de campo para investigación en control de malezas (Trad.). Ed. Internacional Plant Protection Center. Oregon, E.U.A. 64 p.
- Castro, C.J.M.; Cruz, O.J.E.; Caro, M.P.H., Godoy A.T.P., Gastélum, L., R. y López, M. M. 2009. Herbicidas preemergentes y postemergentes y residualidad en cultivos básicos en Culiacán, Sinaloa, México.
- Capinera J. L. 2000. Corn Earworm, Helicoverpa (=Heliothis) zea (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). IFAS Universidad de florida pp: 1-6. Disponible En: <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>.
- Capinera J. L. 1999. common name: fall armyworm scientific name: Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae. University of Florida, and USDA. Pp: 1-9.
- Capinera J. L. 2006. common name: black cutworm scientific name: Agrotis ipsilon (Hufnagel) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). University of Florida. Pp: 1-15.

- CEEES. 2010. Reporte de producción de maíz en Sinaloa: datos comparativos del año 2010 con respecto al año 2009. consultado 10 junio del 2014. Disponible En: www.cee.es.com.mx/.../Reporte__59_del_2011__de_maiz_2010.pdf
- Cesaveg. 2008. Campaña de manejo fitosanitario de maíz. Pp: 1 – 20. Disponible En: www.cesaveg.org.mx.
- Corral, J. A., G. Medina, I. J. Gonzales, C. Ortiz, H. E. Flores, R. A. Martínez y K. F. Byerly. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro técnico no 3. Edit. Inifap/Sagar. pp: 186-190.
- Cullen E. y Schramm S. 2009. Two–spotted spider mite management in soybean and corn. University of Winconsin-extension. Pp: 1-4 Disponible En: www.uwex.edu/ces/cty.
- Cruz, O. 2013. El cultivo de maíz., manual para el cultivo de maíz en Honduras. Tercera edición. Edit. Dicta. Tegucigalpa, Honduras. 7 p.
- Cruz O., J.; Caro M., Castro C., y García Q. 2008. Impacto de problemas fitosanitarios en el sistema de producción monocultivo de maíz. II Jornada de Transferencia del cultivo de maíz. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Memoria. <http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/846/II%20Jornada%20de%20transferencia%20de%20tecnologia%20del%20cultivo%20del%20maiz.pdf>.
- Espinoza C., A.; Piña R., J.; Caetano de O., A. y Mora V., M. 2004. Listado de variedades liberadas por el INIFAP de 1980 a 2003. CIRCE. INIFAP. Publicación especial No. 2. Chapingo. México.
- FAO .2014. Fecha de consulta 20 de noviembre del 2015. Disponible En: http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#DOWNLOAD
- Fassio A., I. Carriquiry, C. Tojo y R. Romero. 1998. Maíz: Aspectos sobre fenología. Serie Técnica No 101. Edit: INIA Montevideo, Uruguay. 1 p.
- Financiera rural, 2014. Panorama del Maíz. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Y tecnologías de la información Pp 1-2.

- FMC. 2008. Gallina ciega. Boletín técnico informativo. Pp: 1 – 4. Disponible En: 8/09/2014. www.fmcagroquimica.com.mx
- García, C., González M.B. y Cortez E. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Redalyc. Sinaloa. México. 62 p.
- García, C., Camacho J.R., Nava E., Armenta A. D., López F., Vázquez E. L y Hernández V. 2010. Mosca de los estigmas del maíz: comportamiento y control biológico. Fundación produce.
- Garza E. y Terán P.T. 2007. El gusano soldado spodoptera exigua y su manejo en la planicie huasteca. Inifap/sagarpa. Folleto técnico No. 15. San Luís Potosí. México. pp: 14-28.
- González L., y Vera C., P. 2011. Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (POACEAE) en México. Informe Septiembre 2011. [://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FZ011/Informe%20final/Informe%20general_FZ011](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FZ011/Informe%20final/Informe%20general_FZ011).
- Instituto de Ecología, A. C.Fundación produce. Sinaloa. México. pp: 1 – 9. Disponible En: www.fps.org.mx
- INAFED, 2014 Consultado noviembre 2014. Disponible En: <http://www.inafed.gob.mx/>
- Kato et. al. (2009). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
- Klingman, G. C. y F. M. Ashton. 1984. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. Trad. Ed. Limusa.449 p.
- Mársico, J. 1980. Principles of herbicides. Academic press New York and London. 456 p
- Mendoza Reyes J. 2003. Validación de la producción de alta fructosa, aceite vegetal, aislados proteínicos, fibra y otros subproductos del maíz. Análisis proximal de variedades de maíz blanco y amarillo. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Inicio: Febrero del 2003. Director: Jorge Siller Cepeda. Consultado 4 junio de 2015. Disponible En: <http://www.ciad.edu.mx/salima/display1.asp?func=display&resid=63&tree=0>

- Meza R. y Angulo J.R. 2008. Producción de maíz blanco en la zona centro de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa A.C. Sinaloa. México. pp: 8 - 35.
- Moraila I. L.A. 2014. Se busca mejorar la producción de maíz en Sinaloa Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A.C. (CVTTS). consultado febrero del 2014. Disponible En:
http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&id=1012:se-busca-mejorar-la-produccion-de-maiz-en-sinaloa&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373
- Nava U. y Morales E. 2005. Patrones de infestación y distribución en la planta de la araña roja en diferentes fechas de siembra de maíz forrajero. Edit. Inifap. P: 1.
- Nuessly G. S. y Capinera J.L. 2001. Cornsilk Fly (suggested common name), *Euxesta stigmatias* Loew (Insecta: Diptera: Otitidae. IFAS University of Florida. Pp: 1-8. Disponible En: <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>.
- Ortas L. 2008. El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Comercial de Servicios Agrigan, S.A. Boletín No 7. 1 p.
- Ortega C., A., M. J. Guerrero H., O. Cota A. y O. Palacios V. 2005. Informe de actividades 2003 del Proyecto 108: Conservación, estudio y utilización de la diversidad genética de los maíces nativos del noroeste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Red de Maíz. 19p.
- Palacios, V. O; Ortega C., A; Guerrero H., M.J. y Hernández, C., J.M. 2008. Proyecto FZ002. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Componente 1. Maíces nativos de los estados del norte de México. Informe final de actividades 2007-2008 en el estado de Sinaloa.
- Paliwal R. L. 2001. Origen, evolución y difusión del maíz. FAO. Roma. Italia Pp: 1-10. Fecha de consulta 17/06/15. Disponible En:
http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s03.htm#P0_0.
- Pioneer. 2007. Calidad de siembra en el maíz. Pioneer México. Boletín No. 3. 4 p.

- Rivera H. 2008. Efecto del Riego y fertilización Fosfatada sobre el rendimiento y calidad del Maíz. Tesis de Maestría Colegio de Posgraduados. Consultado febrero 2014. Disponible En:
www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/1272/Rivera_hernandez_B_MC_Producción_Agroalimentaria_tropicos_2008_pdf
- Sagarpa. 2008. Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. México. pag. 5.
- Sagarpa Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2008. Consulta Noviembre de 2014.
- Salvador R.J. 2001. Monografía del Maíz. Publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica Serie: Traducciones, Número: 15. Chapingo, México.
- Sarukhán (2009). Presentación de libro “Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica”. In: Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica.
- SIAP (2014) Estadística Agrícola. www.siap.sagarpa.gob.mx. Fecha de consulta 11 de noviembre de 2014.
- Sifuentes- Ibarra, E.; J. Macías Cervantes; J.G. Quintana Quiroz; R.A. Corral Vega; V.M González Calderón; W. Ojeda Bustamante. 2011. Tecnologías de riego bajo condiciones de escasez de agua en maíz. Memorias de capacitación. Fundación Produce Sinaloa. pp1-25.
- Tagne, A.1, Feujio, T.P.1, Sonna, C. 2008. Essential oil and plant extracts as potential substitutes to synthetic fungicides in the control of fungi. ENDURE International, Diversifying crop protection, 12-15 October 2008 La Grande-Motte, France. Tagne, A., Feujio, T. P., Sonna, C. - p. 3
- Tovar T. 2008. Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (*Zea mays* L) obtenido por diferentes métodos de aislamiento. Tesis. Universidad autónoma del estado de Hidalgo. Pachuca, México. 5 P.
- Trujillo, F., J.D. 2011. Las políticas agrícolas nacionales y la agricultura de Sinaloa. Conferencia. IV FORO INTERNACIONAL DE MAÍZ. CAADES. Culiacán Sinaloa.://www.forointernacionaldelmaiz.com/panel3.
- Vázquez Romualdo M. A. 2011. Equipos para medición de Nitrógeno en Maíz. Fundación Produce Sinaloa. Instituto: Centro de validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A.C.

