

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Diferencias Físico Fisiológicas entre Mazorca Grande y Mazorca Corta al
Hibridar la Variedad Cafime

Por:

JUAN HERNÁNDEZ MONTAÑO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.
Marzo, 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Diferencias Físico Fisiológicas entre Mazorca Grande y Mazorca Corta al Hibridar
la Variedad Cafime

Por:

JUAN HERNÁNDEZ MONTAÑO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Asesor Principal


M.C. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza
Coasesor


M.C. Modesto Colín Rico
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Marzo, 2016

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida.

A MI ALMA TERRA MATER

A mi “Alma Terra Mater”, Gracias por permitirme realizar mi más grande meta terminar una carrera, por haberme dado la oportunidad así como también mi desarrollo personal durante estos cuatros años y medio de trayectoria.

A MIS ASESORES

Al **Dr. Víctor Manuel Reyes Salas**, por su valiosa aportación de esta tesis, y la confianza que deposito en mí para la realización de este proyecto.

Al **M.C. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza**, por brindarme su amistad y paciencia en todo momento desde el inicio hasta la conclusión de este trabajo ya que siempre me brindó su apoyo.

Al **M.C. Modesto Colín Rico**, por la disponibilidad y asesoría para la elaboración de este trabajo de investigación.

A mis compañeros de generación CXX de la Carrera Ingeniero Agrónomo en Producción en especial a; **Jesús Pérez Valadez, Rosario Celerino Vázquez Benítez, Gilberto Abdón Aguilar, Israel Arreola, Ivan Bonilla, Lizbeth Cano Martagón, Neftalí Cruz, Marcos Alejandro, Luz Elena Hernández, Alfonso Hermilo Hernández, Elmer del Carmen Morales, Bonifacio Quintero, Ángel Reyes, Eldilvar Geovani, Claudia Yedid y Diana Marisol Vargas**. Gracias por su valiosa amistad y por haberme permitido pasar todas esas experiencias inolvidables con ustedes.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Sra. Romualda Montaña Mendoza, Gracias mama por hacer cargo de mí durante estos cuatro años y medio, con el cual he logrado culminar mi objetivo, terminando así mi carrera profesional, que es para mí la mejor de las herencias, gracias por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido de ti, gracias mama.

Sr. Tomas Hernández Sánchez (+), Gracias papa por guiar mi vida desde en el cielo, por ayudarme cada día a cruzar con firmeza el camino de la superación, con tu apoyo y aliento hoy he logrado uno de mis más grandes anhelos, gracias papa.

A MIS HERMANOS (AS)

VIKY: Gracias por el apoyo y consejos, he llegado a realizar una de mis grandes metas.

MARTIN: Gracias por los consejos que siempre he recibido de ti durante mi formación profesional.

MARY: Gracias por el apoyo y por las sugerencias que siempre he recibido de ti.

MAX: Gracias por el apoyo que me brindaste en cada etapa de mi desarrollo profesional, tu iniciativa y aspiraciones me han motivado a alcanzar mis metas, y por ser un ejemplo a seguir. Gracias

DELFINO: Gracias por los consejos y por los apoyos, por ser un ejemplo a seguir, me queda claro que con dedicación y esfuerzo se llega a la meta.

FELY: Gracias por los apoyos que me has brindado a lo largo de mi trayecto profesional y por ser una guía a seguir. Gracias

REYNA: Gracias por los apoyos que me brindaste, por estar al pendiente de mí que nunca me faltara nada durante estos cuatros años y medio en mi desarrollo profesional. Gracias hermana.

JACOB: Gracias por los apoyos que me brindaste tus consejos y regaños me han motivado a alcanzar mi meta.

A MIS CUÑADOS (AS)

Rey, Filí Oliva, Eucadia, Magali y Amelia: Gracias por los apoyos y por los consejos que me brindaron durante cuatros años y medio en mi preparación profesional.

A MIS SOBRINOS (AS)

Nancy, Nayelí, Karina, Jennifer, Ameyalí, Marissa, Sherlyn, Rubí, Joselyn, Aldrín, Kevin, Lenin y Kellí Nahomi: Gracias por todos esos momentos de felicidad que hemos pasado y me sirve de inspiración para seguir adelante en el ámbito profesional. Espero ser un ejemplo para cada uno de ustedes, (con dedicación y esfuerzo se llega a la meta).

A MIS AMIGOS (AS)

José Guadalupe Bautista (Pantera): Gracias por el apoyo moral que siempre he recibido de ti durante este tiempo, por compartir los momentos inolvidables alegrías y tristeza. Gracias por ser mi amigo y hermano.

Lizbeth Cano Martagón: Gracias por la mistad que me has brindado y por tu colaboración para terminar este trabajo de investigación.

Javier Alejandro (Lobo): Gracias por el apoyo durante la realización de este trabajo.

Jesús Samuel (Chimo): Gracias por la amistad y el apoyo moral, y momentos que compartimos de alegrías.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
I. RESUMEN.....	v
II. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO	2
HIPOTESIS.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen y Distribución del Maíz.	3
Concepto de la Semilla	5
Calidad de Semilla	6
Calidad Fisiológica.....	9
Morfología	10
Siembra.....	12
Germinación.....	14
Plántulas Normales	17
Plántulas Anormales	19
Vigor.....	20
Semillas Duras	22
Semillas Latentes.....	22
Semillas Muertas.....	23
Humedad	23
Porciento de Cosecha.....	24
Porciento de Almacenamiento	27
Peso de 1000 Semillas	30
IV. MATERIALES Y METODOS	32
Ubicación del Experimento	32
Material Genético Utilizado	32
Otros Materiales.....	32
Material Químico	33

Variables Evaluadas	33
Diseño Experimental	33
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSION.....	45
VII. LITERATURA CITADA	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable peso de mazorca, peso de olote y peso de semilla.....	34
Cuadro 2. Correlación de Pearson de las características agronómicas, peso de mazorca, peso de olote y peso de semilla.....	35
Cuadro 3. Análisis de varianza de los tratamientos para las variables plántula normal, plántula anormal, semillas latentes y semillas muertas.	36
Cuadro 4. Correlación de Pearson de las características agronómicas.	38
Cuadro 5. Análisis de varianza de los tratamientos para las variables peso de 100 semillas.	38
Cuadro 6. Evaluación de germinación para las variables de plántula normal, plántula anormal, semillas latentes y semillas muertas, de las semillas de maíz de mazorca corta variedad cafime.	39
Cuadro 7. Evaluación de germinación para las variables de plántula normal, plántula anormal, semillas latentes y semillas muertas, de las semillas de maíz de mazorca larga variedad cafime.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de resultados de peso de semilla vs peso de mazorca.....	41
Figura 2. Gráfica de resultados de peso de olote vs peso de mazorca.	42
Figura 3. Gráfica de resultados de peso de semilla vs peso de mazorca.....	43
Figura 4. Gráfica de resultados en correlación entre las variables plántula normal vs plántula anormal.	44

I. RESUMEN

El maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel nacional, desde el punto de vista alimentario, industrial, social y cultural. En cuanto a diversidad genética, México es uno de los centros, donde se encuentra la mayor riqueza y el centro de origen de su domesticación.

La semilla es considerada como un insumo estratégico, sus características genéticas influyen en el aumento de rendimientos con relación a los demás insumos involucrados en el sistema de producción.

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de calidad de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS), dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo Coahuila, México. La cual se localiza entre las coordenadas geográficas; 25°22' de Latitud Norte y 101° 01' 48" de Longitud Oeste, a la Altitud de 1743 msnm. Para este trabajo de investigación se utilizó la variedad de polinización libre cafime.

Se evaluaron dos variables (mazorca corta y larga) de la variedad cafime a las cuales se les midió: Peso de mazorca, peso de olote, peso de semilla, plántulas normales, plántulas anormales, semilla latente, semilla muerta y peso de mil semillas. En la mazorca corta de la variedad cafime fue donde se observó las mejores variables agronómicas.

Palabras claves: Germinación, Peso de Mazorca, Peso de Olote, Peso de Semilla y peso de 1000 semilla.

II. INTRODUCCIÓN

Antes del descubrimiento de América, el maíz era la base de alimentación de muchas comunidades indígenas. El maíz es la especie vegetal cultivada de mayor importancia socioeconómica en nuestro país, de la cual se tiene una extensa información de tipo agronómico, la influencia del maíz en la alimentación humana, además de ir unido a tradiciones y costumbres locales, se basa en cualidades alimenticias, culinarias y gastronómicas, sin nombrar las económicas, que lo hacen en extensas zonas del mundo y en algunos países, el alimento humano más importante (Jugenheimer, 1981).

El cultivo de maíz es uno de los cereales básicos en la alimentación humana, principalmente en Latinoamérica, el cual tiene su origen en el sur de México y América central, se afirma que este cereal ya se cultivaba desde la época precolombina y dada su importancia se han realizado estudios sobre mejoramiento genético que permiten obtener buenos rendimientos de grano. (FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations 2002).

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie de origen subtropical, sensible a bajas temperaturas, que puede morir con la exposición por cortos períodos de tiempo a temperaturas cercanas a 0 °C (Restrepo *et al.*, 2013). En México, durante los últimos 25 años, cerca de 260 mil hectáreas cultivadas con maíz son afectadas

anualmente por bajas temperaturas y las entidades con mayor incidencia de este tipo de siniestros son: Chihuahua, Durango, Sonora, Baja California, Puebla, Oaxaca, Hidalgo, Tlaxcala, Zacatecas y Estado de México (CONAGUA, 2013), principalmente en altitudes superiores a los 2 200 metros.

OBJETIVO

Encontrar el mejor progenitor femenino de la variable cafime, para mejorar las variables fisiológicas y morfológicas.

HIPOTESIS

Algún progenitor femenino alcanzará un número de variables, mejoradas tanto fisiológicas como morfológicas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Distribución del Maíz.

México es un centro de origen, domesticación y de diversidad de numerosos cultivos (Mittermeier y Goettsch, 1992; Bellon *et al.*, 2009), el maíz, frijol, aguacate, nopales y agaves son los que tienen gran importancia global (Bellon *et al.*, 2009).

La diversidad de agroecosistema territoriales que son una herencia patrimonial de la agricultura mexicana que se basa en el manejo de los maíces criollos (Navarro *et al.*, 2009).

(Serratos, 2009) señala, el riesgo de perder la diversidad del maíz es muy alto, debido a las condiciones económicas de marginación y pobreza que enfrentan los campesinos, como ya es evidente en muchas regiones. Algunos otros factores que pueden influir en la declinación de estas razas son, las nuevas variedades de maíz, los cambios culturales, sociales, de mercado y económicos, las políticas de apoyo, entre otros. La conservación in situ del maíz no está dictada puramente por lo económico, sino ante todo por un complejo entramado de costumbres, conocimientos, gustos y necesidades subjetivas. Por lo que la diversidad no es simplemente resultado de factores ambientales y biológicos, sino también de procesos humanos de domesticación y diversificación.

Existen dos especies nativas anuales más importantes económica y socialmente son el maíz y el frijol (González, 2009; Lépiz y Rodríguez, 2006). El maíz también ocupa el primer lugar desde el político, presentándose predominantemente la pequeña producción (González, 2009). Su importancia radica en la superficie que se siembra anualmente, la cantidad de mano que se utiliza, la presencia en la dieta de la gran mayoría de los mexicanos, el porcentaje de la población que depende del grano para subsistir (Andrio *et al.*, 2011).

La superficie sembrada a nivel nacional para el 2014 fue de 7,426, 412.19, hectáreas de maíz para diferentes finalidades, forraje, grano y semilla de variedades mejoradas, que representan el 47.24 % de la superficie total sembrada en el país (SIAP, SAGARPA, 2016). En el estado de Chiapas se cultivaron 696,878.1 hectáreas, que representan el 9.38% de la superficie sembrada a nivel nacional y en Coahuila se sembraron 32,583.49 hectáreas, que representan el 0.44% del total de la superficie sembrada (SIAP, SAGARPA 2016).

La planta de maíz es nativa de las Américas. Era la principal planta alimenticia de los indígenas cuando Colon descubrió América. Todavía en la actualidad es la cosecha alimenticia más importante en México. El maíz es una de las plantas cultivadas más antiguas. Actualmente no se encuentra en su forma silvestre y solo se produce bajo cultivo (Poehlman, 1973).

El maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays L.* Tiene dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el teozintle. El *Tripsacum*

crece silvestre en las regiones este y sureste de los Estados Unidos y en las Américas Central y del Sur. Se conocen especies de *Tripsacum* con 18 y con 36 pares de cromosomas. El teozintle (*Euchlaena*) es nativo del sur de México y de Guatemala y se considera como el pariente más cercano del maíz. La forma anual del teozintle tiene diez pares de cromosomas, es el mismo número que se encuentran en el maíz. También se conoce una especie perenne de *Euchlaena* con veinte pares de cromosomas. (Poehlman, 1973).

Concepto de la Semilla

Botánicamente, la semilla es el óvulo maduro encerrado dentro del ovario maduro o fruto, la cual está compuesta de tres partes básicas: el embrión, los tejidos de reserva o almacenamiento y la testa o cubierta (Moreno, 1984).

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se emplean en las siembras agrícolas (Moreno, 1984).

Garay (1989), la semilla es un constituyente de la tecnología esencial e imprescindible en la producción de alimentos, por lo tanto, es una tecnología con un valor estratégico porque permite obtener una mayor eficiencia productiva de los

recursos productivos como la tierra, agua y mano de obra. (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT, 1994).

Potts (1977), menciona las tres funciones fundamentales de la semilla, la primera que es portadora de las características genéticas inherentes que se transmiten de generación en generación; la segunda, la semilla funciona como un sistema eficaz de almacenaje de reserva para una planta viva y la tercera que cierra el ciclo de la reproducción de especies.

Calidad de Semilla

La calidad de las semillas de maíz es importante para los agricultores porque de ello depende el número de plantas existentes en un área determinada de cultivo (Delouche y Cadwer, 1962). Uno de los mayores problemas en la agricultura es establecer cultivos con semillas que no tienen la capacidad de un buen rendimiento y desarrollo adecuado en campo, la calidad de la semilla es la sumatoria de los atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios que son determinados por las condiciones ambientales y de manejo con que fueron producidas, y la uniformidad genética del material (ISTA, 2005).

Para un agricultor, la calidad significa seguridad para sembrar en su propia finca, en un momento determinado del año y para su propio propósito en

particular, es un concepto múltiple que comprende varios componentes. La sanidad de la semilla es más importante en zonas húmedas que en zonas secas, la capacidad de germinación en condiciones atmosféricas adecuadas, el tamaño de la semilla influye en la siembra mecánica que para siembra manual, la pureza analítica para la cosecha y pureza del cultivar (ISTA, 2005).

Los agricultores, asesores y vendedores de semilla requieren de una valoración de la calidad de semilla antes de sembrar (Thomson, 1979); para conocer la calidad de la semilla se utilizan muchos métodos de laboratorio que han sido desarrollados con base en conocimientos científicos. A nivel internacional, estos métodos son descritos en las ya existentes reglas de la International Seed Testing Association (ISTA) con la finalidad de que las pruebas de laboratorio se realicen en forma estandarizada en todo el mundo (ISTA, 2006).

Fornos (2003), comenta que el agricultor que utiliza semilla de calidad, garantiza parte del éxito de su producción. La calidad de la semilla se obtiene en el campo y se preserva después de la cosecha a través de un buen almacenamiento. Para que la semilla se conserve en buen estado debe de secarse bien y almacenarse en un lugar seco, fresco y ventilado, preservando así los atributos de calidad. La cosecha se debe realizar cuando la semilla alcance el máximo peso o el más alto vigor y capacidad de germinación, esto se logra cuando tiene del 30 al 35 por ciento de humedad en la semilla.

Hampton (2001), define la calidad de las semillas puede ser vista como un padrón de excelencia en ciertos atributos, determinan el desempeño de la semilla en la siembra o en el almacén. La calidad de semillas es utilizada libremente para reflejar el valor de la semilla para propósitos específicos; el desempeño de la semilla debe estar a la altura de las expectativas del consumidor.

La calidad de las semillas es un concepto múltiple que comprende diversos componentes:

1. Descripción: especie y pureza varietal, pureza analítica, uniformidad, peso de semillas, etc.
2. Higiene: contaminación por agentes invasoras nocivas, que afectan la sanidad de semillas, como la infestación de insectos y ácaros, así como enfermedades.
3. Potencial de desempeño: germinación, vigor, emergencia y uniformidad en campo. Hampton (2001).

Díaz (2001) menciona que entre otros factores que determinan la calidad de las semillas, están las condiciones ambientales predominantes en la etapa floración y la cosecha en la época adecuada. Menciona también que en realidad, lo que denominamos materia seca de la semilla son las proteínas, azúcares, lípidos y otras sustancias que son acumuladas en las semillas. De esta manera se puede afirmar que en general, la semilla debe alcanzar su máxima calidad fisiológica cuando su contenido de materia seca sea máximo.

Calidad Fisiológica

En el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) existe gran diversidad en tamaño, forma y composición de la semilla debido a factores genéticos, ambientales y a la ubicación de ésta en la mazorca (Boyer y Hannah, 2001). A nivel genético existen diferentes factores y unidades de transcripción que influyen directamente en la composición del almidón en el endospermo (Fisher *et al.*, 1996; Opsahl–Ferstad *et al.*, 1997; Boyer y Hannah, 2001; Gómez *et al.*, 2002), en el aspecto ambiental se menciona que distintos niveles de nitrógeno en el suelo y la densidad de población pueden influir en la relación de endospermo córneo y endospermo harinoso (Watson, 1987).

McDonald (1975), comenta que la calidad fisiológica está integrada por los atributos de germinación y vigor, refiriéndose el primero como el porcentaje de semillas que producen plántulas normales, capaces de desarrollarse bajo condiciones favorables de laboratorio, el segundo como el potencial de emergencia bajo un amplio rango de ambientes y atributo de calidad de germinación, señala la completa habilidad de la semilla para establecer plántulas en condiciones adversas.

Moreno (1996), considera que la calidad fisiológica como un valor comercial de la semilla, ya que es el principal atributo para evaluar calidad y que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir plantas normales.

Delouche (1986), comenta que la calidad fisiológica de la semilla lleva atributos intrínsecos que determinan su capacidad para germinar y emerger rápidamente para producir plantas vigorosas y uniformes bajo las condiciones de campo que se presentan durante la época de cultivo. Esta calidad está determinada por factores genéticos, fisiológicos, patológicos y ambientales, siendo como los sistemas de vida; un proceso inexorable, irreversible y progresivo.

Morfología

La raíz es un órgano fundamental cuya función principal es la de anclar a la planta, absorber agua y minerales. Por lo tanto, un sistema radical sano es determinante en el desarrollo de todos sus órganos aéreos (Gould y Shaw, 1983; Tuberosa y Salvi, 2007). Esta razón ha sido suficiente para estudiar las características de la raíz como apoyo en la mejora genética de cultivos (Mc Phee, 2005), y en la investigación para el análisis genético de la formación y desarrollo de la raíz (Hochholdinger, 2009).

La semilla del maíz común germina normalmente en una plántula, la cual presenta una radícula y una plúmula, se han detectado variantes naturales que alteran este patrón, provocando que sus semillas muestren de dos y hasta siete plúmulas de manera simultánea a la germinación (Espinoza *et al.*, 1998); algunos

de estos casos pueden mostrar también más de una radícula; estas condiciones son indicadores de la presencia de poliembrionía (PE) en este tipo de maíz, la cual ha demostrado ser de naturaleza heredable (Rebolloza *et al.*, 2011).

La poliembrionía, presente en varios taxa de angiospermas y gimnospermas, tiene como consecuencia principal la producción de plúmulas múltiples y ha sido considerada una característica de valor agronómico (Ross y Wilson, 1969; Pesev *et al.*, 1976; Bouquet, 1980). En el proceso de germinación, el maíz común invierte normalmente todo su endosperma en el desarrollo de una sola plántula, mientras que los casos de cariopsis de naturaleza poliembrionía (PE), debe invertir las reservas del endosperma en el desarrollo de dos o más plántulas (Ross y Wilson, 1969; Pesev *et al.*, 1976; Bouquet, 1980).

Existe abundante información sobre desarrollo de la raíz en el maíz común (Hochholdinger, 2009); el sistema radical se inicia con la aparición de la radícula y continúa con la expresión de raíces seminales laterales, en número variable de crecimiento y desarrollo de éstas, ocurre dentro de los cinco días a la siembra y cuando la plántula alcanza el estado vegetativo de tres hojas (V3), de acuerdo a la terminología mundialmente aceptada de Ritchie *et al.* (1992), tiempo en que se extienden las raíces, denominadas “nodulares”, generadas a partir de los nudos basales en el tallo, las cuales se hacen aparentes desde la etapa V1 (Hochholdinger, 2009).

La anatomía de la radícula y raíces laterales en maíz muestran la organización de las monocotiledónea. El arreglo histológico comprende la epidermis, número variable de capas del córtex (de ocho a 15), endodermis, periciclo y un cilindro vascular con varios haces vasculares y floemas (Gould y Shaw, 1983). La organización longitudinal de este grupo de raíces es descrita en términos de zonas especializadas de desarrollo, y generalmente incluye el meristemo apical, zona de alargamiento distal, zona de alargamiento celular y zona de maduración, la cual está determinada por la formación de pelos radicales (Ishikawa y Evans, 1995; Hochholdinger, 2004; 2009).

Siembra

En este ciclo agrícola el maíz se cultiva principalmente en áreas con riego, lo cual permite al productor usar con mayor eficiencia los factores de la producción y obtener un alto rendimiento de grano. La época de siembra y la variedad son factores críticos en este sistema de producción. Las variedades responden diferencialmente a los factores del ambiente (principalmente, plagas, enfermedades y temperatura), que se manifiestan en diversos grados a lo largo de la estación del crecimiento y que impactan el rendimiento económico y la calidad del producto (Wiatrak *et al.*, 2004, 2005; Barrios *et al.*, 2004).

La temperatura es un factor importante de la fecha de siembra en el ciclo de OI (Otoño e Invierno); si se siembra demasiado temprano, las plantas sufren temperaturas bajas propias del invierno durante las primeras etapas de su desarrollo que les ocasiona retrasos en el crecimiento y desarrollo; si la siembra es muy tardía, las plantas estarán expuestas a altas temperaturas diurnas y nocturnas en la etapa de llenado de grano, que les aumenta sus tasas respiratorias y reduce su rendimiento de grano (Benacchio, 1982; Ojeda *et al.*, 2006).

La semilla puede sembrarse con una sembradora manual equipada con un tubo para la semilla y un embudo en la parte superior dentro del cual pueda dejarse de caer la semilla. En el campo deberá marcarse con anticipación en cada dirección con algún tipo de marcador.

Muchos investigadores utilizan equipo modificado de siembra mecánica. Varias sembradoras modernas de maíz pueden sembrar correctamente semilla no clasificada por tamaño. Existen unidades que pueden montarse en sembradoras como la John Deere, Massey-Ferguson y Ford. Estas unidades sembradoras comerciales no necesitan ninguna modificación, excepto quitar la tolva de la semilla y montar la unidad Sembradora ALMACO Tipo Cónica en la sembradora con las abrazaderas de montaje que se proporciona con la sembradora cónico (Robert W, 1976).

Germinación

Las pruebas de germinación comprenden las “las calientes” y las “frías”. La prueba de germinación caliente mide la variabilidad natural de la semilla. Esta prueba se realiza con una temperatura de aproximadamente -27°C (80°F), y con una humedad relativa. La semilla se coloca en papel secante, en tela o en suelo húmedo. El porcentaje de germinación por lo general se anota en la etiqueta. (Robert W. 1976).

La prueba fría es similar a la caliente excepto en que esta se realiza con una temperatura más baja. Está en una prueba de laboratorio para simular condiciones de campo. Rinke (1953), señala que los principales factores que afectan los resultados de las pruebas frías comprenden:

1. Los organismos fitopatógenos de enfermedades presentes en el suelo.
2. La cantidad de agua usada.
3. Las temperaturas.
4. La duración de la exposición.
5. El medio ambiente donde se produjo la semilla.
6. La madurez de la semilla.
7. El daño mecánico de la semilla.
8. El tratamiento de la semilla.

Las variaciones de cualquiera de estos factores pueden afectar los resultados de las pruebas.

Se ha usado el teñido con tetrazolium como una estimación rápida de la germinación de la semilla. Este procedimiento incluye el humedecimiento de las semillas en agua tibia durante varias horas, después las semillas se parten o cortan longitudinal y perpendicularmente al germen. Las semillas partidas se colocan en una solución débil de cloruro de tetrazolium. Después de dos horas, las semillas con germen vivo toman un color. Esta prueba es perpendicularmente útil para detectar daño por frío o cuando se necesita una rápida evaluación de la germinación (Rossman 1955).

El proceso de germinación marca el inicio de una nueva generación y puede ser definido como la serie de eventos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos que permiten a la nueva planta se establezca y complete su ciclo de vida, desde el punto de vista morfológico, la germinación es la transformación de un embrión en una plántula; fisiológicamente puede ser definida como la reactivación del crecimiento del embrión. La germinación es la diferenciación secuencial de las vías metabólicas, tanto oxidativas como sintéticas. Para que una semilla germine, se requiere que responda de una manera coordinada a los estímulos que dispara el proceso de germinación. Este estímulo parece ser la imbibición de agua por las células de la semilla parcialmente hidratadas (5-10 por ciento en semillas ortodoxas), las cuales, después de unos minutos de hidratación, activan muchos de los procesos metabólicos que durante el estado seco estaban

detenidos o se efectuaban a muy baja velocidad. Cualquier pérdida de la integridad de los órganos celulares y de las macromoléculas (enzimas, ácidos nucleicos), mientras la semilla esta deshidratada, puede conducir a una falta de agua, lo que puede resultar en una reducida eficiencia en el proceso de germinación, pérdida de vigor y viabilidad (Bernal, 1981).

Moreno (1996), comenta que la germinación como la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales provenientes del embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

(El International Seed Testing Association ISTA 2004), señala que la germinación de semillas, es la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde los aspectos de sus estructuras esenciales indican que son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva en condiciones favorables de suelo y clima.

Serrato (1995), comenta que la germinación comienza cuando la semilla en estado latente activa los mecanismos para la emisión de la radícula y la plúmula. El proceso de germinación es una serie de eventos consecutivos que hacen que una semilla en reposo muestre un aumento en las actividades metabólicas para iniciar la formación de una plántula.

Por otro lado, (Soltani *et al.*, 2002), indican variaciones en la germinación y en el crecimiento de las plántulas dentro de un mismo genotipo atribuidas a la influencia del tamaño de la semilla en la tolerancia a estas condiciones. Esto sugiere la posible selección de un determinado tamaño de semilla de un cultivar con objeto de obtener mayor tolerancia al estrés durante la germinación. Este experimento fue planificado para evaluar el efecto del potencial osmótico de suelos salinos sobre la germinación a partir de diferentes tamaños de semilla de dos cultivares de maíz, en condiciones de umbráculo.

Plántulas Normales

Los principales aspectos que influyen en la sensibilidad de los vegetales al frío son la especie, la edad, la historia previa y las condiciones ambientales. En general, las plántulas muy jóvenes, las semillas en germinación y las flores son las más afectadas por las bajas temperaturas, mientras que las semillas dormantes son las más resistentes. Habitualmente, las raíces son más sensibles que la parte aérea y los tallos más que las yemas (Sung y Amasino, 2004)

La semilla del maíz común germina normalmente en una plántula, la cual presenta una radícula y una plúmula; sin embargo, se han detectado variantes naturales que alteran este patrón, provocando que sus semillas muestren de dos y hasta siete plúmulas de manera simultánea a la germinación (Espinoza *et al.*, 1998); algunos de estos casos pueden mostrar también más de una radícula;

estas condiciones son indicadores de la presencia de poliembrionía (PE) en este tipo de maíz, la cual ha demostrado ser de naturaleza heredable (Rebolloza *et al.*, 2011).

Existe abundante información sobre desarrollo de la raíz en el maíz común (Hochholdinger, 2004); el sistema radical se inicia con la aparición de la radícula y continúa con la expresión de raíces seminales laterales, en número variable; el crecimiento y desarrollo de éstas ocurre dentro de los cinco días a la siembra y cesa cuando la plántula alcanza el estado vegetativo de tres hojas (V3), de acuerdo a la terminología mundialmente aceptada de Ritchie *et al.* (1992), tiempo en que se extienden las raíces definitivas, denominadas “nodulares” o de corona, generadas a partir de los nudos basales en el tallo, las cuales se hacen aparentes desde la etapa V1 (Hochholdinger, 2004; 2009).

Son plántulas normales aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir, en suelo de buena, preparado en el laboratorio, plantas normales bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura (Moreno, 1984).

Cuando la prueba de germinación haya sido en substrato artificial, se consideran plántulas normales a aquellas que presenten las siguientes estructuras esenciales: (Moreno, 1984).

(1) Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria excepto para aquellas plantas, por ejemplo, gramíneas, que normalmente presentan raíces seminales, de las cuales deben estar presentes por lo menos dos.

(2) Hipocótilo bien desarrollado e intacto y/o un epicótilo sin daño en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una plúmula normal.

(3) Plúmula intacta en las gramíneas, que debe presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o emergido del coleóptico.

(4) Un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas.

Se consideran plántulas normales aquellas que estén invadidas por hongos o bacterias, siempre y cuando sea evidente que la fuente de infección no es la misma semilla, y que están presentes las estructuras esenciales. (Moreno, 1984).

Plántulas Anormales

Se consideran anormales todas las plántulas que no se pueden clasificar como normales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, que les impide su desarrollo normal cuando crecen en suelo preparado y bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura. (Moreno, 1984).

Se consideran como plántulas anormales a las que presenten los siguientes efectos al germinar en un substrato artificial.

(1) Plántulas dañadas, sin cotiledones, con fisuras o lesiones que dañen el tejido conductor del hipocótilo, epicótilo o raíz; sin raíz primaria en aquellas especies donde esta estructura es esencial; excepto en *Pisum*, *Vicia*, *Phaseolus*, *Lupinus*, *Vigna*, *Glycine*, *Arachis*, *Gossypium*, *Zea* y todas las cucurbitáceas, en las que se han desarrollado raíces secundarias vigorosas que sostienen a la plántula en el suelo.

(2) Plántulas deformes. Plántulas con un desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas retorcidas en espiral; plúmulas, hipocótilos y epicótilos poco desarrollados; talluelos hinchados y raíces sin desarrollo; plúmulas hendidas o coleóptilos sin hojas verdes; plantas acuosas o bien plántulas que no presentan desarrollo después de haber salido de los cotiledones.

(3) Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias, excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla. (Moreno, 1984).

Vigor

El vigor de la semilla es un componente de la calidad que está relacionado con una rápida y uniforme emergencia de plántulas (Artola *et al.*, 2003).

El vigor es una características genética de la planta expresada a nivel de semilla, que es afectada por factores exógenos como la nutrición de la planta

madre, daños mecánicos ocasionados durante la cosecha, el procesamiento y el almacenamiento (McDonald 1998).

El vigor es una característica relevante en siembras comerciales, contar con esta característica, en un buen nivel es importante para lograr un adecuado establecimiento de plantas, sobre todo en condiciones limitantes y aún en condiciones desfavorables, por ello, es importante definir los factores que intervienen en su expresión (Moreno *et al.*, 1998; Molina *et al.*, 2003; Mendoza *et al.*, 2004).

El vigor en plántulas es una característica deseable en todo tipo de semillas, sobre todo cuando las condiciones de siembra y preparación del terreno no son homogéneas o se presentan factores externos, como la compactación del terreno, falta de humedad, topografía accidentada, que afectan el crecimiento de la plántula (Sánchez, 2004).

El ISTA (International Seed Testing Association, 2004), señala que el vigor es la suma de todas las propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la misma durante su germinación y emergencia de plántula. Dentro de los aspectos de funcionamiento se puede citar cuatro procesos, 1) proceso bioquímico y reacciones durante la germinación, como las enzimáticas y actividades respiratorias, 2) tasa de uniformidad, 3) tasa de uniformidad de emergencia de plántula y crecimiento en el campo y 4) habilidad de emergencia de plántulas bajo condiciones ambientales desfavorables.

Serrato (1995), menciona que los factores que hacen variar el vigor en la semilla está el genotipo, ya que este tiene un efecto determinante, la madurez fisiológica en que este fuera cosechado, así como los daños que puedan sufrir por efectos de factores ambientales.

Semillas Duras

Son aquellas semillas que pertenecen duras al final de la prueba de germinación, ya que no absorben agua porque tienen cubierta impermeable; por ejemplo en las familias Leguminosae y Malvaceae. Se debe registrar el porcentaje de semillas duras además del porcentaje de germinación. (Moreno, 1984).

Semillas Latentes

Se denominan semillas latentes a las semillas viables (diferentes de las semillas duras) que no germinan aun cuando estén bajo las condiciones que se especifican para dicha especie. La viabilidad de estas semillas se puede determinar con la prueba de tetrazolio y su germinación se puede acelerar mediante escarificación y aplicación de sustancias promotoras de la germinación (Moreno, 1984).

Semillas Muertas

Son aquellas semillas que no germinan y que no se les considere como latentes o duras, deberán ser consideradas como semillas muertas. (Moreno, 1984).

Humedad

La importancia de la humedad en la preservación de la viabilidad de las semillas radica en el papel que el agua tiene en la actividad de los procesos fisiológicos que determinan el vigor y la longevidad de las semillas, así como en el desarrollo de los insectos y de los hongos del almacén (Roberts, 1981; Harein y Davis, 1992; Pederson, 1992; Sauer *et al.*, 1992).

El contenido de humedad es muy importante, ya que si es mayor a 15,5%, durante su almacenamiento pueden crecer hongos e insectos y producirse pérdidas importantes (Méndez *et al.* 2005), debido a la producción de las toxinas y deterioración del grano (Charm, 2007). De acuerdo a Mngadi *et al.* (2008) y Wagacha y Muthomi (2008), la formación de micotoxinas en granos infestados de hongos, como consecuencia de la humedad y temperatura, son un potencial peligro para la salud humana y animal, con el agravante de una baja calidad del producto que se elabora.

Se define como contenido de humedad a la cantidad de agua que contienen las semillas, expresándose en porcentaje. Este se puede calcular con base al peso húmedo o seco de la muestra. En el comercio de granos y semillas normalmente se usa el calculado con base en el peso húmedo y para en investigación frecuentemente se usa el contenido con base en el peso seco (Moreno, 1984).

Porciento de Cosecha

En la producción de semillas es importante que la cosecha se lleve a cabo posterior a la madurez fisiológica, ya que en este punto, es donde se alcanza la máxima calidad fisiológica. A partir de la madurez fisiológica (Copeland y McDonald, 2001), la mejor época de cosecha depende de la disponibilidad de infraestructura para secado, entre más cercana este la cosecha de esta fecha, combinado con un buen secado se preserva la calidad.

La semilla deberá cosecharse antes de la época de las heladas con el fin de asegurar la germinación elevada en la siguiente siembra.

La cosecha puede iniciarse tan pronto como la semilla este fisiológicamente madura, lo cual ocurre cuando el grano contiene de 30 a 40 % de humedad, dependiendo del híbrido y del año. El grueso del cultivo puede cosecharse con 35 a 25 % de humedad. Sin embargo, la cosecha puede empezarse con una humedad del grano de 40 a 45% si el cultivo esta inmaduro, y el riesgo de daño

por heladas es grande. Las pérdidas en la cosecha ocurren cuando esta se hace con una humedad menor de 18 a 20%. La rapidez de la cosecha depende de la capacidad de la secadora.

Airy, (1955) señaló que la cosecha temprana del grano con 30% de humedad.

1. Evita la pérdida excesiva de semilla en el campo ocasionada por combinaciones o recogedoras mecánicas.

2. Reduce el riesgo de retrasos en la cosecha debido a un tiempo lluvioso.

3. Reduce el riesgo de temperaturas anormalmente bajas antes de que se termine la cosecha de toda la semilla.

4. Previene el desarrollo adicional de los hongos de pudrición de la mazorca.

5. Detiene el daño por insectos de barrenadores del maíz y de gusanos de la mazorca.

6. Evita las pérdidas severas en el desgrane por manejo de grano con baja humedad.

Las variables que intervienen en el daño a la germinación por heladas comprenden:

1. La temperatura.
2. La variedad de la semilla.
3. La duración de la exposición.

4. La protección de las hojas de la mazorca.
5. La madurez fisiológica de la semilla.
6. La rapidez del secado después de la helada (Airy, 1955).

La cosecha de la semilla cuando está totalmente madura da por resultado:

1. Una mejor apariencia de la semilla.
2. Emergencia con más vigor de las plántulas bajo condiciones adversas de cultivo.
3. Una mayor resistencia al daño mecánico por el manejo en las plantas de procesamiento.
4. Una reducción de la susceptibilidad al daño por las temperaturas de secado más elevadas.
5. Un mayor rendimiento (Airy, 1955).

En Estados Unidos la mayor parte de la semilla se cosecha con maquinaria. Una combinada autopropulsada o una recogedora montada en un tractor pueden cosechar “surcos hembra” sin afectar los “surcos macho” adyacentes. Este equipo permite dejar los “surcos macho” en el campo hasta que se han secado lo suficiente para empacarlos sin necesidad de secado. Al modificar las recogedoras de maíz cambiando las clavijas de los rodillos quebradores y deshojadores y reduciendo presión en las unidades de retención de las mazorcas en los rodillos deshojadores, se reduce el daño a la semilla. (Airy, 1955).

Las semillas puede cosecharse con recogedoras-desgranadoras o con combinadas autopropulsadas en los lugares donde el cultivo se secura en el campo hasta un contenido de humedad de 14 a 16 %. La cosecha con combinadas no permite descartar las mazorcas indeseables, ya que el cultivo se recoge, deshoja y se desgrana en una solo operación. (Airy, 1955).

Por ciento de Almacenamiento

Los granos almacenados constituyen un agroecosistema complejo por la serie de interacciones producidas entre luz, temperatura, humedad y agentes bióticos como insectos y hongos que repercuten en la calidad del grano de maíz (Olakojo y Akinlosotu 2004; Neethirajan *et al.*, 2007).

Durante el almacenamiento ocurre el fenómeno de la respiración, causada por el propio grano, dando origen a actividades metabólicas de los seres vivos allí presentes, produciendo energía y agua, que tienden a acumularse en el propio lugar donde se generaron, formando focos de calentamiento que son los primeros indicios de un proceso deteriorativo del producto almacenado (Alabadan y Oyewo, 2005).

Los granos de maíz deben almacenarse de tal forma que no se deteriore su calidad. Lo anterior puede lograrse si se controla la humedad del grano, la

humedad relativa y la temperatura ambiente, ya que son determinantes para su conservación (Rosas *et al.*, 2007).

El almacenamiento de semillas busca proteger la semilla de deterioro y daños, minimizar la pérdida de germinación y de vigor, así como mantener la identidad de la semilla su condición física y su pureza. Las semillas generalmente presentan por condiciones de madurez fisiología la máxima calidad en términos de germinación y vigor. (CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1996).

Delouche (1976), mencionan algunos preceptos para el almacenamiento y conservación de semillas como son:

1. El almacenamiento no mejora la calidad de la semilla
2. El contenido de humedad y temperatura de la semilla son los dos factores importantes que incluyen en el almacenamiento.
3. La humedad de la semilla es función de la humedad relativa y en menor escala de la temperatura
4. El contenido de humedad es más importante que la temperatura
5. Por cada uno por ciento que se reduzca la humedad de la semilla se duplica el potencial de almacenamiento
6. Por cada 5.5° C que se reduzca la temperatura ambiental del almacén, la semilla duplica su almacenamiento, válido en el rango de 0-40 °C.

7. Las condiciones frías y secas son las mejores para la mayoría de las especies
8. El potencial de almacenamiento es función de la especie
9. Las semillas dañadas, inmaduras y deterioradas no se conservan mejor que las semillas maduras, sanas y vigorosas.
10. Para un almacenamiento sellado es necesario que el contenido de humedad sea de dos a tres por ciento más bajo que en el almacenamiento abierto.

Aristizabal y Álvarez (2006), recomiendan que las semillas de maíz el almacenamiento no debe realizarse bajo condiciones extremas debido a que pueden afectarse las estructuras internas de la semilla, lo cual conlleva a una reducción en las capacidades de crecimiento y desarrollo vigoroso. Esto afecta el potencial de rendimiento del cultivo, por las siguientes razones.

- El deterioro de la semilla reduce la capacidad de la planta de maíz para acumular materia seca, desde la fase inicial de crecimiento, tanto en condiciones de laboratorio como de campo.
- Los efectos del deterioro pueden manifestarse en estados avanzados de desarrollo de la planta, incluso en calidad y cantidad de producción.
- La siembra de semilla con algún grado de deterioro involucra un factor de riesgo para el éxito de una plantación de maíz, particularmente por su efecto en el potencial de rendimiento del cultivo.

La FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2002). Comenta que es preciso almacenar las semillas hasta el momento de la siembra; además menciona que las malas condiciones antes de la siembra, la inmadurez fisiológica, las lesiones mecánicas, las temperaturas elevadas y el contenido de humedad de las semillas; los perjuicios causados por hongos, insectos, plagas, tratamiento y fumigaciones pueden causar el rápido deterioro de las semillas e imposibilitar su buen almacenamiento.

Peso de 1000 Semillas

Se cuenta el número de semillas en un determinado peso de semilla pura y se calcula el peso de mil semillas. (Moreno, 1984).

Esta prueba puede llevarse a cabo: a) en la totalidad de la semilla pura, obtenida en el análisis de pureza, y b) en ocho repeticiones, en cien semillas cada una, de la semilla pura. (Moreno, 1984).

En el primer caso se cuenta la totalidad de la semilla pura y se pesa en gramos, con el mismo número de cifras decimales que en el análisis de pureza. En el segundo caso de la semilla pura obtenida en el análisis de pureza, se toman al azar ocho repeticiones de 100 semillas cada una; el conteo de las semillas se hará con un contador o manualmente. Cada una de las ocho repeticiones se pesará en gramos con el mismo número de cifras decimales que en el análisis de pureza.

Para calcular la varianza (S^2), desviación típica (S) y el coeficiente de variación (CV) de la siguiente manera:

$$\text{Varianza} = \frac{n (\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n - 1)}$$

En donde:

X= peso en gramos en cada repetición

n= número de repeticiones

Σ = suma de

Desviación típica (S) = $\sqrt{\text{varianza}}$

$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{S}{X} \times 100$$

En donde X = media del peso de cien semillas.

Si el coeficiente de variación (CV) no excede de 6.0, para semillas brozosas de pastos, o de 4.0 para otras semillas, el resultado de la prueba puede ser calculado y aceptado. Si el coeficiente de variación (CV) excede de los límites limitados mencionados, cuente y pese otras ocho repeticiones.

En caso de que el conteo se haya realizado en un contador de semillas, se calculara el peso de las semillas en base al peso total de la muestra. Si el conteo se ha llevado a cabo en las ocho repeticiones, se calculara el peso promedio de mil semillas a partir de las ocho (o más) repeticiones de cien semillas (Moreno, 1984).

IV. MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de calidad de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo Coahuila, México. La cual se localiza entre las coordenadas geográficas; 25°22' □ de Latitud Norte y 101° 01' □ 48 de Longitud Oeste, a la Altitud de 1743 msnm.

El trabajo se llevó a cabo durante los días de 21 de enero 2015 al 26 de febrero de 2015, en el laboratorio antes mencionado.

Material Genético Utilizado

El material que se utilizó para realizar esta investigación fue la participación del material genético Cafime, en su versión, progenitor femenino de mazorca corta y la participación del progenitor femenino de mazorca larga. La cosecha se realizó en el campo experimental de la universidad a un costado del departamento de socioeconómicas.

Otros Materiales

- Papel destreza
- Agua
- Incubadora

- Balanza
- Humedad
- Temperatura

Material Químico

Captán 50, se utiliza contra hongos de almacén, relativamente no tóxico en plantas y animales, compatible con otros insecticidas.

Variables Evaluadas

- Peso de olote
- Peso de semilla
- Peso de mazorca
- Plántula normal
- Plántula anormal
- Semilla latente
- Semilla muerta
- Peso de 1000 semillas

Diseño Experimental

En el presente trabajo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos de mazorca corta y mazorca larga de la variedad cafime, el estudio se realizó en el laboratorio de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de mazorca: Al realizar el análisis estadístico se observó que existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el peso de mazorca corta 181.38 g, mientras que la mazorca larga obtuvo un peso de 157.75 g. (cuadro 1)

Peso de olote: al realizar el análisis estadístico no se observó diferencia significativa, ya que la mazorca tipo corta presentó un peso de olote de 30.45 g, mientras que la mazorca tipo larga se observó un peso de 26.98 g. (cuadro1)

Peso de la semilla: al realizar el análisis estadístico se observó que la mazorca tipo larga presentó un peso de semilla de 150.93 g, mientras la mazorca tipo corta se observó un peso de semilla de 130.77 g. (cuadro1)

McDonald (1975), menciona la importancia de conocer la calidad de las semillas, debe reunir ciertos estándares como son; físicos, fisiológicos, sanitarios y genéticos. La calidad física comprende todo el contenido de humedad, ausencia de contaminantes físicos como presencia de semillas extrañas, bajo contenido de material inerte, peso y tamaño de las semillas.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable peso de mazorca, peso de olote y peso de semilla.

FV	GL	Peso mazorca	Peso olote	Peso semilla
Rep	4	132.28	5.1513	126.8112
Tratamientos	1	6976.17 **	149.9912	5080.32 **
Error	44	463.70	51.69	391.95
CV (%)		12.7	25.04	14.06

Máximo	221.4	48.8	189.9
Media	169.56	28.72	140.85
Mínimo	119.2	15.7	96.6

Cuadro 2. Correlación de Pearson de las características agronómicas, peso de mazorca, peso de olate y peso de semilla.

	Correlación al .95 significancia				
	Means	Std.Dev.	Peso mazorca	Peso de olate	Peso de semilla
PESO MAZORCA	169.56	23.87	1.00	0.46*	0.96*
PESO DE OLOTE	28.72	7.06	0.46*	1.00	0.18
PESO DE SEMILLA	140.85	21.58	0.97*	0.18	1.00

*Significancia $p \leq 0.05$

En el cuadro 2 en la correlación de Pearson se muestran peso de semilla está correlacionada de manera positiva al 0.97 (figura1), con una significancia $p \leq 0.05$, con el peso mazorca y el peso de olate correlacionada 0.46 con una significancia $p \leq 0.05$ con el peso de mazorca como se presenta en la figura 2. Lo que indica que cuanto más olate y semilla, mayor será el peso de la mazorca.

Cuadro 3. Análisis de varianza de los tratamientos para las variables plántula normal, plántula anormal, semillas latentes y semillas muertas.

FV	GL	Plántula normal	Plántula anormal	Semilla latente	Semilla muerta
Rep	7	34.06	39.13	4.77	0.133
Tratamientos	1	564.06*	264.06	52.56	0.062
Error	7	82.34	95.77	4.41	0.348
CV (%)		34	47.02	108.50	188.83
Máximo		47	35	8	1
Media		26.93	20.81	1.93	0.31
Mínimo		13	3	1	1

Plántula normal: al realizar el análisis de varianza se muestran las variables de plántula normal con una diferencia significancia $p \leq 0.05$, las semillas provenientes de mazorcas largas tuvieron 32.88 plántulas normales respecto a las mazorcas cortas con 21 plántulas normales

Plántula anormal: En plántulas anormales anduvieron con los valores con 24 plántulas de la mazorca corta y 16.75 de la mazorca larga.

Semilla latente: De acuerdo a la comparación de medias Tukey P 0.05 en las semillas latentes de la mazorca corta obtuvieron los valores más altos con 3.75 y mazorca larga 0.125 semillas latentes no presentó significancia.

Semilla muerta: no presentó significancia en las variables de semillas muertas las semillas de mazorcas cortas con 0.38 y larga 0.25.

Por lo tanto, las semillas provenientes de mazorca larga puede ser útil para siembra por presentar mejores características en las pruebas de germinación con respecto a las semillas de mazorcas cortas.

De acuerdo (Moreno, 1984) las variables de las plántulas normales son aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir, plantas normales bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura.

Morales (1996) menciona que no se puede clasificar como normales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, tal como son plántula dañada, sin cotiledón, con fisuras o lesiones que dañan el tejido conductor del hipocótilo, epicótilo o raíz. También menciona que se consideran anormales toda plántula con un desarrollo débil o desequilibrado de sus estructuras primordiales.

Para que una semilla germine se requieren ciertas condiciones favorables de humedad, temperatura, luz y oxígeno; cuando una semilla viva no germina en condiciones favorables se considera que está en estado latente (Montes de Gómez, 1990).

Las semillas muertas, son las que presentan un aspecto descolorido y están blandas y frecuentemente se encuentran invadidas por mohos (ISTA, 1976).

Cuadro 4. Correlación de Pearson de las características agronómicas.

	Means	Std.Dev.	PLANTULA NORMAL	PLANTULA A NORMAL	SEMILLA LATENTE	SEMILLA MUERTA
PLANTULA NORMAL	26.93	9.59	1.00	-0.96	-0.33	-0.15
PLANTULA A NORMAL	20.81	8.98	-0.96	1.00	0.047	0.17
SEMILLA LATENTE	1.94	2.79	-0.33	0.05	1.00	-0.18
SEMILLA MUERTA	0.31	0.48	-0.16	0.17	-0.18	1.00

*Significancia $p \leq 0.05$

En el cuadro 4 en la correlación de Pearson se muestra la germinación de plántula normal y plántula anormal esta correlacionada de manera negativa al -0.96 (figura 3), con una significancia $p \leq 0.05$.

Cuadro 5. Análisis de varianza de los tratamientos para las variables peso de 100 semillas.

FV	GL	Peso de semillas
Rep	7	6.81
Tratamientos	1	55.87*
Error	7	8.45
CV (%)		7.103
Máximo		45.1
Media		40.93
Mínimo		36.1

En el Cuadro 5 del análisis de varianza se muestran las variables de peso de 100 semillas con una diferencia significancia $p \leq 0.01$ y 0.05 . En el peso de 100 semillas de mazorca larga presento un peso de 42.80 g respecto a la semilla de mazorca corta con un peso de 39.06 g.

Cuadro 6. Evaluación de germinación para las variables de plántula normal, plántula anormal, semillas latentes y semillas muertas, de las semillas de maíz de mazorca corta variedad cafime.

NÚMERO	PLANTULA NORMAL	%	PLANTULA ANORMAL	%	SEMILLA LATENTE	%	SEMILLA MUERTA	%
1	36.0	72.0	14.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	41.0	82.0	9.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	33.0	66.0	15.0	30.0	2.0	4.0	0.0	0.0
4	26.0	52.0	24.0	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	39.0	78.0	10.0	20.0	1.0	2.0	0.0	0.0
6	32.0	64.0	17.0	34.0	0.0	0.0	1.0	2.0
7	25.0	50.0	24.0	48.0	0.0	0.0	1.0	2.0
8	37.0	74.0	11.0	22.0	2.0	4.0	0.0	0.0
Media	33.6	67.3	15.5	31.0	0.6	1.3	0.3	0.5

Como se puede observar en el cuadro 6, el número de plántulas que germinaron de manera normal fue mayor en todos los casos, y solo en los números 4 y 7 se observa una alta presencia de anormalidad (24 semillas en cada número), mientras que semillas latentes solo se presentaron en el número 3 (2), 5 (1) y 8 (2). Por su parte semillas muertas solo se presentaron en el número 6 (1) y 7 (1). Por lo tanto las semillas de mazorca corta no cumplen con las normas para la germinación.

Cuadro 7. Evaluación de germinación para las variables de plántula normal, plántula anormal, semillas latentes y semillas muertas, de las semillas de maíz de mazorca larga variedad cafime.

NÚMERO	PLANTULA NORMAL	%	PLANTULA ANORMAL	%	SEMILLA LATENTE	%	SEMILLA MUERTA	%
1	47.0	94.0	3.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	42.0	84.0	5.0	10.0	3.0	6.0	0.0	0.0
3	47.0	94.0	2.0	4.0	1.0	2.0	0.0	0.0
4	36.0	72.0	13.0	26.0	1.0	2.0	0.0	0.0
5	42.0	84.0	8.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	45.0	90.0	5.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	48.0	96.0	2.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	47.0	94.0	2.0	4.0	1.0	2.0	0.0	0.0
Media	44.25	88.50	5.0	10.0	0.8	1.5	0.0	0.0

Como se puede observar en el cuadro 7, el número de plántulas que germinaron de manera normal fue mayor en todos los casos, y solo en los números 4 y 5 se observa una mayor presencia de anomalía (13 y 8 semillas en cada número), mientras que semillas latentes solo se presentaron en el número 2 (3), 3 (1), 4 (1) y 8 (1). Por su parte la presencia de las semillas muertas fue nula. Las semillas de mazorca larga si cumple con las normas de germinación con un porcentaje de 88.50 de plántulas normales.

Se consideran plántulas normales aquellas que presentan los siguientes defectos ligeros, siempre y cuando el resto de las estructuras vitales de la plántula presente un desarrollo vigoroso y balanceado. (Moreno, 1984).

Esta reducción en la capacidad de las plantas para producir plántulas normales podría deberse a que los patrones respiratorios se han deteriorado pero aún siguen viables, dado que las mitocondrias toman entre 10 y 40% más oxígeno que las semillas frescas, la cantidad de ATP producido por volumen de oxígeno consumido es aproximadamente la mitad con respecto a semillas vigorosas (Bewley y Black 1994).

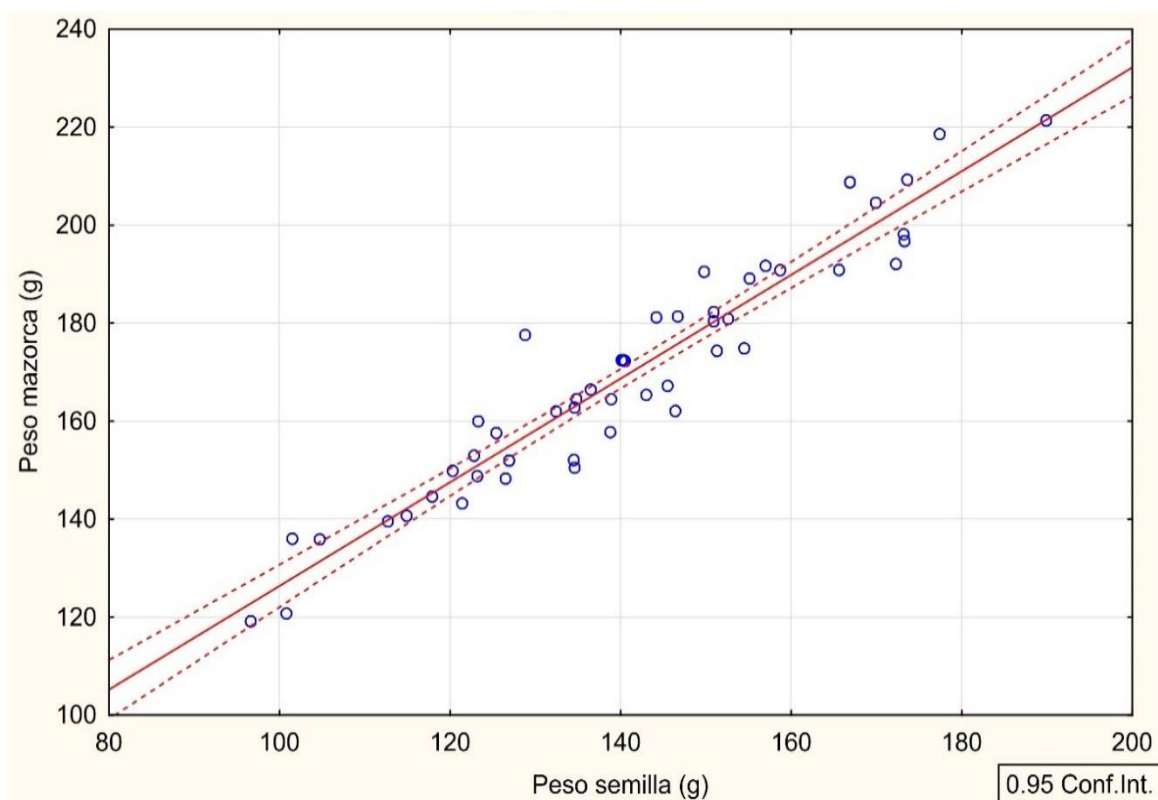


Figura 1. Gráfica de resultados de peso de semilla vs peso de mazorca.

En base a la figura 1 donde se observa la dispersión de las mediciones obtenidas respecto a las variables de peso de semilla (g) y peso de mazorca (g),

demuestran que existe un índice de correlación de 0.9566, por lo que se demuestra que existe una correlación positiva entre el peso mazorca y peso semilla.

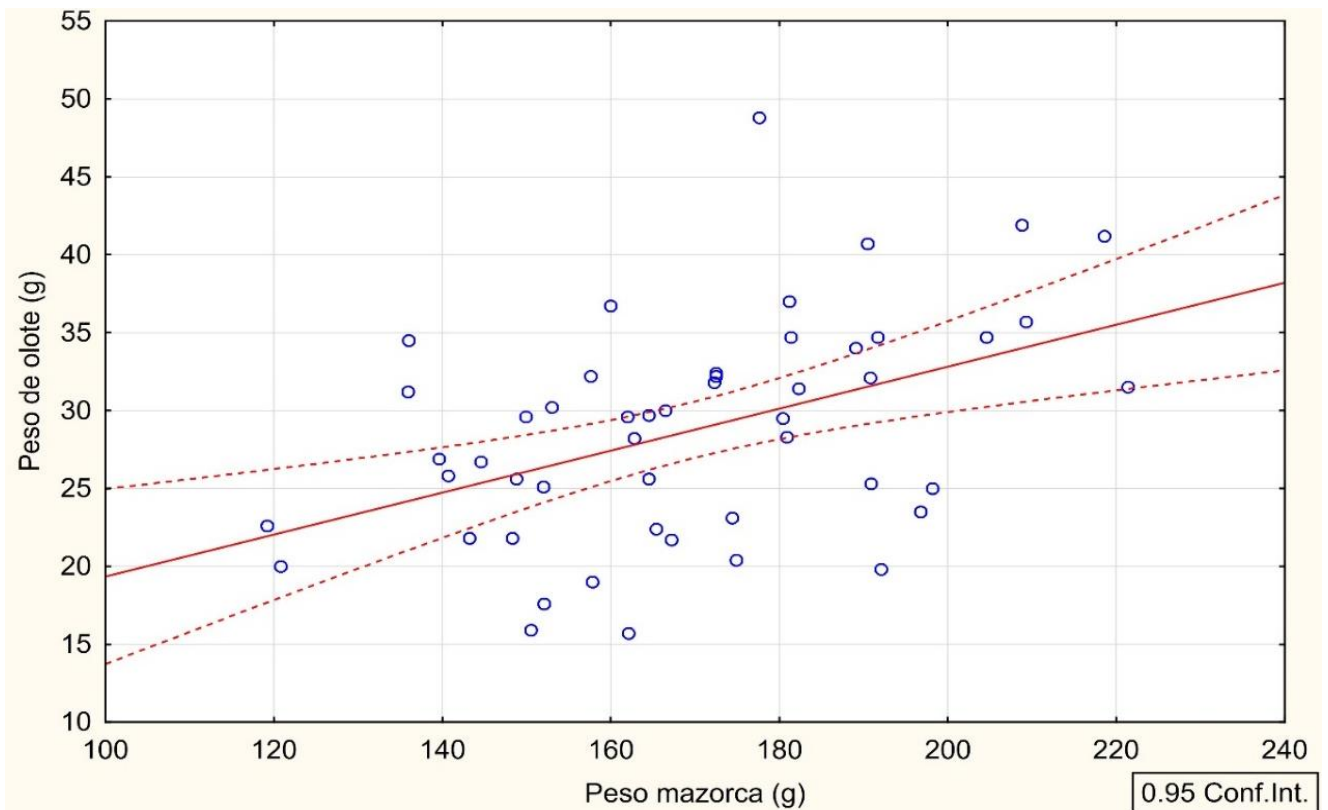


Figura 2. Gráfica de resultados de peso de olote vs peso de mazorca.

En base a la figura 2 donde se observa la dispersión de las mediciones obtenidas respecto a las variables de peso de olote (g) y peso de mazorca (g), demuestran que existe un índice de correlación de 0.46, por lo que se demuestra que existe una correlación intermedia entre peso de olote y peso mazorca.

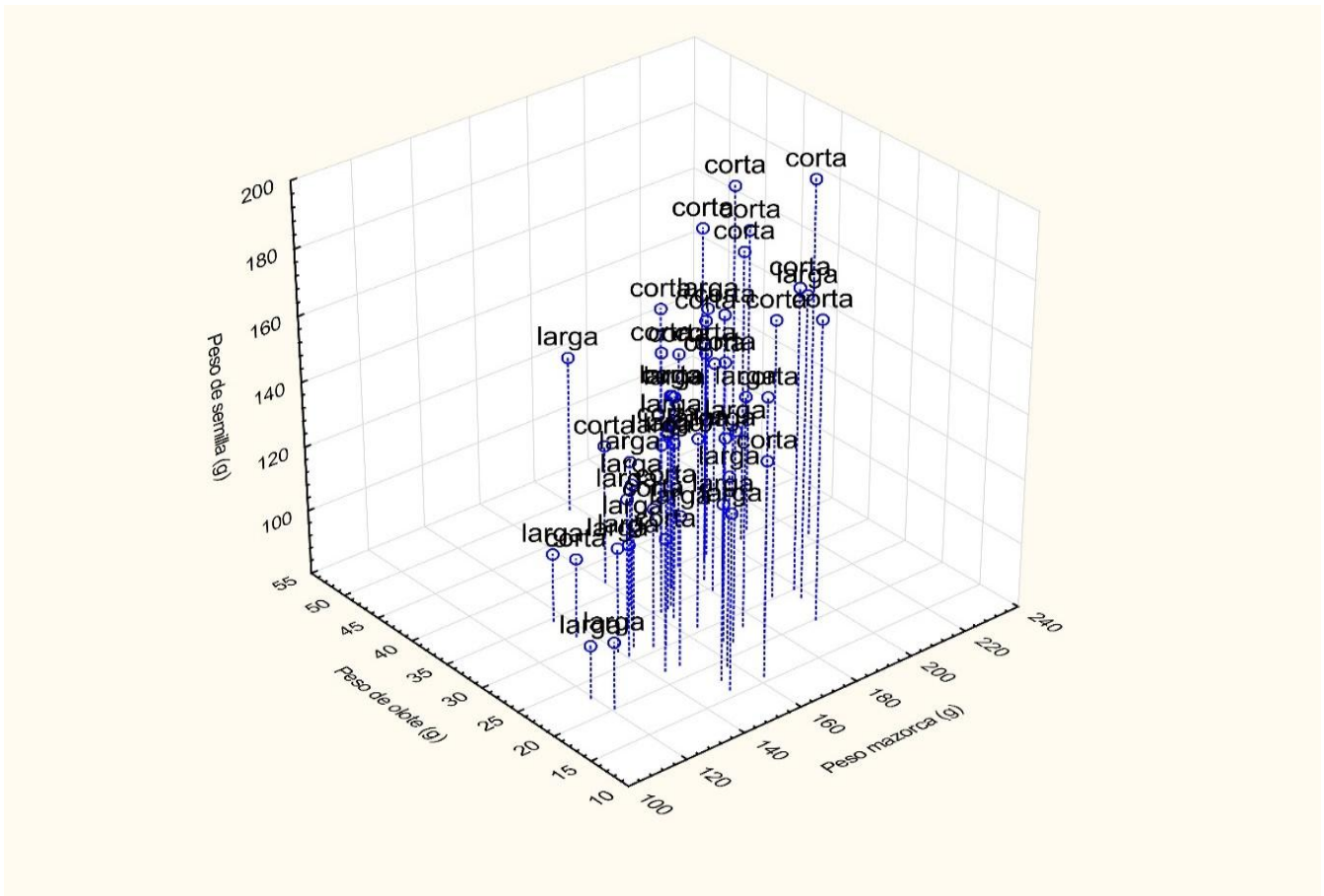


Figura 3. Gráfica de resultados de peso de semilla vs peso de mazorca.

En base a la figura 3 donde se observa la comparación entre los tratamientos “larga” y “corta”, en función de las variables peso de semilla vs peso de mazorca, se observa que se obtienen mejores resultados en cuanto a peso (g) de mazorca, se observa que se obtienen mejores resultados en cuanto a peso (g) en el tratamiento “corta”, por lo que se concluye que el tratamiento “corta” presento un peso (g) más alto tanto en semilla como en mazorca.

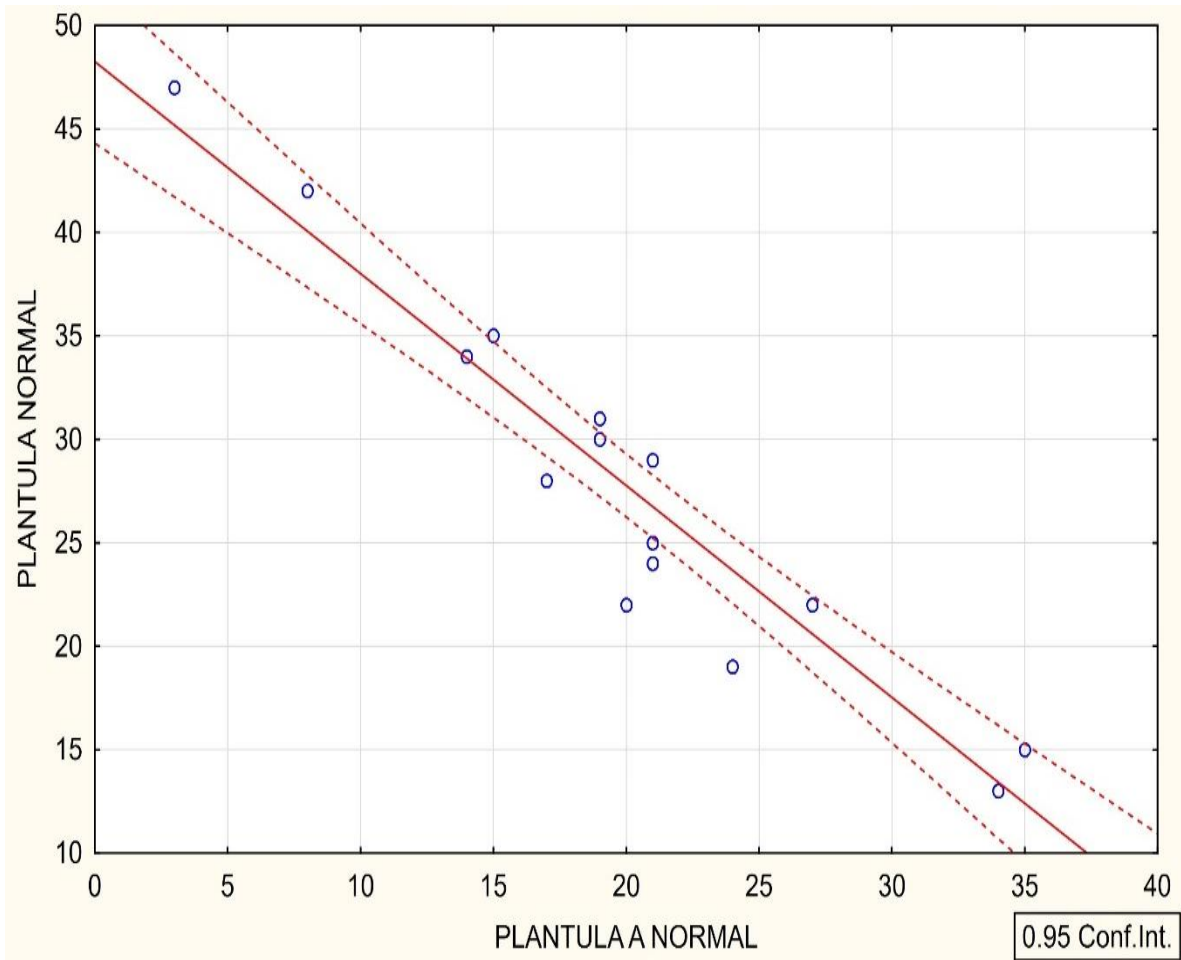


Figura 4. Gráfica de resultados en correlación entre las variables plántula normal vs plántula anormal.

En base a la figura 4 donde se observa la correlación existente entre las variables planta normal vs plántula anormal, obteniendo como resultado una correlación entre ambas variables de -0.9584 , lo que nos demuestra que a medida que las plántulas detectadas como normales disminuyeron, aumentaron las plantas anormales. Por lo tanto, quiere decir que la correlación que existe entre estas dos variables es muy alta y que son dependientes la una de la otra ya que en la medida de que una de las dos aumente la otra disminuye.

VI. CONCLUSION

Con base a las condiciones y donde se llevó a cabo la presente investigación y con los resultados obtenidos, las semillas provenientes de la variedad Cafime de mazorca corta fueron las que presentaron mejores características agronómicas, pero para uso comercial semilla mazorca larga cumple con la norma de germinación.

VII. LITERATURA CITADA

- Airy, J. M. 1955. Production of hybrid corn seed. Corn and corn improvement. Academic Press, New York.
- Alabadan, B. A. y Oyewo, O. A. 2005. Temperature variations within wooden and metal grain silos in the tropics during storage of maize (*Zea mays*), Leonardo Journal of Sciences: 6(1), 59-67.
- Andrio E. E, S. A. Rodríguez H, A. Palomo B, A. Espinoza B, F. Cervantes O. E. Gutiérrez A, G. Arambula V, M Mendoza E. 2011. Caracterización del potencial agronómico de maíces criollos para el mejoramiento genético. pp. 59-73. Amplitud, mejoramiento, uso y riesgos de la diversidad genética de maíz en México. R.E. Preciado O, S. Montes H. (Eds), 1a edición. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, Estado de México.
- Aristizabal, L. M. y Alvares L. 2006. Efectos del deterioro de la semilla sobre el vigor, crecimiento y producción del maíz (*Zea mays L*). Departamento de fitotecnica, Universidad de Caldas.
- Artola, A. G. Carrillo, C. García de los Santos, G. 2003. Hydropriming: A strategy to increase lotus corniculatus L. seed vigor. Seed Sci. Technol. 31:455–463.
- Barrios A, A, A. Turrent F, J I Cortés F, C A Ortiz S, N O Gómez M, A Martínez G. 2004. Interacción genotipo x prácticas de manejo en híbridos de maíz. Efecto sobre el diseño de recomendaciones. Rev. Fitotec. Mex. 4:399-408.
- Benacchio S, S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 Especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropec. Ministerio de agricultura y cría. Maracay, Venezuela. 202 p.

- Bernal L. I. 1981. Aspectos bioquímicos de la germinación y el deterioro. Departamento de bioquímica vegetal. Facultad de química de la UNAM. México.
- Bellon M. R, A. F. Barrientos P.; P. C. García M, H. Perales, J. A. Reyes A, R. Rosales S, D. Zizumbo V. 2009. Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. pp. 355-382. Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. E. Boege, R. Lira S. R. Ortega P. (Eds), 1a edición. CONABIO, México.
- Bewley J. D y Black, M 1994. *Scdcs: Physiology of development and germination*. 2 ed. Plcnum Press, New York. 445 p.
- Bouquet, A. 1980. "Effect of some genetic and environmental factor son spontaneous polyembryony in grapes (*Vitis vinifera* L.)". *Vitus*, 19(2): 134-150.
- Boyer, C. D. and Hannah, L. C. 2001. Kernel mutants of corn. In: Hallauer, A. R. (ed.). *Specialty Corns*. 2nd ed. CRC Press. Boca Raton, FL. USA. p. 1–31.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1996. Guía técnica para la producción de semilla forestal certificada y autorizada. Serie técnica manual de maíz; Cali, Colombia.21 p.
- CONAGUA 2013. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Reporte anual, México D. F.
- Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 2001. *Principles of seed science and technology*. 4 ed. Burgess Publishing Company. Mineapolis, Minnesota, USA.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, (CIMMYT) 1994. Manual para la producción de semillas de maíz. Semana de las semillas de Maíz de CIMMYT. El Batán, 31 mayo al 4 junio. 179 p.

- Charm, S. 2007. Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing, *alimentos ciencia e ingeniería*: 16(1), 5-8.
- Díaz, C. F. D. 2001. *Seed News*. La revista internacional de las semillas. Universidad Federal de Brasil.
- Delouche, H. H. 1986. *Physiological seed quality*. Short course for seedsmen. Mississippi State University. Vol. 27: 51 USA.
- Delouche, J.C. 1976. Germinación, deterioro y vigor de semillas. *Seed News*, Mississippi State University.
- Delouche, J. C. y Cadwer, W. P. 1962. Seed vigour and vigour test. *Proc. Assoc. Offic. Seed*.vol.1.124-129 p.
- Espinoza, J. Vega, C. Navarro, E. y Burciaga, G. 1998. "Poliembrionía en maíces de porte normal y enano". *Agron. Mesoam.*, 9(2):83-88.
- FAO 2002. El perfil del maíz. Base de datos de producción mundial y comercio internacional del maíz.
- Fisher D. Gao, K. M; King, K. N; Boyer, C. D. and Gultinan, M. J. 1996. Allelic analysis of the maize amylose–extender locus suggests that independent genes encode starch–branching enzymes *lia* and *lib*. *Plant Physiol.* 110:611–619.
- Fornos, M. 2003. Programas de recursos genéticos Nicaragüenses. Departamento de producción vegetal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 129 p.
- Garay, E. A. 1989. La calidad de la semilla y sus componentes. Memorias del primer curso avanzando sobre sistemas de semillas para pequeños agricultores. CIAT. Mayo 15 – junio 23. Cali, Colombia. P. 2-11.
- Gould, F. W. y R. B. Shaw. 1983. *Grass Systematics*. 2nd. ed. College Station, Texas A & M Univ. Press., 397 pp.

- Gómez, E; Royo, J; Thompson, G. R. and Hueros, G. 2002. Establishment of cereal endosperm expression domains: identification and properties of a maize transfer cell-specific transcription factor, ZmMRP-1. *Plant Cell* 14:599-610.
- Gonzales-Estrada A. 2009. Estimación de las estructuras agraria y económica de la producción de maíz y frijol en México. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*. Chapingo, Edo. México. 2(1): 7-30.
- Hampton J. G. 2001. New Zealand Seed Technology Institute. Lincoln University Canterbury-New Zealand.
- Harein, P. K. and R. Davis. 1992. Control of stored-grain insects. 1992. In: *Storage of Cereal Grains and Their Products*. 4th ed. Sauer, D. B. (ed.). Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota. USA. pp: 491-534.
- Hochholdinger, F. 2009. "The maize root system: Morphology, Anatomy, and genetics". J.L. Bennetzen and S.C. Hake (eds.), *Handbook of maize: Its Biology*. Springer Science, 145-160.
- Hochholdinger, F. 2004. Genetics of root formation in maize (*Zea mays L.*) "Reveals Root-Type specific developmental programs". *Ann. Bot.*, 93: 359-368.
- Ishikawa, H. y Evans, M. L. 1995. "Specialized zones of development in roots". *Pl. Physiol.*, 109: 725-727.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2005, 2006 y 2008. *Manual de Laboratorio Central*.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1976. *Reglas Internacionales para el ensayo de semillas*.
- International Seed Testing Association (ISTA) 2004. *International Rules for Seed Testing*. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700p.

- Poehlman, J. M. 1973. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Universidad de Missouri, pag.263.
- Jugenheimer W. R. 1981. Maíz, variedades Mejoradas, Método de cultivo y Producción de Semillas. Ed. Limusa S.A. México D.F. pp670.
- Lépiz I. R; E. Rodríguez G. 2006. Recursos fitogenéticos de México. pp. 1-18. Recursos Fitogenéticos en México para la alimentación y la agricultura, Informe Nacional. Chapingo, México. J. Molina M; L. Córdova T. (Eds), 1a edición. SAGARPA, SOMEFI Y SNICS. México, D.
- McDonald, M. B. Jr. 1975. A review and evaluation of seed vigor tests. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. 65:109-139.
- Mcdonald, M. B: 1998. Seed quality assessment. Seed Science and Tecnology 8:265-275.
- McPhee, K., 2005. "Variation for seedling root architecture in the core collection of pea germplasm". Crop Sci., 45: 1758-1763.
- Méndez, G. y otros cinco autores 2005. Composición Química y Caracterización Calorimétrica de Híbridos y Variedades de Maíz Cultivadas en México, Agrociencia: 39(3), 267-274.
- Mendoza, E. M; Latournerie, L; Moreno, M. E; Castañon, G; Carrillo, J. C; León, C. D. y García, J. G. 2004. Cambios en la calidad de la semilla de maíz durante su desarrollo y maduración. Agron. Mesoamer. 15(2):155-160.
- Mittermeier R. C. Goettsch 1992. La diversidad biológica de México. pp. 57-62. México ante los retos de la biodiversidad. J. Sarakhán K; R. Dirzo (Eds). 1a edición. CONABIO. México.
- Mngadi, P. R. Goviden y B. Odhav 2008. Co-occurring Mycotoxins in Animal Feeds, African Journal of Biotechnology: 7(13), 2239-2243.

- Molina, M. J. C; González, H. V. A; Livera, M. M; Castillo, G. F. y Ortega, D. M. L. 2003. Cambios en la calidad fisiológica y su asociación con la madurez de la semilla de maíz durante su formación. *Rev. Fitotec. Mex.* 26(4):271-277.
- Moreno, M. E; Vázquez, B. M; Rivera, R. A; Navarrete, M. R. y Esquivel, V. F. 1998. Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. *Seed Sce. Technol.* 26: 439-448.
- Moreno M. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno, M. E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 2da. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.383 pp.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición. Instituto de Biología. UNAM. México. D.F. 393 p.
- Morales M. E, 1996. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Programa Universitario de Alimento. Universidad Nacional Autónoma De México. México, D.F.
- Montes de Gómez, V. 1990. Causas bioquímicas del bajo poder germinativo de semillas. pp. 109-110. En: Triviño-Díaz, T. y L.F. Jara (comps.). Memorias del seminario-taller sobre investigaciones en semillas forestales tropicales, Bogotá, octubre 26-28 de 1988. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif), Serie Documentación, Bogotá.
- Navarro G. H; M. A. Pérez O; M. Hernández F; F. Castillo G. y D. Flores S 2009. Sistemas de producción con maíces criollos y necesidades socioeconómicas en Costa Chica, Guerrero, México. p. 67. III Reunión Nacional para el mejoramiento, conservación y usos de los maíces criollos. Ricardo E. Preciado O.; B. Coutiño E.; M. Andrio E. (Eds.), 1a edición. SOMEFI-Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato
- Neethirajan, S., C. Karunakaran, D. Jayas y N. White 2007. Detection Techniques for Stored - Product Insects in Grain, *Food Control*: 18(2), 157-162.

- Ojeda B W, E Sifuentes I, H Unland W 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencia* 40:13-25.
- Olakojo, S. A. y T. A. Akinlosotu 2004. Comparative Study of Storage Methods of Maize Grains in South Western Nigeria, *African Journal of Biotechnology*: 3(7), 362-365.
- Opsahl–Ferstad, H. G; Deunff, E. L; Dumas, C. and Rogowsky, P. M. 1997. ZmEsr, a novel endosperm–specific gene expressed in a restricted region around the maize embryo. *Plant J.* 12:235–246.
- Pederson, J. R. 1992. Insects: Identification, damage and detection. In: *Storage of Cereal Grains and Their Products*. 4th ed. Sauer, D. B. (ed.). Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota. USA. pp: 435-489.
- Pesev, N, R. Petrovic, Lj. Zecevic y M. Milosevic, 1976. “Study of possibility in raising maize inbred lines with two embryos”. *Theor. Appl. Genet.*, 47: 74-51.
- Potts, H. E. 1977. Semillas, desarrollo, estructura y función. Curso sobre producción de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Rebolloza, H. H, J. Espinoza V, D. Sámano G. y V. M. Zamora V. 2011. “Herencia de la poliembrionía en dos poblaciones experimentales de maíz”. *Rev. Fitotec. Mex.*, 34(1): 27-33.
- Restrepo, H; Gómez, M. I; Garzón, A; Manrique, L.; Alzate, F; López, J. y Rodríguez, A. 2013. Respuesta bioquímica de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes condiciones de temperaturas nocturnas. *Rev. Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 7(2):252-262.
- Rinke, E. H. 1953. Cold test germinations. *Proc. 8th Corn Res. Conf., Amer. Seed Trade Assoc.*

- Ritchie, S. W. Hanaway, J. J. y Benson, G. O. 1992. How a corn plant develops. Special report No. 48. Iowa State University. Ames, IA, USA.
- Roberts, E. H. 1981. Physiology of aging and its application to drying and storage. *Seed Sci. Technol.* 9: 359-372.
- Robert W. Jugenheimer, Ph. D 1976. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas.
- Rosas, I. y otros cuatro autores 2007. Calidad física y fisiológica de semilla de maíz criollo almacenada en silo metálico y con métodos tradicionales en Oaxaca, México, *Fitotecnia Mexicana*: 30(1), 69-78.
- Ross, W. M. y J. A. Wilson, 1969. "Polyembryony in sorghum". *Crop Sci.*, 9: 842-843.
- Rossman, E. C. 1955a. The stand problem. Proc. 10th Corn Res. Conf. Amer. Seed Trade Assoc.
- Sánchez, C. J. 2004. Velocidad de emergencia y acumulación de materia seca en híbridos de maíz (*Zea mays L.*) en dos sustratos. Tesis de Licenciatura. FESCuautilán. UNAM. México, D. F.
- Sauer, B. D, R. A. Meronuck, and C. M. Christensen. 1992. Microflora. In: Storage of Cereal Grains and Their Products. 4th ed. Sauer, D. B. (ed.). Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota. USA.
- Serrato, C.V.M. 1995. Manual de procedimiento de control de calidad, en el campo en la producción de semilla de Maíz. UAAAN. Vol. 4. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Serratos H. J. A. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. 1a edición. pp. Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México.

- SIAP, 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo “Modalidad riego +temporal”. SAGARPA, D.F México.
- Soltani, A; Galeshi, S; Zeinali, E. y Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology* 30(1):51-60.
- Sung, S. and Amasino, R. M. 2004. Vernalization and epigenetics: how plants remember winter. *Current Opinion in Plant Biology*. 7:4-10.
- Thomson, J. R. 1979. Introducción a la tecnología de las Semillas. *Acribia* 1-19 Pp.
- Tuberosa, R. y Salvi, S., 2007. “Form the QTLs genes controlling root traits in maize”. J.H.J. Spiertz, P.C. Struik and H.H. van Laar (eds.), *Scale and Complexity in Plant Systems Research: Gene-Plant-Crop Relations*, 15-24.
- Wagacha, J.M. y J.W. Muthomi 2008. Mycotoxin Problem in Africa: Current Status, Implications to Food Safety and Health and Possible Management Strategies, *International Journal of Food Microbiology*: 124(1), 1-12.
- Watson, S. A. 1987. Structure and composition of starch. In: Watson, S. A. and Ramstad, P. E. (eds.). *Corn Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemistry. St. Paul. MN. USA.
- Wiatrak, P J, D L Wright, J J Morois, R Sprenkel 2004. Corn hybrids for late planting in the Southeast. *Agron. J.* 96:1118-1124.
- Wiatrak, P J, D L Wright, J J Morois, D Wilson 2005. Influence of planting date on aflatoxin accumulation in Bt, non-Bt, and tropical non-Bt hybrids. *Agron. J.* 97:440-445.