

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Producción de Semilla Híbrida de Maíz (*Zea mays*) en Dos Localidades en el
Occidente del Estado de Jalisco

Por:

LUIS RODOLFO CHÁVEZ ROMERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Producción de Semilla Híbrida de Maíz (*Zea mays*) en Dos Localidades en el
Occidente del Estado de Jalisco

Por:

LUIS RODOLFO CHÁVEZ ROMERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



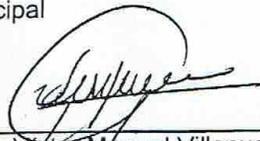
Dr. Antonio Flores Naveda

Asesor Principal



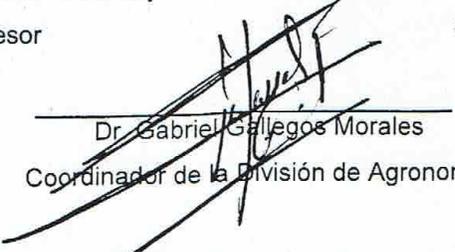
Dr. Neymar Camposeco Montejo

Coasesor



M.P. Víctor Manuel Villanueva Coronado

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2018



AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por demostrarme que está siempre a mi lado, cuidarme, darme salud y las fuerzas suficientes durante mi carrera para luchar por mis objetivos y metas.

A mis padres Verónica Romero Hernández y Luis Enrique Chávez Varo

Principalmente por haberme dado la vida, guiarme, darme el amor y los valores que todo hijo necesita para lograr ser un buen ser humano. Por su gran labor y apoyo incondicional para llegar a donde estoy y lograr formarme como persona y profesionalmente.

Al Dr. Antonio Flores Naveda

Por haberme apoyado en mi trabajo de tesis y transmitirme sus conocimientos, brindarme su confianza y apoyo incondicional para lograr culminar este trabajo tan importante en mi formación.

Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Por haber aportado tantos conocimientos, así como apoyarme en mi trabajo de tesis, brindado su amistad y aconsejarme académica y profesionalmente.

Al MC. Adolfo Ortegón Pérez

Por haberme dado su apoyo y la disponibilidad como tutor maestro y amigo. Por orientarme para mi desarrollo y por todas esas atenciones que tuvo a lo largo de mi estancia en la universidad.

Al Ing. Antonio Treviño Rivero

Por ser mi primer amigo en la Narro, brindarme apoyo, ser un buen consejero y convencerme para continuar dentro de mi alma mater.

A mi “ALMA TERRA MATER” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), principalmente por enseñarme a valorar más a mis padres, abrirme sus puertas de sus aulas para brindarme las herramientas necesarias que ayudaron a formarme como un profesionalista al igual que la dicha de ser egresado de la Narro.

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a:

Mis padres Verónica Romero Hernández y Luis Enrique Chávez varo, por haber creído en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome y aconsejándome en los momentos más difíciles de mi carrera y por qué sé que el orgullo que sienten por mí fue lo que me hizo llegar hasta el final. Este trabajo va por ustedes por lo que valen, por la admiración que tengo de su fortaleza de haber estado lejos de mí y por el amor que me han brindado a lo largo de mi vida.

Mi hermana Lorena Elizabeth Chávez Romero, por ser una buena compañera en mi vida, por apoyarme, fomentarme la unión, el deseo de superación y el anhelo de triunfo de vida.

A mi madrina Sara Elena Chávez Varo, por ser mi segunda madre darme el apoyo, fortaleza y cariño durante toda mi vida y ser una gran ser conmigo y todos mis primos.

Algunas personas quieren que algo ocurra, otras sueñan con que pasara, otras hacen que suceda.

Michael Jordán

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCION.....	1
II. Objetivo general.....	5
III. Hipótesis.....	5
IV. REVISION DE LITERATURA.....	5
4.1 Producción de semilla híbrida.....	5
4.2 Generalidades del maíz.....	9
4.3 Características descriptivas y clasificación taxonómica.....	9
4.4 Descripción botánica.....	10
4.5 Morfología de la planta.....	12
4.6 Requerimientos climáticos y edáficos.....	14
4.7 Potencial de producción de maíz grano.....	17
4.8 Producción de maíz en México.....	18
V. MATERIALES Y METODOS.....	19
5.1 Ubicación del sitio experimental.....	21
5.2 Localidad 1.....	21
5.3 Localidad 2.....	24
5.4 Preparación del terreno y siembra.....	27
5.5 Desarrollo del cultivo.....	27
5.6 Eliminación de plantas fuera de tipo (desmezcle).....	28
5.7 Desespigue.....	29
5.8 Eliminación de surcos del progenitor macho.....	30
5.9 Estimado de rendimiento.....	30

5.10	Muestreos de humedad.....	30
5.11	Cosecha y transporte de la semilla.....	30
VI	Materiales utilizados.....	31
6.1	Semilla de maíz.....	31
6.2	Materiales y equipo.....	31
VII	Variables evaluadas.....	32
VIII	Diseño experimental.....	33
IX	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
X	CONCLUSIONES.....	40
XI	Recomendaciones.....	40
XII	LITERATURA CITADA.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento de mazorca (en farol) por hectárea al 32% de contenido de humedad.....	35
Cuadro 2.	Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento de grano por hectárea al 12% de contenido de humedad en semilla híbrida de maíz.....	37
Cuadro 3.	Análisis de varianza (ANVA) para la variable factor calidad total de la semilla híbrida de maíz.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de semilla híbrida de maíz.....	7
Figura 2. Comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) para la variable rendimiento de mazorca (en farol) por hectárea al 32% de contenido de humedad.....	35
Figura 3. Comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) para la variable rendimiento de grano por hectárea al 12% de contenido de humedad en semilla híbrida de maíz.....	37
Figura 4. Comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) para la variable factor calidad total de la semilla híbrida de maíz.....	39

RESUMEN

Producción de semilla híbrida de maíz (*Zea mays*) en dos localidades en el occidente del estado de Jalisco

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los municipios de Ahualulco de mercado y Etzatlan, localizados en el occidente del estado de Jalisco, con el objetivo de evaluar el rendimiento en mazorca (farol), desgrane y calidad de producción de cinco híbridos de maíz, para la producción de semilla.

La siembra de los predios en todos los lotes fue similar, se prepararon con cuatro pasos de rastra, al igual que la ejecución de siembra fue con una sembradora de precisión con la densidad de 85,000 plantas por hectárea, bajo un arreglo de siembra con los progenitores hembra- macho 10:2.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron diversas labores culturales, como la aplicación de fertilizantes y pesticidas. Los lotes de producción se manejaron, bajo condiciones de temporal, a su vez, se suministraron riegos de auxilio para un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz.

Previo a la floración, se realizaron labores de desespigue de forma manual y mecánica a las plantas hembras de maíz en cada uno de los predios, para evitar cualquier contaminación interna o externa al momento de la floración en cada uno de los lotes establecidos y por lo tanto, evitar poner en riesgo la calidad genética de los híbridos y así obtener los cruzamientos deseados.

Asimismo, se llevó a cabo la eliminación de plantas en los surcos macho con la finalidad de cuidar las líneas, a su vez, se realizaron estimaciones de rendimiento y

monitoreo del contenido de humedad, para posteriormente programar el inicio de la cosecha.

Las variables que se evaluaron en este trabajo fueron toneladas en mazorca por hectárea al 32% de humedad en farol, toneladas en semilla al desgrane 12% de humedad y el factor de calidad total de la semilla.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, utilizando cinco híbridos de maíz y cuatro repeticiones, por localidad de estudio, para el análisis estadístico, se realizó un análisis de varianza (ANVA) ($P \leq 0.01$) con el programa estadístico SAS versión 9.0 y la prueba de comparación de medias por Tukey al 0.05%.

Los resultados obtenidos permiten observar que la evaluación de los cinco híbridos de maíz en ambas localidades de estudio, nos dan a conocer datos de rendimiento y calidad de los híbridos producidos se observó que el híbrido número uno fue el que se adaptó mejor a las localidades de Ahualulco de Mercado y Etzatlan, ya que fue el que mostro mayor rendimiento, sin embargo, para la variable calidad total el híbrido que presento mejor respuesta, fue el número cinco.

Palabras clave: Híbrido, maíz, calidad, Producción, Rendimiento.

I. INTRODUCCION

El maíz es una planta originaria de América por lo cual es considerado el cereal de los pueblos y culturas del continente americano, desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica. Se cree que el maíz es un producto que surgió de la hibridación del teocintle con otro pasto (Serratos, 2012).

En la actualidad es el cereal que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y en los inicios del XXI (Serratos, 2012). Siendo el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo y el arroz.

En México se ha constituido como el cereal más importante en la alimentación diaria del hombre, aportando beneficios para la salud, siendo una buena fuente de fibra y almidón, además aporta proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales que son esenciales. El consumo anual per cápita en México es de 278 kilogramos de este cereal. El maíz es utilizado para la elaboración de un gran número de alimentos, por ello es el alimento cotidiano de mayor demanda (SAGARPA, 2016).

Además de su uso como forraje para ganado, alimento para otros animales, materia prima para la producción de alimentos procesados y recientemente para la producción de etanol (Serratos, 2012).

México es el cuarto productor a nivel global, detrás de Estados Unidos, China y Brasil, se estima que se producen alrededor de 18.2 millones de toneladas de maíz al año en una superficie de 8.5 millones de hectáreas, en los últimos años la producción global ha aumentado ya que en 2017 alcanzó una producción total de 23 millones de toneladas, y es el cultivo que presenta un mayor número de productores, de los cuales 3.2 millones en su mayoría son ejidatarios, distribuidos en las 32 entidades del país, siendo los estados de Sinaloa, Guanajuato, Estado de México, Jalisco, Michoacán y Chihuahua, los principales estados productores, con un rendimiento promedio 3.841 toneladas por hectárea (SIAP- SAGARPA, 2017).

Las semillas son el insumo básico más importante para la producción agrícola, a lo largo del tiempo distintos investigadores han desarrollado métodos que ayudan a mejorar la calidad de estos granos; un ejemplo de esto es el proceso de Fitomejoramiento el cual es un conjunto de actividades por las que pasan las plantas con la finalidad de convertirse en semillas híbridas. Las semillas híbridas resultan de la combinación de dos o más especies con distintas características para crear una nueva generación de semillas con mayores rasgos que los granos iniciales, ya que en este proceso se toman las mejores cualidades de cada uno, las cuales dan lugar a la obtención de un fruto u hortaliza de mejor calidad.

El maíz (*Zea mays*) es el cereal que se ubica, después del trigo y el arroz, como el cultivo que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y a inicios del XXI. Lo anterior se debe a que, en los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados, y recientemente para la producción de etanol, además de su capacidad de adaptarse a condiciones climáticas y edáficas diversas (Colín y Morales, 2011).

Históricamente la industria semillera se ha enfocado en ofrecer soluciones al agricultor y en este proceso ha perdido de vista lo que busca o demanda el consumidor final. Las tendencias del consumo están cambiando constantemente y son las que deben marcar las estrategias de desarrollo y producción para ofrecer productos que ofrezcan mayor valor al agricultor y al mercado.

El crecimiento y desarrollo de la agricultura está asociado con el avance de la ciencia y tecnología, en especial en materia de mejoramiento genético de granos y hortalizas y variedades de hortalizas, ya que éstas son el vehículo de innovación que permiten incrementar la productividad y rentabilidad de los cultivos, al incorporar resistencia a plagas, enfermedades y condiciones adversas, reducir los costos de producción, mejorar los rendimientos y la calidad y satisfacer la demanda.

Para hacer frente a los retos que demanda la productividad y la producción sustentable, es necesario contar con herramientas de extensionismo, a fin de mejorar la calidad y oportunidad en la aplicación de los insumos, la adopción de mejores semillas, y facilitar el acceso a financiamiento, seguros y una adecuada comercialización.

El agricultor demanda semillas de calidad, de genotipos que se adapten a su región y que cumplan con sus expectativas, y poder tener acceso a ellas a precios justos. Pero se necesita promover la vinculación entre las instituciones generadoras de investigación e innovación, el sector productivo y los agricultores, para reducir plazos, costos, y facilitar el acceso de los agricultores a nuevas y mejor tecnología de semillas.

Las funciones de investigación, producción, distribución y comercialización de semillas, principalmente de maíz provenientes de los centros de investigación, son llevadas a cabo por asociaciones de agricultores, pequeñas y medianas empresas, que no siempre cuentan con una supervisión ni certificación oficial de sus procesos de producción, dejando abierta la posibilidad de producir semilla con baja calidad y sin garantía para el agricultor. Por ello, la importancia de realizar tareas de fomento y divulgación sobre los beneficios del uso de semillas de calidad.

Asimismo, los agricultores necesitan contar con información confiable y oportuna sobre la disponibilidad de semillas y las variedades que se adaptan a cada

región. Contribuir al desarrollo agrícola regional y nacional, a la reducción de la pobreza y de la inseguridad alimentaria a través del uso de semillas de alta calidad.

II. Objetivo general

- 1 Producción de semilla híbrida de maíz en dos localidades en el Occidente del Estado de Jalisco, para contribuir al desarrollo agrícola regional y nacional, mediante el uso de semillas de alta calidad.

III. Hipótesis

1. Al menos uno de los cinco híbridos evaluados en la región, deberá obtener un alto potencial de rendimiento, adaptabilidad y calidad de semilla.

IV. REVISION DE LITERARURA

4.1. Producción de semilla híbrida

En México los primeros híbridos de maíz fueron desarrollados a inicios de los años de 1950 utilizando germoplasma de las razas Tuxpeño, Celaya, Chalqueño y Bolita. Por diversas razones, estos híbridos no dieron los resultados esperados y las variedades de polinización abierta continuaron a ser los principales cultivares utilizados (Wellhausen, 1978). En la actualidad, la mayor parte de semilla híbrida es producida por el sector privado.

La semilla de maíz híbrida proporciona a los agricultores un adecuado potencial de rendimiento, ya que posee características genéticas mejoradas, como

el alto potencial de rendimiento y combinaciones de caracteres únicas como tolerancia a enfermedades.

Un híbrido de maíz resulta cuando una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen. En otras palabras, una planta hembra es cruzada con una planta macho a fin de producir semilla híbrida. Esta semilla posee un potencial genético único, resultado de ambos progenitores y produce una planta con ciertas características (MacRobert *et al.*, 2015).

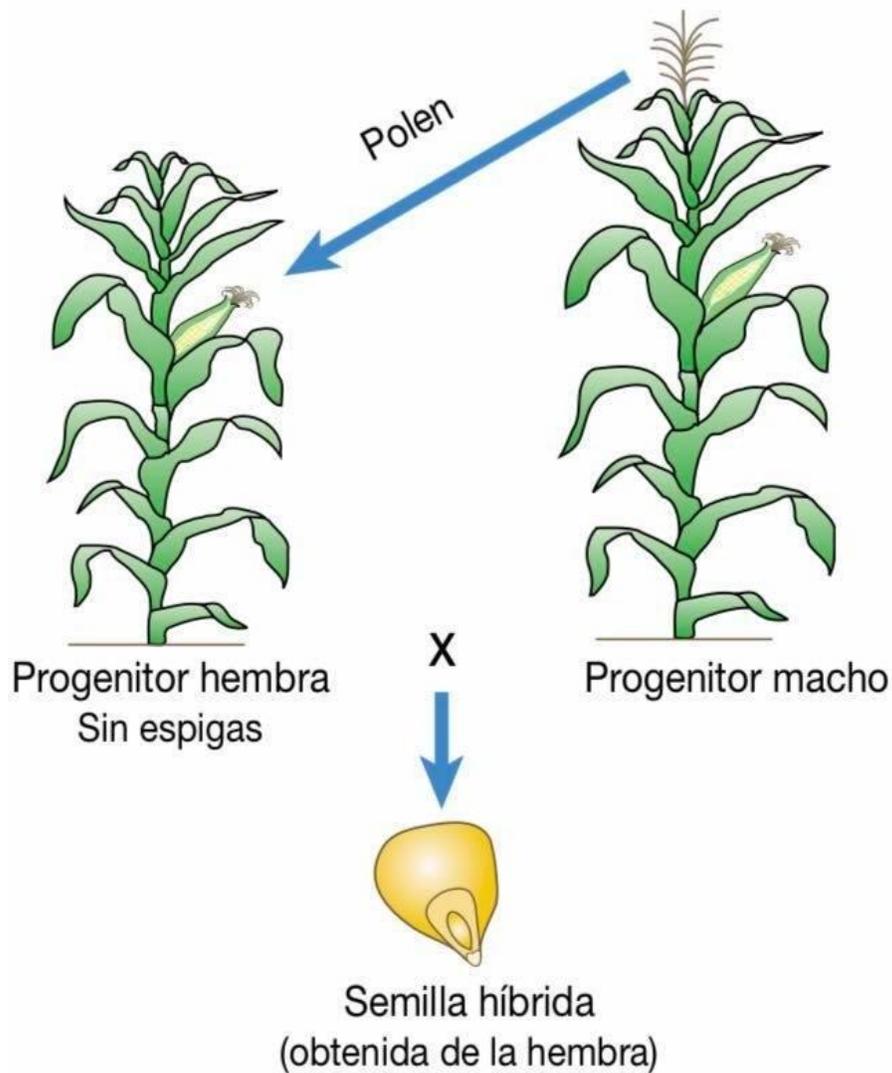


Figura 1. Producción de semilla híbrida de maíz.

La figura 1, muestra como una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen.

La producción de semilla híbrida es un procedimiento que consiste en varios pasos, el manejo de la producción de semilla híbrida incluye dos procesos paralelos: los aspectos técnicos del cultivo, como la proporción hembra:macho, el desespigue, manejo agronómico de las plantas masculinas y femeninas. Además, debe haber una estrecha relación entre el productor de semilla, la empresa semillera para la cual produce la semilla y la agencia reguladora que certifica el cultivo de semilla. Por todo esto, es evidente que la producción de semilla de maíz es más complicada y dinámica que la producción de grano.

El éxito depende de comenzar con un conocimiento a fondo de todo el proceso, la planificación de las áreas de cultivo, los insumos, las actividades y la mano de obra requerida, y de mantener una buena comunicación con los trabajadores, la empresa semillera y los reguladores, así como llevar a cabo las actividades de manejo en forma oportuna y eficiente. El objetivo final de la producción de semilla híbrida es obtener un alto rendimiento de semilla que satisfaga las normas de calidad. Solo si esto se logra se puede tener la esperanza de generar utilidades. Por tanto, una buena producción de semilla híbrida comienza con la planificación del proceso de principio a fin (MacRobert *et al.*, 2015).

4.2 Generalidades del maíz

Los granos básicos como el maíz son la dieta fundamental de toda la población, la cultura de los ciudadanos está muy arraigada a cultivos como el maíz, del cual se derivan una serie de alimentos típicos de la gastronomía nacional.

4.3 Características descriptivas y clasificación taxonómica

Nombre Común: Maíz.

Origen: México, América Central (González, 1984).

Distribución: 50° LN a 40° LS (González, 1984; Purseglove, 1985).

Adaptación: Regiones tropicales, subtropicales y templadas (Doorenbos y Kassam, 1979).

Ciclo vegetativo: 80 a 180 días (Doorenbos y Kassam, 1979; Benacchio, 1982; Ruiz, 1985).

Tipo Fotosintético: C4 (Raya y Aguirre, 2008)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays*

4.4 Descripción botánica

El maíz es una planta de porte robusto y de hábito anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud alcanzando alturas de uno a cinco metros, con pocos macollos o ramificaciones, presentando nudos, entrenudos y una médula esponjosa. Las hojas inician en los nudos de manera alterna a lo largo del tallo; se encuentran abrazadas al tallo mediante la vaina que envuelve el entrenudo y cubre la yema floral, de tamaño y ancho variable. Las raíces primarias son fibrosas presentando además raíces adventicias, que crecen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta (Jugenheimer, 1988).

Es una planta monoica de flores unisexuales, que presenta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas en la misma planta: la inflorescencia masculina es terminal se conoce espiga y consta de un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico, cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen 6 en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componte de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y anteras, que pueden ser de coloración verde, amarilla, rojiza o morada. Las inflorescencias femeninas (mazorcas) se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores

pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen. La mazorca puede formar alrededor de 400 a 1000 granos arreglados en promedio de ocho a veinticuatro hileras por mazorca; todo esto encerrado en numerosas brácteas o vainas de las hojas (totomoxtle), los estilos largos saliendo de la punta del raquis como una masa de hilo sedoso se conocen como pelo de elote; el jilote es el elote tierno (Jugenheimer, 1988).

Por las características mencionadas, el maíz es una planta de polinización abierta (anemófila) propensa al cruzamiento, la gran mayoría de los granos de polen viajan de 100 a 1000 m (Reyes, 1990; Jugenheimer, 1988). En la mazorca cada grano o semilla es un fruto independiente llamado carióspside que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca. Como cualquier otro cereal, las estructuras que constituyen el grano del maíz (pericarpio, endospermo y embrión) le confieren propiedades físicas y químicas (color, textura, tamaño, etc.) que han sido importantes en la selección del grano como alimento (Kato, 2009). Su ciclo vegetativo tiene una duración que va desde los 80 a 180 días, esto depende del material genético, ambiente en el que se desarrolle y manejo agronómico (Doorenbos y Kassam, 1979; Benacchio, 1982).

El maíz (*Zea Mays*), es una planta gramínea cuyo origen se ubica en el Municipio de Coxcatlán, en el Valle de Tehuacán, estado de Puebla, en el centro de México. Introducida en Europa durante el siglo XVI, después de la invasión

española. Actualmente, es el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo y el arroz.

4.5 Morfología de la planta

Raíz

La planta tiene dos tipos de raíz, las primarias son fibrosas, presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta, sin embargo, por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes y a caídas de grandes vientos.

Tallo

El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.

Hojas

Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, la parte comestible de la planta.

Inflorescencia

Es una planta monoica de flores unisexuales; sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran bien diferenciadas en la misma planta:

La inflorescencia masculina es terminal y se le conoce como *panícula*, *panoja*, *espiga* y *miahuatl* en náhuatl, compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen.

Las inflorescencias femeninas, las mazorcas, se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen.

Semillas

En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósido que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca.

4.6 Requerimientos climáticos y edáficos

Edáficos

Textura de suelo

El cultivo del maíz, prefiere suelos franco-limosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limosos (Benacchio, 1982). Prospera en suelos de textura ligera a media (FAO, 1994).

Profundidad del suelo. En suelos profundos las raíces pueden llegar a una profundidad de 2 m. El sistema ramificado se sitúa en la capa superior de 0.8 a 1 m, capa donde se absorbe el 80 % del agua del suelo. Normalmente el 100 % del agua se absorbe a una profundidad de 1 a 1.7 m (Doorenbos y Kassam, 1979).

Salinidad. Tolera salinidad, siempre que ésta no sea mayor que 7 mmhos/cm (Benacchio, 1982). 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).

PH. El pH óptimo está entre 5.0 y 7.5 (Moreno, 1992). Es muy sensible a la acidez, especialmente con la presencia de iones de aluminio (Montaldo, 1982).

Drenaje. Requiere buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos, suelos inundados por más de 36 horas suelen dañar a las plantas y su rendimiento final (Barandas, 1994).

Climáticos

Fotoperiodo. Es una planta de día corto (<10 h), aunque muchos cultivares se comportan indiferentes a la duración del día (Chang, 1968; Doorenbos y Kassam, 1979).

Altitud. El cultivo de maíz se adapta a una altitud de 0-3300; 0-1600 msnm.

Riegos. De la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mm, dependiendo de la variedad y del clima. El uso consuntivo varía de 410 a 640 mm, con valores extremos de 300 a 840 mm. La deficiencia de humedad provoca reducción en el rendimiento de grano en función de la etapa de desarrollo; en el período vegetativo tardío se reduce de 2 a 4 % por día de estrés, en la floración de 2 a 13 % por día de estrés y en el llenado de grano de 3 a 7 % por día de estrés (Shaw, 1977). El período más crítico por requerimiento hídrico es el que abarca 30 días antes de la polinización.

Humedad ambiental. Lo mejor es una atmósfera moderadamente húmeda (Benacchio, 1982).

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. La mayoría de los procesos de crecimiento y desarrollo en maíz están fuertemente influidos por temperaturas entre 10 y 28 °C (Warrington y Kanemasu, 1983). Tanto la fotosíntesis como el desarrollo de maíz son muy lentos a 10 °C y

alcanzan su valor máximo de 30 a 33 °C (Duncan, 1975). Las áreas con mayores rendimientos en Estados Unidos tienen temperaturas medias entre 20 y 24 °C, con temperaturas nocturnas de 15 °C. La temperatura óptima diaria de siembra a germinación es de alrededor de 25.8 °C; de germinación a la aparición de la inflorescencia femenina entre 25 y 30 °C y desde ese período a la madurez del grano se consideran óptimas una mínima de 21°C y una máxima de 32°C (Benacchio, 1982). □ Luz: Necesita abundante sol para máximos rendimientos. La intensidad óptima de luz está entre 32.3 y 86.1 (Barandas, 1994).

Nutricionales

La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo y crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada. Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización (García, 2010).

4.7 Potencial de producción de maíz grano

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie y el peso individual de los mismos (López *et al.*, 2000). El primero está en función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración, por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el cultivo debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración, cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. El segundo depende de los componentes de crecimiento de grano tal como; la tasa, periodo total y efectivo de llenado de grano (López *et al.*, 2004).

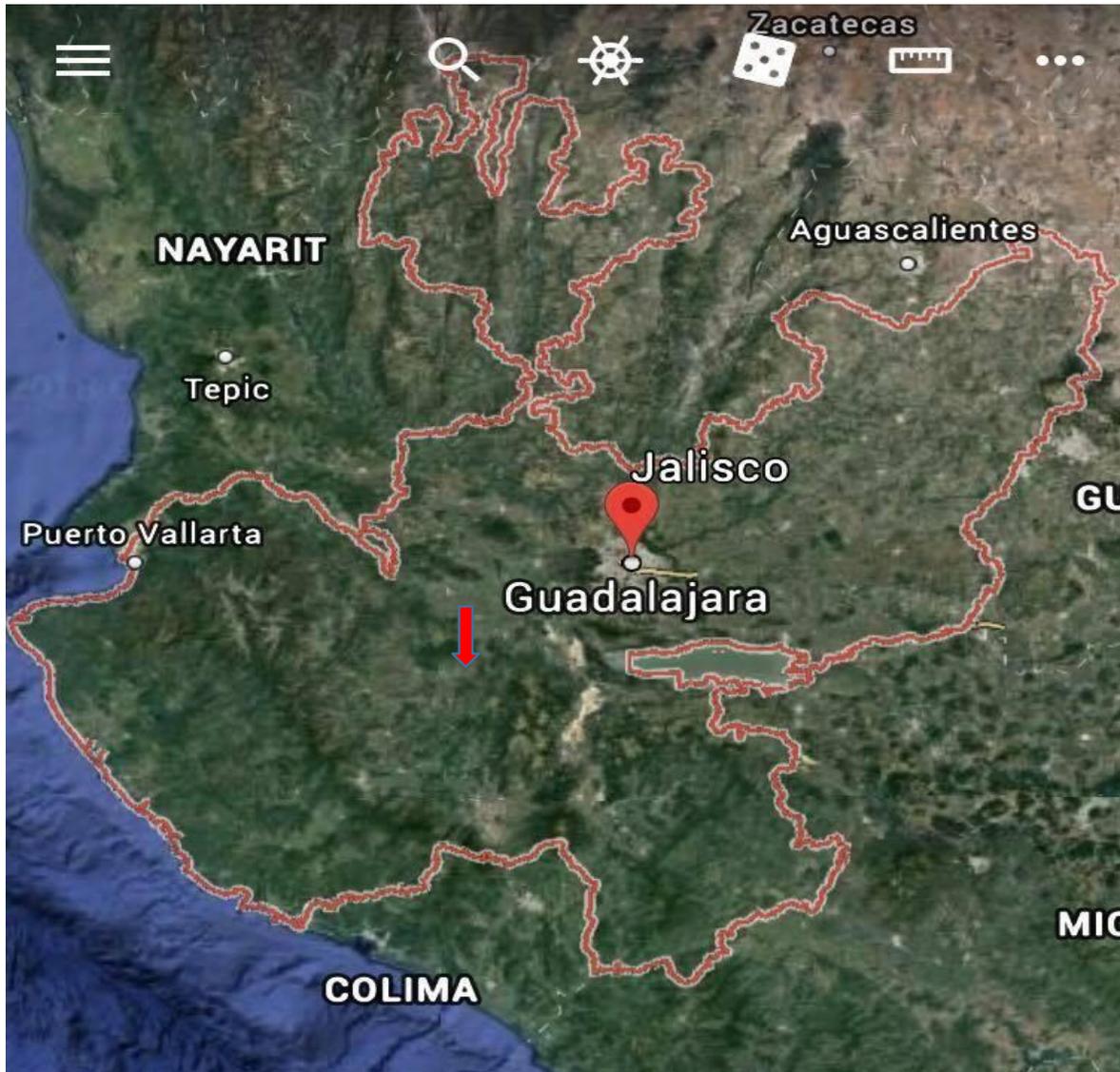
En México, la demanda de grano de maíz para consumo humano es alrededor de 25 millones de toneladas; sin embargo, sólo se producen cerca de 23 millones de toneladas (Peña *et al.*, 2010). El valor total de la producción nacional de maíz, representa aproximadamente el 32.4% del total de los más de 320 cultivos (Núñez y Ayala, 2009), abarcando la mitad de la superficie destinada a todos los cultivos que se siembran en el país y emplea más del 40 % (3 millones) de la fuerza de trabajo del sector agrícola, cerca de un 8 % del total de la fuerza laboral de México (Nadal, 2000; Nadal y Wise, 2005). El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal básico de la alimentación humana en el país, ocupando el segundo lugar después de Malawi (Morris, 1998), con un consumo per cápita de 127 kg (Pecina *et al.*, 2011).

4.8 Producción de maíz en México

En promedio durante los últimos cinco años se sembraron 7 millones 890 mil 762 hectáreas de maíz grano, de las cuales el 18 % se produjo en condiciones de riego y el 82 % restante en condiciones de temporal, con un rendimiento promedio de 3.21 t ha⁻¹. La media por modalidad en cuanto a riego y temporal se encuentra en las 7.24 y 2.20 t ha⁻¹ de grano respectivamente. A continuación, se presenta la superficie sembrada, producción y rendimientos obtenidos durante los últimos 5 años en condiciones de riego a nivel nacional (SIAP – SAGARPA, 2017).

V. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación para la producción de semilla híbrida de maíz, se estableció en dos localidades del occidente del estado de Jalisco.





5.1 Ubicación del sitio experimental

La evaluación de los genotipos para producción de semilla híbrida de maíz, se realizó en el occidente del estado de Jalisco en la región valles, en dos municipios Ahualulco de Mercado (Localidad 1) y Etzatlan (Localidad 2).

5.2 Localidad 1

El municipio de Ahualulco de Mercado, pertenece a la región valles del estado de Jalisco. Latitud: 20° 37' N Longitud: 103° 52' O Altitud: 1,200 msnm.

Delimitación

Limita al norte con los municipios de San Juanito de Escobedo y Tequila; al sur con el de Teuchitlán y al oeste con los de Teuchitlán y Etzatlán.

Extensión

El municipio tiene una extensión territorial de 157.20 km².

Datos físicos

Relieve

Topografía. Más de la mitad del municipio pertenece a las zonas planas con elevaciones de 1,350 a 1,500 metros sobre el nivel del mar. Existen en proporciones menores zonas semiplanas con elevaciones de 1,500 a 1,650 metros y las zonas accidentadas con alturas de 1,650 a 2,400 metros.

Clima

El clima en el municipio está considerado como semiseco con invierno y primavera secos y semicálidos, sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 21.3°C. y una precipitación media de 871.4 milímetros con régimen de lluvias en los meses de junio y julio.

Los vientos dominantes son de dirección norte-noroeste. El promedio de días con heladas al año es de ocho.

Hidrografía

Los recursos hidrológicos pertenecen a la cuenca del pacífico y la subcuenca del río Ameca. Tiene muchos arroyos, siendo los principales La Mina, La Pila, Las Torcazas, La Gloria, El Cocoliso, Aguacate, Piedra Bola, Santa Anita, Candelaria, Texcalame, Los Sauces, Agua Prieta, Carrizal, Chapalimita, La Calma, Santa Cruz, El Hondo y Derramadero. Además, las presas Guarachilla, Chapalimita y El Carmen.

Suelos

La composición del suelo corresponde a los del tipo feozem háplico, regosol eútrico, luvisol crómico y vertisol pélico.

Recursos naturales

La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 1,800 hectáreas de bosque.

Con relación a sus recursos minerales cuenta con yacimientos de oro, plata, cobre, zinc y plomo; así como de minerales no metálicos como cantera, granito y arcilla.

Uso del suelo

La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola; la propiedad ejidal en el municipio existe en regular proporción, pero la tenencia de la tierra es en su mayoría privada.

Extensión. El municipio tiene una extensión territorial de 157.20 km².

5.3 Localidad 2

El municipio de Etzatlan, pertenece a la región valles del estado de Jalisco. Latitud: 20° 38' 30" a 20° 58' 15" N Longitud: 104° 03' 00" a 104° 13' 30" O Altitud: 1,400 msnm.

El municipio de Etzatlán, está situado al centro poniente del estado, entre las coordenadas de 20° 38' 30" a 20° 58' 15" de latitud norte y de 104° 03' 00" a 104° 13' 30" de longitud oeste, a una altura de 1,400 metros sobre el nivel del mar.

Delimitación

Se encuentra limitado al norte con Magdalena, al sur con Ameca y Ahualulco del Mercado, el este con San Juanito de Escobedo y al oeste con San Marcos y el estado de Nayarit.

Extensión

Su extensión territorial es de 306.27 km².

Datos físicos

Relieve

Geología. El subsuelo del municipio pertenece al período Terciario, y se conforma de caliza, rocas ígneas extrusivas, riolita, andesita, basalto, toba y brecha Volcánica.

Topografía

La superficie al norte es poco accidentada, ya que sus elevaciones son de 1,600 a 1,900 metros; pero el resto del municipio es montañoso, encontrando elevaciones superiores a los 2,200 metros como las de los cerros de La Rosilla; La Calabaza, que tiene 2,100 metros; el de La Mojonera, con 2,000, El Cusco, con 1,700; El Bola Alta, con 1,600; y el Balletas, con 1,500 metros sobre el nivel del mar.

Clima

El clima del municipio es semiseco, con invierno y primavera secos y semicálidos sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 21.7° C y tiene una precipitación media anual de 835.8 milímetros con régimen de lluvias en los meses de junio, julio y agosto.

Los vientos dominantes soplan del suroeste. El promedio de días con heladas al año es de tres.

Hidrografía

Sus recursos hidrológicos están integrados por arroyos, ya que ningún río pasa por éste municipio, existiendo muchos que se descuelgan de los arroyos entre los cuales se encuentran el de Santa Lucía, el Trapichillo, Amolco, el Chan, Santa Rosalía que vierte sus aguas en la presa del mismo nombre y Corta Pico que alimenta la presa con Tepec al norte, en la parte sur se encuentra el Tecomatán, el Nogal Colorado, en Naranja y las Canoas. Cuenta, también, con la presa Santa Rosalía y la laguna de Palo Verde.

Suelos

La composición del suelo dominante corresponde al vertisol pélico y feozem háplico; y como suelo asociado se encuentra el regosol dístico.

Recursos naturales

La riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 8,100 hectáreas de bosque donde predominan especies de pino, encino, roble y nogal, principalmente.

Sus recursos minerales son yacimientos de plata, cobre, plomo, zinc, manganeso, barita, caolín y cuarzo.

Uso del suelo

La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola. La tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a la propiedad privada.

La mayor parte de la región tiene clima templado subhúmedo (73.5%). La temperatura media anual es de 20.7°C, mientras que sus máximas y mínimas promedio oscilan entre 33.3°C y 8.8°C respectivamente. La precipitación media anual es de 930 mm.

El suelo predominante es feozem (35.6%), se presenta en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales o lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Son de profundidad variable.

Cuando son profundos se utilizan para la agricultura de riego o temporal.

En este experimento se utilizaron híbridos de maíz para grano comercial de una empresa privada.

5.4 Preparación del terreno y siembra

La preparación de todos los lotes se llevó a cabo con cuatro pasadas de rastra, posterior a esto la siembra se llevó a cabo con sembradora de precisión, la cual se calibro de acuerdo con la densidad de población que establecimos de 85 mil plantas por hectárea. La siembra tuvo una profundidad, entre 5 y 7 cm, debido a que las líneas endogámicas tienen menor vigor que los híbridos y por problemas de emergencia y esto se realizó para evitar que resultara menor la densidad de población a la planeada. Los arreglos de progenitores hembra macho fueron 10:2.

Se recomendó a todos los productores 350 kg de fertilizante urea, junto con insecticida granulado 20 kg por hectárea mezclado con el fertilizante. A los dos días de siembra todos aplicaron herbicidas pre- emergentes, para prevenir malezas.

5.5 Desarrollo del cultivo

Se realizaron labores culturales como el monitoreo de posibles plagas que estuvieran presentes con su debido control preventivo, también se realizó un adecuado control de malezas. A su vez, se realizó el análisis de densidades de población en la etapa V3 de desarrollo del cultivo, aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes en las diferentes etapas del cultivo.

Debido a que en la región en la que se establecieron los lotes de producción era de temporal los riegos fueron de auxilio, sin embargo, cada que fuera necesario se aplicó riego en cada parcela.

La aplicación de productos químicos se llevó a cabo siempre, bajo monitoreo previniendo el ataque de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz.

5.6 Eliminación de plantas fuera de tipo (desmezcle)

El desmezcle se define como la eliminación sistemática y cuidadosa de plantas fuera de tipo en un lote de producción de semilla. Una planta se clasifica como fuera de tipo o atípica cuando ésta no corresponde a la planta identificada en la descripción varietal. El objetivo del desmezcle es asegurar la pureza genética de la semilla. Simultáneamente, en el desmezcle, se aprovecha para eliminar plantas enfermas que pueden transmitir patógenos por semilla, así como la maleza y plantas de otros cultivos que escaparon al control de los herbicidas o a las labores de cultivo.

El desmezcle de plantas enfermas o atípicas debe realizarse antes de que ocurra la contaminación física y genética de la semilla, seleccionado en las etapas en donde sea fácil su identificación visual.

El desmezcle, se realizó en las siguientes etapas fenológicas:

Post emergencia. Eliminar las plantas que son fácilmente identificables por su diferencia en vigor, tamaño y posición en el surco.

Desarrollo vegetativo. Eliminar plantas que se desvíen del fenotipo con respecto al desarrollo de raíces, tallo, tipo de planta, pigmentación, pubescencia de

hoja y tallo, etc.; un desmezcado efectivo en esta etapa reduce la carga de trabajo durante la etapa crítica de la floración.

Floración. En esta etapa, se identifican características morfológicas y agronómicas importantes en las plantas como: tipo y color de espiga, color de estigmas, tipo y forma de hojas, etc.; se considera la etapa crítica para evitar la contaminación genética de la semilla. Post-floración. En la etapa de llenado de grano se eliminan plantas fuera de tipo, que difieren en ciclo de madurez, color característico de secado, reacción a enfermedades, etc.

Pre-cosecha. Hacer un desmezcado final antes de la cosecha para eliminar plantas enfermas, acamadas, o con características vegetativas y reproductivas atípicas. Para eliminar las plantas fuera de tipo, el personal se integra en un equipo de trabajo, el cual debe observar en forma sistemática y uniforme las plantas del lote.

5.7 Desespigue

Se llevó a cabo de forma manual y mecánica en las plantas hembras de maíz, para evitar cualquier contaminación interna o externa al momento de la floración en cada uno de los lotes establecidos y con ello evitar poner en riesgo la calidad genética de los híbridos y así obtener los cruzamientos deseados. Se llevó a cabo la eliminación de plantas no deseadas, plantas que no corresponden al fenotipo de la hembra o macho que formaran los híbridos en producción.

5.8 Eliminación de surcos del progenitor macho

La eliminación de los surcos macho se realizó en todos los predios una vez terminando de polinizar a los surcos hembra. Este proceso fue mediante un tractor con implemento de desvaradora con la finalidad de cuidar las líneas además de que el progenitor macho ya había cumplido con la polinización. Las ventajas de eliminar los surcos machos son: se reduce la competencia por luz, agua y nutrimentos en los surcos hembra, lo que resulta en un incremento en rendimiento y calidad de la semilla híbrida.

5.9 Estimado de rendimiento

Se estimaron unidades por hectárea de todos los lotes establecidos con la finalidad de obtener un estimado de la producción.

5.10 Muestreos de humedad

Se estimaron unidades por hectárea de todos los lotes establecidos con la finalidad de obtener un estimado de la producción y así mismo establecer los días a cosecha.

5.11 Cosecha y transporte de la semilla

La cosecha se inició tan pronto como los granos de maíz alcanzaron la etapa de madurez fisiológica, lo cual ocurre cuando se forma la capa negra o el grano tenga entre 30 y 38% de contenido de humedad. Aquí concluye el desarrollo

fenológico del cultivo, las semillas tienen su funcionalidad completa y expresan el máximo potencial de calidad. Se llevó a cabo con la finalidad de obtener el máximo rendimiento de semilla, ya que la semilla tiene la mejor apariencia comercial, mayor resistencia a daños mecánicos durante el transporte y manejo.

VI. Materiales utilizados

6.1 Semilla de maíz

Para el establecimiento del cultivo en campo, se utilizó semilla de maíz.

Semilla progenitora hembra y macho de cinco genotipos, para la producción de semilla híbrida en las dos localidades: Localidad 1 (Ahualulco de Mercado) y Localidad 2 (Etzatlan).

6.2 Materiales y equipo

Para el presente trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes materiales:

- Sembradora de precisión Monosem
- Maquinaria y equipo agrícola
- Fertilizantes
- Insecticidas. Spinetoram 5.87%
- Herbicidas pre emergentes
- Herbicidas selectivos

VII. Variables evaluadas

Toneladas en mazorca por hectárea en farol

Esta variable se realizó cuando las mazorcas presentaban un contenido de humedad de 32% aproximadamente el día 23 de octubre del 2018. A su vez, para determinar esta variable se cosecho la mazorca completa y como se le denomina comúnmente en la región en (farol) con hojas y olote en sus dos localidades de estudio. Esta variable, se obtuvo con el peso resultante de la cosecha en toneladas de una hectárea.

Toneladas de semilla al desgrane al 12% de contenido de humedad

Esta variable se realizó en planta de acondicionamiento, mediante un proceso de secado en la con la finalidad se someter la semilla a el proceso de tratamiento y almacenamiento.

Factor calidad total de la semilla

Esta variable se evaluó en la planta beneficio con la finalidad de someter la semilla a una revisión de los daños que haya tenido durante el proceso de cosecha y traslado a la planta de beneficio, para obtener una semilla de calidad.

VIII. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, utilizando cinco híbridos de maíz y cuatro tratamientos por localidad, para el análisis estadístico de las variables se realizó un análisis de varianza al ($P \leq 0.01$) con el programa SAS versión 9.0 y la prueba de comparación de medias por Tukey al 0.05%, siendo el modelo el siguiente:

El diseño de bloques al azar es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la observación del tratamiento i en el bloque j .

μ = es el efecto verdadero de la media general.

τ_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} es el error experimental.

Se supone que:

- Los errores (ϵ_{ij}) se distribuyen normal e independientemente con la media cero y la varianza igual a σ^2 .
- No hay interacción entre los tratamientos y bloques, o sea que el efecto τ_i es el mismo en todos los bloques.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toneladas en mazorca por hectárea en farol

El análisis de varianza ($p \leq 0.01$), para la variable toneladas de mazorca en farol (Cuadro 1), muestra que no existe diferencia significativa entre los híbridos evaluados en las localidades de Ahualulco de Mercado y Etzatlan.

Cuadro 1. Análisis de varianza (ANVA), para la variable rendimiento de mazorca (en farol) por hectárea al 32% de contenido de humedad.

FV	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	252.46	36.06	1.58	0.23 NS
Error	12	274.49	22.87		
Total correcto	19	526.95			
C. V. (%)		35.38			

NS= No significativo; FV= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; CV (%)= Coeficiente de variación.

Aunque no existió significancia estadística, para la variable toneladas de mazorca por hectárea en farol, podemos observar que el híbrido 3 fue el mejor, debido a que mostró mayor rendimiento con 17.04 ton/ha, ya que supero al híbrido 5 con el doble de rendimiento como se muestra en la Figura 2, en porcentajes se obtuvo un rendimiento de 112%, al híbrido 2 en un 35.13%, al híbrido 1 en 25.20% y al híbrido 4 en 5.12% (Figura 2).

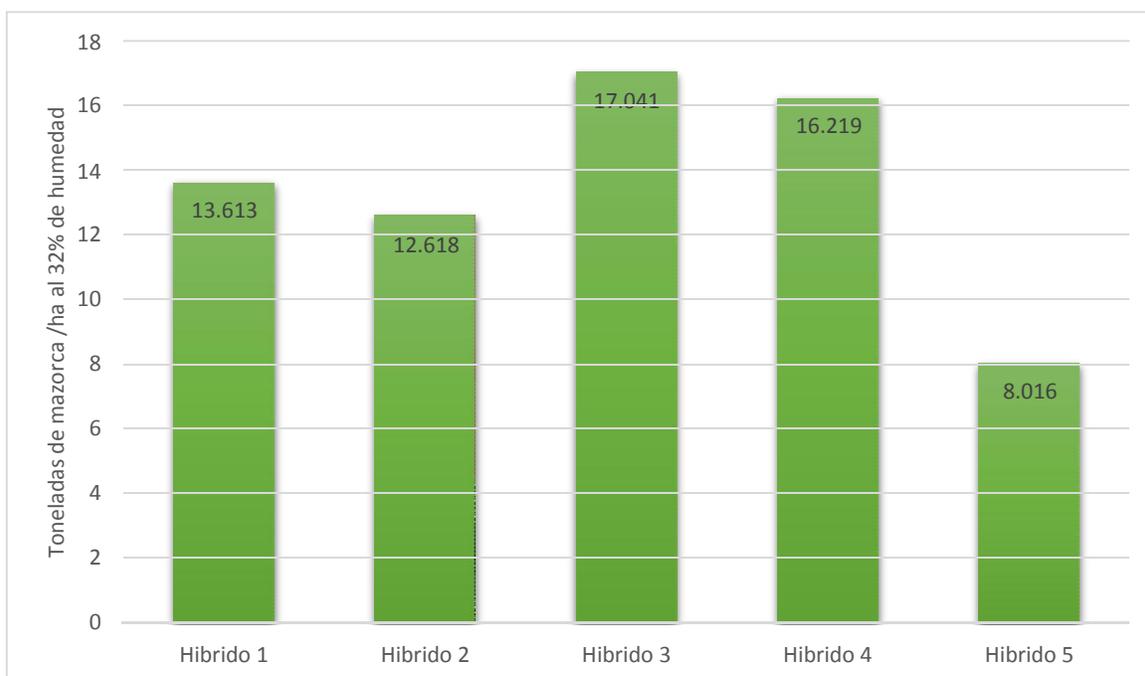


Figura 2. Comparación de medias (Tukey ≤ 0.05), para la variable rendimiento de mazorca (en farol) por hectárea al 32% de contenido de humedad.

Toneladas de semilla al desgrane al 12% de contenido de humedad

El análisis de varianza ($p \leq 0.01$) para la variable toneladas de semilla al desgrane al 12% de humedad (Cuadro 2), muestra que no existe significancia estadística entre los híbridos evaluados en las localidades de Ahualulco de Mercado y Etzatlan.

Cuadro 2. Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento de grano por hectárea al 12% de contenido de humedad en semilla híbrida de maíz.

FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	15.82	2.26	0.72	0.65 NS
Error	12	37.73	3.14		
Total correcto	19	53.55			
C.V %		28.45			

NS= No significativo; FV= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; CV (%)= Coeficiente de variación.

Aunque no existió significancia estadística para la variable rendimiento de grano por hectárea al 12% de humedad, podemos observar que el híbrido 1 fue el mejor, debido a que mostró más rendimiento con 7.6 ton/ha, ya que supero al híbrido 5 en 45%, al híbrido 4 en 29.2%, al híbrido 2 en 22.5% y al híbrido 3 en 22.1% (Figura 3). Cabe destacar que de las variables que se evaluaron, el rendimiento de semilla es uno de los más importantes, ya que este insumo está destinado para su comercialización.

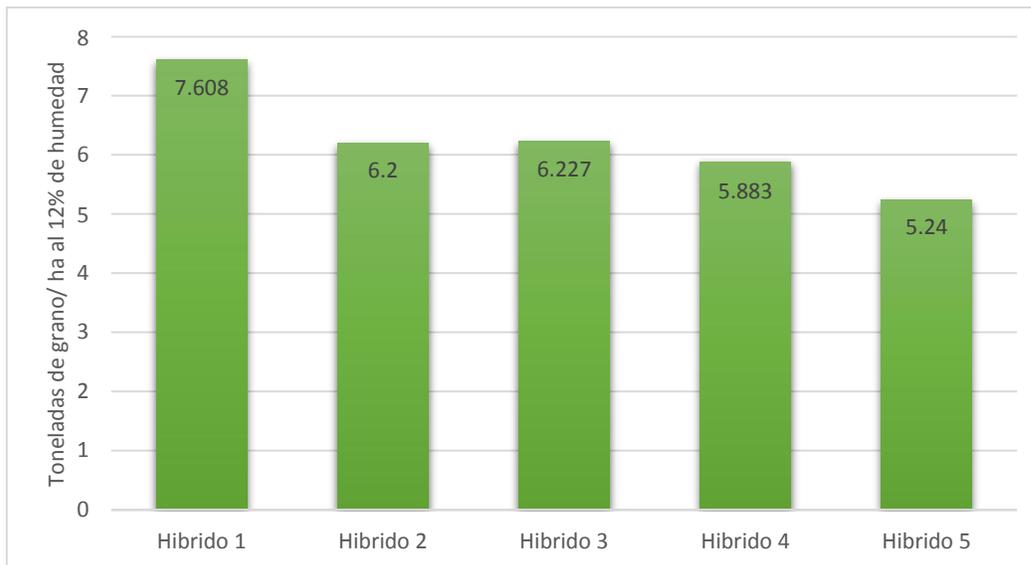


Figura 3. Comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) para la variable rendimiento de grano por hectárea al 12% de contenido de humedad en semilla híbrida de maíz.

Factor calidad total de la semilla

El análisis de varianza ($p \leq 0.01$), para la variable calidad total de la semilla (Cuadro 3), muestra que no existe significancia estadística entre los híbridos evaluados en las localidades de Ahualulco de Mercado y Etzatlan.

Cuadro 3. Análisis de varianza (ANVA), para la variable factor calidad total de la semilla híbrida de maíz.

FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.01	0.002	1.72	0.19 NS
Error	12	0.01	0.001		
Total	19	0.03			
correcto					
C. V. (%)		6.73			

NS= No significativo; FV= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; CV (%)= Coeficiente de variación.

Aunque no existió significancia estadística para la variable calidad total, podemos observar que el híbrido 5 fue el mejor, debido a que mostró mejoría en su calidad total con 0.57%, ya que supero al híbrido 1 en 8.86%, al híbrido 3 en 8.25%, al híbrido 2 en 6.06% y al híbrido 4 en 5.67% (Figura 4). Cabe mencionar que el factor calidad es de suma importancia para la producción de semillas, debido a que las instituciones que se dedican a la producción y venta de semillas tienen como objetivo producir semillas de alta calidad.

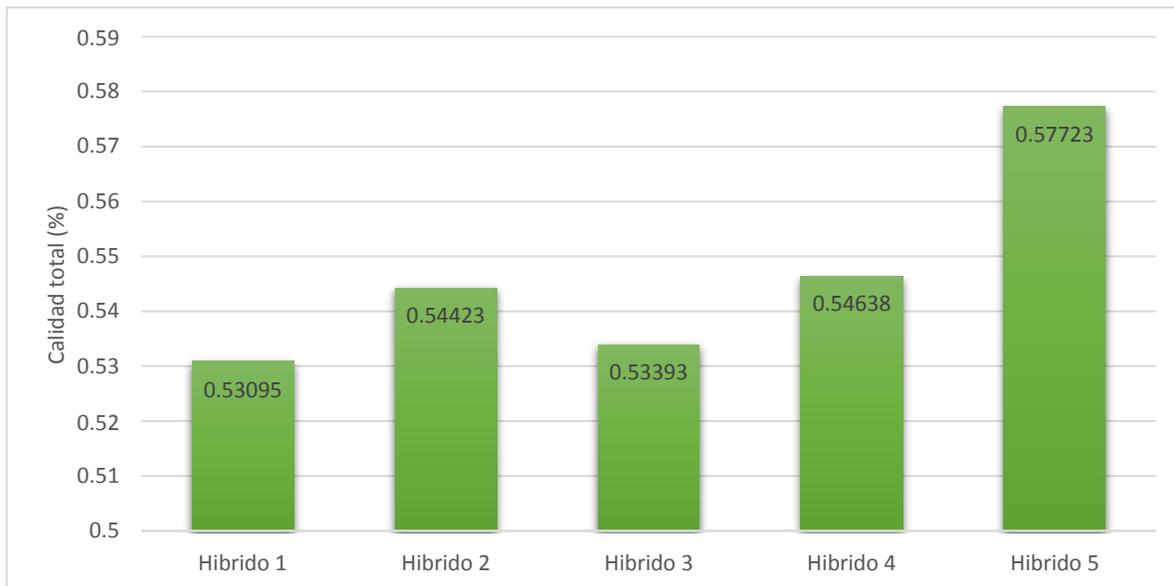


Figura 4. Comparación de medias (Tukey ≤ 0.05), para la variable factor calidad total de la semilla híbrida de maíz.

X. CONCLUSIONES

El híbrido número uno, fue el que presento una mejor adaptación en las localidades de Ahualulco de Mercado y Etzatlan, ya que fue el genotipo que mostro mayor potencial de rendimiento. Sin embargo, para la variable calidad total, la mejor respuesta la presento el híbrido número cinco.

Los resultados obtenidos nos permiten observar que la evaluación de los cinco híbridos de maíz en las dos localidades evaluadas, nos permiten dar recomendaciones o sugerencias para una óptima producción de semilla híbrida de maíz.

XI. RECOMENDACIONES

- Mejorar la nutrición del cultivo.
- Llevar a cabo un buen manejo preventivo de plagas y enfermedades.
- Cosechar entre 35% y no menos de 25% de contenido de humedad, para evitar daño mecánico al momento de transportar la semilla de maíz.

XII. LITERATURA CITADA

- Ahualulco de mercado. 2018. Jalisco.gob.mx. Consultado el día 8 de noviembre de 2018. Disponible en:
<https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/ahualulco-de-mercado>.
- Baradas, M.W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths Editor. Oxford University Press. New York. USA. pp. 189.
- Benacchio S., S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-CNIA. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Colín, S. A. y Morales, J. M. 2011. Estadística: La productividad y competitividad del cultivo de maíz en el Estado de México. Adscritos a la Dirección General de Estudios y Publicaciones, Procuraduría Agraria. Estudios agrarios. pp. 125.
- Doorenbos, J. y A.H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Núm. 33. FAO. Roma. 212 p.
- Duncan, W.G. 1975. Maize. In: Crop physiology. Some case histories (Evans, L.T. Editor). Cambridge Univ. Press. Cambridge, England. pp. 23-50.
- Etzatlan. 2018. Jalisco.gob.mx. Consultado el 8 de noviembre del 2018. Disponible en: <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/etzatlan>
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.
- García, F O. 2010. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur. Av. Santa Fe 910 – (B1641ABO). Acassuso Argentina. fgarcia@inpofos.org

- González, M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México, D.F. 305 p.
- Jugenheimer, R.W. 1988. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Limusa. México. 841p.
- Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera, J.A. Serratos, R.A. Bye. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
- López S. J A., Ortiz C. J., Mendoza C. M del C. 2000. Componentes del crecimiento de grano de líneas de maíz de peso contrastante de grano. Revista Fitotecnia Mexicana. 23(001):141-151.
- López S. J A., Reyes M. C A., Castro N. S., Briones E F. 2004. Componentes del crecimiento de grano de cultivares prolíficos de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 27. No. especial 1. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. pp. 23.
- MacRobert, J.F., P.S. Setimela, J. Gethi y M. Worku. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. México, D.F.: CIMMYT.
- Montaldo, P. 1982. Agroecología del trópico americano. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie de Libros y Materiales Educativos Núm. 51. San José, Costa Rica.

- Morris, M. L. 1998. Overview of the world maize economy. In : Maize Seed Industries in Developing Countries. Lynne Rienner Publishers, Inc. and CIMMYT, Int.
- Nadal, A. 2000. The Environmental & Social Impacts of Economic Liberalization on Corn Production in Mexico. Gland, Switzerland and Oxford, UK, WWF International and Oxfam GB: 1-113.
- Núñez G, L. D y Ayala O, D. A. 2009. Impacto de la producción de bioetanol en el mercado del maíz. Un análisis desde la dinámica de sistemas. Economía y Sociedad, Vol. XIV, Núm. 23. Pp 105.
- Pecina M. J A., Mendoza C. M del C., López S. J A., Castillo G. F., Mendoza R. M., y Ortiz C. J. 2011. Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos.
- Peña R. A., González C. F. y Robles E. F J. 2010. Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.1 Núm.1. p. 27-35.
- Purseglove, J.W. 1985. Tropical crops: Monocotyledons. Longman Scientific and Technical. New York, USA. 607 p.
- Pliego, E. (19 de octubre de 2015) El maíz: su origen, historia y expansión. Panorama cultural. (https://panoramacultural.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=3678:el-maiz-su-origen-historia-y-expansion&catid=17&Itemid=142)

Raya Pérez J. C., y Aguirre Mancilla C.L. 2008. Aparición y evolución de la fotosíntesis C4. Rev. Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Vol. 14. No. 001. Pp; 45-50.

Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. AGT-EDITOR S.A. México, D.F.

Ruiz C., J.A. 1985. Informe anual de investigación. Programa de Agroclimatología.

SAGARPA 2016. Aumenta producción de maíz 12.7 por ciento en cuatro años: SAGARPA. En línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/2016/diciembre/Documents/BNSAGDIC042016.PDF> Fecha de consulta: febrero de 2018.

SAS Institute. 2009. SAS/STAT ® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 1521 p.

Serratos, J. 2012. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. (2da ed.). En línea: <https://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.pdf> Fecha de consulta: febrero de 2018.

Shaw, R.H. 1977. Climatic requirement. In: Corn and corn improvement (Sprague G.F. Editor). American Society of Agronomy, Inc. Publisher. Agronomy No. 18. Madison, Wisconsin, USA. pp. 591-623.

SIAP, 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción nacional del cultivo de maíz para grano. En línea http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do Fecha de consulta: febrero del 2018.

Valles Diagnostico de la Región. (Julio 2018). iieg.gob.mx.
https://www.iieg.gob.mx/contenido/Municipios/10_valles_diagnostico.pdf

Warrington, I.J. and E.T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. I. Seedlingemergence, tasselininitiation and anthesis. *Agron. J.* 75:749- 754.

Wellhausen E.J 1978. Recent development in maize breeding in the tropics In: *Maize breeding and genetics* D. B Walden. Ed. Wiley, N. Y P. 59-84.