

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**CALIDAD FISIOLÓGICA EN SEMILLAS DE MAÍCES
COMERCIALES PARA FORRAJES**

TESIS

POR:

YOLANDA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DEL 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

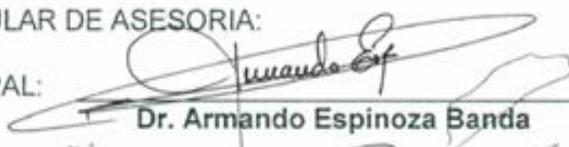
CALIDAD FISIOLÓGICA EN SEMILLAS DE MAÍCES COMERCIALES PARA
FORRAJES

TESIS DE LA C. YOLANDA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, ELABORADA BAJO
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

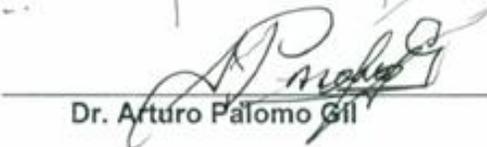
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA:

ASESOR PRINCIPAL:


Dr. Armando Espinoza Banda

ASESOR:

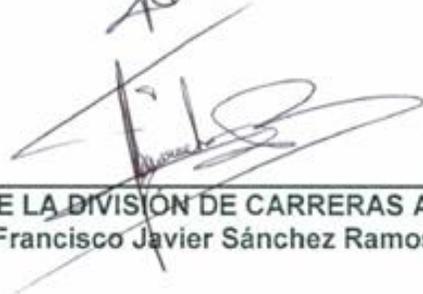

Dr. Arturo Palomo Gil

ASESOR:


Dra. Oralia Antuna Grijalva

ASESOR:


Dr. Anselmo González Torres


COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS
Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

CALIDAD FISIOLÓGICA EN SEMILLAS DE MAÍCES COMERCIALES PARA
FORRAJES

TESIS DEL C. YOLANDA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


Dr. Armando Espinoza Banda

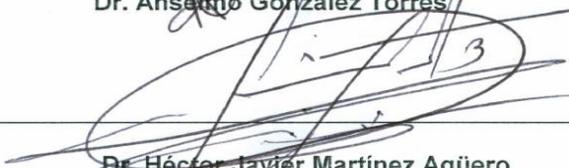
VOCAL:


Dr. Arturo Palomo Gil

VOCAL:


Dr. Anselmo González Torres

VOCAL SUPLENTE:


Dr. Héctor Javier Martínez Agüero

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Junio del 2012

AGRADECIMIENTO

A mi “**ALMA MATER**” por ser parte de ella y darme la oportunidad de cursar en ella mis estudios profesionales.

A mi mamá: Por el cariño y confianza que me ha brindado.

A mi hermana Rosario: Que gracias a ella pude aspirar a una carrera, por ayudarme y guiarme hasta donde llegue, por su gran apoyo.

A Néstor: Por estar a mi lado, por darme fuerzas para sacar adelante mi carrera y este trabajo, por todo el amor y cariño que me ha brindado.

A mi hija Itzel Ariadne:

Por ser una gran estrella que brilla para iluminar mi vida día a día.

A la Sra. Ma. Felicitas:

Le agradezco por formar parte de mi vida, de mi familia, por ser una persona inspiradora que con su apoyo, confianza y comprensión nos ayudo a salir adelante.

A la Doc. Oralia.

Mi gran agradecimiento que me dio la oportunidad de poder realizar mi tesis con ella, por todo el tiempo dedicado, gracias.

DEDICATORIA

A mi familia:

Mi mama: Evangelina Hernández Martínez

Mis hermanas:

María del Rosario Hernández Martínez

María Verónica Hernández Martínez

Por estar en mi vida y por su gran apoyo incondicional.

A Néstor de Jesús Contreras García.

Por estar a mi lado, por todo lo bueno que ha sido para mi.

Itzel Ariadne Contreras Hernández.

Por ser esa gran motivación a seguir adelante. Mi niña hermosa.

A mis asesores:

Dr. Armando Espinoza Banda.

Dr. Arturo Palomo Gil

Dra. Oralia Antuna Grijalva

Dr. Anselmo González Torres

Por la facilidad que me brindaron para realizar el presente trabajo.

INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Hipótesis:	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Semilla.....	4
2.1.1. Semilla de calidad	4
2.1.2 Calidad de semilla	6
2.1.3 Importancia de la calidad de semilla	7
2.2 Factores que afectan la calidad de la semilla	8
2.2.1 Edad de la semilla	8
2.2.2 Tamaño de la semilla	8
2.3.1 Velocidad de germinación.	10
2.3.1 Germinación.....	13
2.3.2 Ensayo de germinación	14
2.3.3 Viabilidad.....	15
2.3.4 Vigor	15
2.4 Calidad genética	17
2.5 Calidad física.	18
2.6 Calidad sanitaria.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1.- Ubicación del Experimento	21
3.2.- Localización geográfica del sitio experimental.	21
3.3.- Material Genético	21
3.4 CARACTERIZACION FISICA:	23
3.4.1 Tamaño de grano:	23
3.4.2 Peso de mil semillas	23
3.4.3 Peso volumétrico.....	24

3.5 Variable de calidad fisiológica de semilla	24
3.5.1 Germinación estándar	24
3.5.2 Índice de brote	25
3.5.3 Longitud media de las plúmulas	25
3.5.4 Peso seco de plántula	26
3.6 Análisis estadístico	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Calidad Fisiológica de semillas	28
4.2 Prueba de Medias Para Calidad Fisiológica de semillas	29
Calidad Física	33
Análisis de varianza	33
4.4.2 Promedio de calidad física	34
V. CONCLUSIÓN	37
VI. RESUMEN	39
VII. BIBLIOGRAFIA	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Híbridos comerciales de maíz.	22
Cuadro 4.1. Análisis de Varianza de Calidad Fisiológica de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009.	28
Cuadro 4.2. Promedio de calidad fisiológica de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009.	32
Cuadro 4.3. Análisis de Varianza de la Calidad Física de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009.	33
Cuadro 4.4. Promedio de calidad física de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009.	36

I. INTRODUCCION

En el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) existe gran diversidad en tamaño, forma y composición de la semilla debido a factores genéticos y ambientales (Boyer y Hannah, 2001).

Un factor básico para el éxito de la agricultura moderna es la utilización de variedades con potencial para obtener altos rendimiento en granos o forrajes. Para contribuir a este propósito, se han desarrollado técnicas de análisis que permiten evaluar la calidad de las semillas para la siembra (Hernández y Carballo, 1997), las cuales son de interés tanto para la industria semillera como para las instituciones responsables de la certificación, ya que determinan el valor de las semillas para beneficio del agricultor (ISTA, 2005).

Una semilla de calidad contribuye a mayor eficiencia productiva, ya que es capaz de emerger de manera rápida y uniforme, bajo diferentes condiciones ambientales. La calidad de la semilla es un concepto basado en la valoración de diferentes atributos (Kelly, 1988) los cuales mejoran el establecimiento de la planta en campo, entre los que destacan la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria (Basra, 1995; Copeland y McDonald, 1995).

Para los agricultores y la industria semillera la calidad de la semilla de maíz es importante, para el agricultor, porque de ello depende el número de plantas existentes en un área determinada de cultivo, es decir prefiere aquellas que muestran alto vigor (Delouche y Cadwell, 1962). Para la industria es trascendente la

calidad de la semilla por la gran variación en tipo de grano que exhiben las variedades en híbridos de maíz.

En México se han realizado diferentes estudios en maíz para cuantificar el efecto del tamaño de semilla sobre algunas características de calidad de la misma, tanto agronómicas como de rendimiento del grano (Kurdikeriet *al.*, 1998) sin embargo, se consideran limitados los estudios que evalúan estas características en variedades de maíz con potencial para la producción de forraje. Con base en lo anterior se realizó la presente investigación con el objetivo de conocer la calidad fisiológica de distintos híbridos de maíz con potencial forrajero.

1.1. Objetivo

Determinar la calidad fisiológica de híbridos forrajeros de maíz.

1.2. Hipótesis:

Ho: Todos los híbridos de maíz muestran la misma calidad fisiológica.

Ha: Al menos uno de los híbridos de maíz es diferente en calidad fisiológica a los demás híbridos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Semilla

La semilla o pepita es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta, es la estructura mediante la que realizan la propagación de las plantas y por ello se les llaman espermatofitas (plantas con semilla) (Disponible en línea en <http://www.wikipedia.org/wiki/Semilla>)(Revisado el 30 de mayo del 2012)

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen. Además, es uno de los elementos más eficaces para que la especie se disperse, tanto en el tiempo como en el espacio. Para que la semilla cumpla con su objetivo es necesario que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma y, finalmente convertirse en una planta adulta. Todo ello comprende una serie de procesos metabólicos y morfogénicos cuyo resultado final es la germinación de las semillas.

2.1.1. Semilla de calidad

La Sociedad Española de Ciencias Forestales (2005) define calidad de semilla como la cuantía relativa a las condiciones normales, del porcentaje en peso o en número, de semillas limpias. Sanas y de buen tamaño que hay en un lote. Capacidad germinativa de la semilla, con o sin referencia al tamaño y vigor de las plántulas que ha de producir.

Sánchez (2004) define calidad de semilla "como el conjunto de sus atributos que involucran cuatro factores: genético (genotipo); físico (aspectogeneral); fisiológico (germinación, vigor) y sanitario (carencia de enfermedades transmisibles).

Bernal (1996) señala que la calidad de semilla es su capacidad para germinar y producir una plántula normal en el menor tiempo posible.

El CIAT (1980) señalan que una semilla es de buena calidad cuando tiene pureza tanto varietal como física un alto porcentaje de germinación y esta libre de organismos patógenos, tanto externa como interna. Una semilla de calidad permite al agricultor obtener rendimientos significativamente mayores. Es un elemento básico en el trabajo de Fitomejoradores, Agrónomo y Empresas productoras de semillas.

La producción de semillas de buena calidad requiere que al momento de la cosecha éstas se encuentren con madurez fisiológica para maximizar el vigor (Jalinet *al.*, 1998)

Poulsen (2000) menciona las siguientes ventajas de la semilla de buena calidad:

- Mejor condición para el almacenamiento
- Desperdicio mínimo de la semilla.
- Plantas uniformes en espacios acondicionados como los viveros.

- Mayor acierto en la producción de plantas
- Posibilidad de desarrollar producción avanzada de plantas
- Mejora en técnicas y métodos de plantación.

2.1.2 Calidad de semilla

La calidad de las semillas involucra todos los atributos genéticos, físicos, biológicos y patológicos que contribuyen a la producción final del cultivo (Basra, 1995).

La calidad de las semillas es un concepto que involucra muchas variables que dependen en gran medida de las metodologías de producción, cosecha y almacenaje (Peñaloza, 2001).

La calidad de la semilla es más que pureza genética y alta viabilidad. La habilidad para germinar uniformemente bajo condiciones sub óptimas de temperatura y humedad de suelo es frecuentemente requerida para que se produzca un establecimiento satisfactorio (Cantiffle y Tigchelaar, 1980).

La calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que estas permanecen almacenadas. Una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura y el mínimo contenido de semilla de malezas de otros cultivos y materia inerte (Salinas *et al.*, 2001).

El tamaño de la semilla es un componente que ha sido estudiado extensivamente en muchas especies. Generalmente las semillas más grandes tienen mejor desarrollo en el campo que las semillas pequeñas, sin embargo en muchos de estos estudios no se ha medido el vigor de las mismas (Tekrony y Eegli, 1991).

La viabilidad de la semilla, la germinación y el vigor son conceptos que describen diferentes aspectos de la calidad de una población de semillas. El dato del vigor de una semilla, sin el dato de la germinación o viceversa, son menos significativos que cuando son evaluados en conjunto (Basra, 1995).

2.1.3 Importancia de la calidad de semilla

La calidad de semillas de gramíneas se refiere al grado de pureza de una muestra y a la viabilidad de las mismas. La pureza indica la cantidad de semilla pura que hay en una muestra. La viabilidad muestra si la semilla está viva. La calidad de semilla en plantas forrajeras tropicales está sujeta a numerosas variables que pueden afectar desde el porcentaje de germinación hasta la presencia de enfermedades producidas por hongos y bacterias (Cosechas, 2007).

La calidad de la semilla representa un factor indiscutible en el establecimiento de praderas. De acuerdo con Benítez (1975), para evaluar la calidad de la semilla, se determina la pureza física, germinación y latencia. Existen diversos factores que determinan la calidad de la semilla. Estos son: la contaminación en el campo por el polen de variedades a fines, las condiciones bióticas durante la pre cosecha, la forma de cosecha, el secado de la semilla, la forma de efectuar al acondicionamiento, las condiciones del almacenamiento, la edad de la semilla, la uniformidad del lote de las semillas y de la selección del suelo para la siembra.

2.2 Factores que afectan la calidad de la semilla

2.2.1 Edad de la semilla

Se ha señalado que la calidad de la semilla disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que estas permanecen almacenadas. El primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de la semilla, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas normales, y finalmente la muerte de las semillas (Ferguson, 1995).

2.2.2 Tamaño de la semilla

La expresión de la Calidad Fisiológica de las semillas de diversas especies depende fundamentalmente de su tamaño. Se ha observado que el desarrollo inicial esta gobernado por la cantidad de reserva, tamaño del embrión, cantidad de proteína y eficiencia de los sistemas enzimáticos, que le confieren mayor velocidad de crecimiento (Chan y Moreno, 1992).

Perry (1980) observo que semillas de mayor tamaño produjeron raíces más grandes, en comparación con las semillas pequeñas dentro de la misma variedad y también que al incrementarse, el tamaño de la semilla se mejoro la germinación y por tanto la emergencia. Resultados similares encontró Corral (1985) al observar diferencias significativas entre genotipos por tamaño de semilla. Los estudios

determinaron la tendencia hacia un menor porcentaje de germinación conforme la semilla este pequeña.

Evans y Turnbull (2004) consideraron que semillas con buena calidad fisiológica en la industria de las plantaciones, es aquella que tiene alto porcentaje de germinación y de vigor: además tiene ventajas como la mejora de vida de almacenamiento, un mínimo desperdicio de semillas y plantas uniformes en viveros y semilleros.

2.3 Calidad fisiológica de la semilla

La calidad fisiológica se refiere a las características de la semilla como la madurez, contenido de humedad y la habilidad para germinar (Elevitch, 2004).

La habilidad para germinar, el vigor y algunos aspectos genéticos como la heterosis dentro de los descriptores de calidad fisiológica de la semilla (Bewlev *et al.*, 2006).

Mantener la máxima capacidad fisiológica de la semilla producida por la planta madre, es un objeto primordial de las empresas semilleras dada la alta competitividad que impera en el mercado. Las grandes empresas cosechan las semillas de maíz (*Zea mays L.*) en mazorcas en etapas cercanas a la madurez fisiológica y por consiguiente con contenidos de humedad mayores a 35% (Navratil y Burris, 1984).

Para clarificar mejor la calidad fisiológica y concretamente el vigor y su influencia en el desempeño de las semillas, a continuación se citan algunas cualidades directamente relacionadas con este atributo biológico de calidad.

2.3.1 Velocidad de germinación.

- Uniformidad de germinación, emergencia y desarrollo de la planta bajo diferentes condiciones.
- Habilidad para emerger en suelos con problemas de preparación, con altos contenidos de humedad y con patógenos.
- Desarrollo morfológico normal de plántulas.
- Potencial de rendimientos de los cultivos.
- Capacidad de almacenamiento de la semilla bajo condiciones óptimas y adversas (Delouche, 2009).

Para que el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la

rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula.

Cuando una semilla germina, la primera estructura que emerge, de la mayoría de las especies, después de la rehidratación de los diferentes tejidos es la radícula. En aquellas semillas, en las que la radícula no es el primer acontecimiento morfológico, se consideran otros criterios para definir la germinación como: la emergencia del coleoptilo en granos de cereales; la obtención de plantas normales; o el aumento de la actividad enzimática, tras la rehidratación de los tejidos.

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma muy general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco (ha acumulado la máxima cantidad de reservas nutritivas) y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa.

Fase de hidratación: La absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria.

Fase de germinación: Representa el verdadero proceso de la germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse.

Fase de crecimiento: Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria.

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que la germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables. La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa.

La calidad fisiológica depende de múltiples factores, tales como el retraso en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables, deficiencias en el desarrollo de los cultivos, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento y el almacenamiento bajo condiciones desfavorables (Quiroz y Carrillo, 2004).

2.3.1 Germinación

Existen pruebas sencillas para el análisis de la calidad de las semillas y fáciles de realizar directamente. Una de ellas es la prueba de germinación. La germinación es definida como la emergencia y el desenvolvimiento de las estructuras esenciales del embrión, las cuales son las manifestaciones de su capacidad para dar origen a una puntual norma, en condiciones ambientales favorables. La germinación se expresa en porcentaje y número de semillas que producirán plántulas normales (Papalotla, 2002).

Para Peretti (1994) la germinación es una reanudación de las actividades de crecimiento del embrión, suspendidas o disminuidas al momento de alcanzar la semilla su madurez fisiológica.

Moreno (1984) define la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

Mientras que Copeland y McDonald (1992) define a la germinación como la reactivación de los procesos fisiológicos del embrión, mediante una serie de reacciones metabólicas que sufren las semillas después de la imbibición.

Para que se inicie la germinación, la semilla tiene que absorber agua e hincharse, conociéndose a este proceso como imbibición. Después de la imbibición, la vaina de la radícula conocida como coleorriza, rompe la cubierta de la semilla, la yema y otras estructuras. La coleorriza, desarrolla numerosos pelos absorbentes que aceleran la absorción de agua. Posteriormente la radícula o raíces primarias rompen la vaina. Para el segundo o tercer día después de iniciada la germinación aparece el coleóptilo que es la primer estructura que protegerá a la primer hoja verdadera (Bogdan, 1997).

2.3.2 Ensayo de germinación

La prueba de germinación estándar se efectúa en el laboratorio bajo condiciones controladas de temperatura, luz, humedad, tiempo; condiciones que son favorables para que las semillas expresen su más alto poder de germinación. Existen diversos métodos para realizar la prueba de germinación; sin embargo, el más utilizado es el conocido como “entre papel” recomendado por International SeedTestingAssociation (ISTA, 2005), el cual consiste en extender toallas de papel previamente humedecidos con agua destilada sobre una superficie plana, y sobre los cuales se colocan las semillas. Posteriormente se cubren con otras toallas húmedas y se doblan para formar un rollo, el cual se pone a germinar, acomodándolo de forma vertical en bolsas de plástico. Las bolsas con los rollos se colocan en germinadoras con ambiente controlado. Posteriormente se realizan dos o tres conteos de plántulas. Para el conteo de plántulas se deben tomar ciertas

condiciones: Plántulas normales, Plántulas anormales, semillas duras, semillas latentes y semillas muertas.

2.3.3 Viabilidad

La viabilidad de las semillas es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un periodo variable y depende del tipo de semillas y de las condiciones de almacenamiento. Una semilla viable es aquella que presenta viables los tejidos necesarios para dar una plántula normal.

2.3.4 Vigor

La calidad fisiológica de la semilla está relacionada directamente con la capacidad que tiene para emerger bajo condiciones de campo. En este sentido la prueba de germinación es la mas común y aceptada para evaluar la calidad fisiológica de la semilla, sin embargo, no es adecuada para conocer su potencial de establecimiento en el campo, (Delouche y Caldwell, 1996). De ahí que con el fin de superar este inconveniente, surge el concepto de vigor de semilla, definido como aquellas propiedades de las semillas que determinan su potencial para una emergencia rápida y uniforme, bajo un amplio rango de condiciones de campo (AOSA, 1983).

La ISTA (2005) define al vigor como la suma total de aquellas propiedades de la semilla o lote de semillas que se manifiestan durante su germinación y emergencia de la plántula. Las semillas que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor. Para Perry (1980), el vigor es un factor

importante en la calidad de la semilla, por lo que últimamente, se exige esta característica en la comercialización de la misma.

El vigor de las semillas es de gran valor para predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia de las plántulas (Moreno, 1984). Las semillas que muestran un buen comportamiento son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor (ISTA, 2005). Por tanto, el objetivo principal de la prueba de vigor es diferenciar aquellos lotes que a pesar de tener una viabilidad similar, presentan distinta capacidad para germinar y emerger. Aquellos lotes que presentan mayor vigor, tendrán mayor tolerancia a condiciones adversas que los de menor vigor (Carambula, 1984). Así mismo, ciertos lotes de semillas que presentan altos porcentajes de germinación o germinaciones similares pueden presentar un comportamiento diferente cuando son sembrado en condiciones idénticas en el campo. De ahí que es necesario evaluar el vigor de las semillas (Salinas *et al.*, 2001).

El grado de vigor estará dado por la constitución genética de lote de semillas, condiciones ambientales que hubo durante su periodo de desarrollo en la planta madre, características del almacenamiento y por las condiciones de estrés ambiental que ocurran en el campo, en el año en que las semillas son sembradas (Copeland y McDonald, 1992). La prueba de vigor es más sensible a la pérdida de calidad de las semillas que la prueba de germinación estándar, porque hace que se manifiesten las diferencias potenciales de los lotes. Sin embargo, sus resultados no necesariamente ofrecen un pronóstico de la emergencia; si no, más bien, dan la oportunidad al consumidor de determinar si un lote de semillas es superior a otro.

La viabilidad del vigor en las semillas está determinada por la constitución genética, condiciones ambientales durante el desarrollo fisiológico, condiciones de almacenaje. (Copeland y Mc Donald, 1992), nutrición de la planta, estado de madurez de la semilla al momento de la cosecha, tamaño, peso, daño físico, deterioro, envejecimiento y patógenos (Moreno, 1984). Una prueba de vigor, para ser considerada como sistema de evaluación eficiente de lotes de semillas, deben presentar las características siguientes (Benett, 2002).

- 1.- Presentar un índice de mayor sensibilidad que una prueba de germinación estándar, en relación con la calidad de las semillas.
- 2.- Proporcionar una calificación consistente del comportamiento de los lotes de semillas y su correlación con el comportamiento de campo.
- 3.- Ser objetiva, rápida, simple y económica.
- 4.- Ser reproducible e interpretable.

Las pruebas de vigor más utilizadas y con mayor futuro son las de envejecimiento acelerado y la de frío.

2.4 Calidad genética

La constitución genética de la semilla también influye en el vigor, ya que dentro de una misma especie existen variedades o tipos cuyas semillas tienen más vigor intrínseco que el de las semillas de otras variedades como consecuencia de poseer sistemas bioquímicos más potentes y eficaces. (Besnier, 1989).

La hibridación, es un método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en producción de maíz, se tienen resultados que reflejan un incremento marcado en

productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno de vigor híbrido o heterosis (CIMMYT, 1999).

En todo sistema de producción agrícola, debe considerarse el material genético que ofrezca la mejor respuesta productiva. Se ha indicado que una semilla de buena calidad por sí misma no garantiza un comportamiento satisfactorio en el campo, si no tiene a su vez el comportamiento genético adecuado para responder ante determinada condición. La situación inversa también se cumple cuando una variedad con determinado potencial genético no lograra expresar a plenitud si la semilla que contiene la información genética de esa variedad, no reúne ciertas condiciones mínimas de calidad. (Quiroz y Carrillo, 2004).

El valor genético de una semilla estará determinado por su productividad, adaptabilidad, resistencia y calidad. Por tanto el valor genético es el cumulo de información determinada por el genético es el cumulo de información determinada por el genotipo de una variedad que define la resistencia a tolerancia a plagas, adaptación a ambientes específicos, potencial de rendimiento, habito de crecimiento, ciclo vegetativo, calidad industrial, entre otros.

2.5 Calidad física.

Métodos basados en la clasificación de características convencionales como tamaño, peso, forma y color de semillas son usados en la práctica para mejorar la calidad de un lote (Jalinet *al.*, 1998).

El tamaño de la semilla es un componente que ha sido estudiado extensivamente en muchas especies. Generalmente las semillas más grandes tienen mejor desarrollo en el campo que las semillas pequeñas, sin embargo en muchos de estos estudios no se ha medido el vigor de las mismas (Tekrony y Egli, 1991).

Las semillas de mayor tamaño poseen un porcentaje de emergencia mayor que el de las pequeñas, ya que le es mucho más fácil emerger a través de la superficie del suelo (Desai, Kotecha y Salunkhe, 1997).

La pureza física es una característica que refleja la composición física de un lote de semillas. Este análisis permite determinar la cantidad de semilla pura, semillas de otras especies y materiales inertes, generalmente presentes en una muestra (Papalotla, 2002).

De acuerdo con Remy *et al.* (1983) para alcanzar un buen establecimiento en campo, es determinante que la semilla presente el más alto nivel de pureza y de germinación. El análisis de pureza refleja la composición física de un lote de semillas. Para ello se separa la muestra en los siguientes componentes: Semilla pura, semilla de otras plantas cultivadas, semilla de maleza y material inerte. La pureza física refleja no solo el grado de limpieza del cultivo si no también el grado de eficiencia del procedimiento. (Carambula, 1984; ISTA, 2005).

2.6 Calidad sanitaria.

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de patógenos de origen viral, bacterias o fungos e inclusive de nematodos, que afectan la

germinación, y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones en donde estaban ausentes (Quiroz y Carrillo, 2004).

La semilla es un medio de diseminación muy efectiva para determinados patógenos y su transmisión a la plántula puede provocar problemas agronómicos serios, de ahí que, la utilización de semilla de buena calidad sanitaria proveniente de materiales resistentes o tolerantes, constituye el método más económico y suficiente para su combate. La utilización de terrenos nuevos o libres de plagas y enfermedades, la zonificación, épocas de siembra adecuadas, la eliminación de plantas enfermas, el control fitosanitario y el mismo tratamiento de la semilla, constituye prácticas recomendables para la producción de semilla sana.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Ubicación del Experimento

El estudio de investigación se desarrolló en el laboratorio de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en Torreón, Coahuila, México.

3.2.- Localización geográfica del sitio experimental.

El municipio de Torreón Coahuila se encuentra localizado geográficamente entre 24°30' y 27° de latitud norte y entre 102° y 104° 40' de longitud oeste, el clima se clasifica como muy seco, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones (200-300 mm anuales), el régimen termal es semicálido con invierno benigno (18-20°C), la altitud media es de 1240m según Köeppen.

3.3.- Material Genético

El material genético empleado en la investigación fueron 22 híbridos comerciales de maíz, a los cuales se les determinó las características físicas (Tamaño de grano, peso de mil semillas (PMS), peso volumétrico (PV) y posteriormente se efectuaron las pruebas de calidad fisiológica las cuales comprendieron: germinación estándar (GE), longitud de plúmula (LP), Índice de brote (IB) y peso seco de plántula (PS).

Cuadro 3.1. Híbridos comerciales de maíz.

Tratamiento	Hibrido	Compañía	Ciclo vegetativo
1	HT-94-99W	GENEX	Intermedio
2	G8222	GARST CORN	Precoz
3	DAS 2301	DOW AGRO SCIENCES	Precoz
4	MAX1515	AVANTE	Intermedio
5	ABT 323	GARST	Precoz
6	MAX913	STA TERESA	Intermedio
7	N83-N5	SYNGENTA	Intermedio-Precoz
8	RIO GRANDE	AVANTE	Intermedio
9	AVX751	TECH AG	Intermedio
10	G-750	GENEX	Intermedio
11	1863 (AKW)	SYNGENTA	Precoz
12	2A120	DOW AGRO SCIENCES	Precoz
13	NC 7206	SYNGENTA (AVANTE)	Intermedio
14	PERSEO	NOVASEM	Intermedio
15	DAS 2348	DOW AGRO SCIENCES	Precoz
16	8233 W	GARST CORN	Intermedio
17	GENEX 753	NOVASEM	Intermedio
18	ST 263 B	NOVASEM	Intermedio
19	EROS	UNISEM	Intermedio
20	HERCULES	UNISEM	Intermedio
21	G8285	GARST	Precoz
22	MAXCANARIO	GENEX	Intermedio

3.4 CARACTERIZACION FISICA:

3.4.1 Tamaño de grano:

Las características estructurales de largo, ancho y espesor, se realizó con 10 semillas tomadas al azar por híbrido. Se utilizó un vernier digital marca Truper graduado en milímetros.

3.4.2 Peso de mil semillas

Se tomaron al azar ocho repeticiones de 100 semillas por híbrido. El conteo se realizó en forma manual. Cada una de las ocho repeticiones se pesó en gramos con el mismo número de cifras decimales en una balanza digital marca TranscellTechnology Inc., modelo ESW.

Posteriormente se calculó la varianza (S^2):

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

La desviación típica (S).

$$S = \sqrt{S^2}$$

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{S}{X}$$

donde: \bar{X} = Peso en gramos de cada repetición, n= número de repeticiones y \bar{X} = media del peso de 100 mil semillas. Cuando el coeficiente de variación (CV) no excedía de 4.0 el resultado de prueba fue aceptado.

3.4.3 Peso volumétrico.

El peso volumétrico se determinó vaciando la semilla de cada uno de los materiales en un recipiente de volumen conocido a una altura de 5 cm sobre la parte central del recipiente hasta que sobrepasara el borde para que permitiera el llenado uniforme. El exceso se eliminó con el paso de una regla hasta que la semilla quedara al ras del recipiente. Una vez realizada la operación del llenado se procedió a tomar el peso y se reportó en kilogramos por hectolitro con la siguiente fórmula:

$$\text{Peso volumetrico} : \frac{\text{Peso de muestra}}{\text{vol. del recipiente}} \times 100$$

3.5 Variable de calidad fisiológica de semilla.

Se realizaron las pruebas de germinación estándar (GE), índice de brote (IB), longitud media de plúmula (LMP) y Peso seco (PS).

3.5.1 Germinación estándar.

Para las pruebas se tomó como referencia las normas de la ISTA (1999); se usó el método “entre papel” enrollado, con cuatro repeticiones de 25 semillas

tomadas al azar. Se realizó la evaluación a los 5 días tomando el número de plántulas normales y se reportó en porcentaje de germinación.

3.5.2 Índice de brote.

Se estimó mediante los conteos diarios de las semillas que presentaban brote hasta completar (5 días). El índice de brote se determinó con la siguiente fórmula (Maguire, 1962).

$$IVB = \sum \frac{No.P}{D_1} + \frac{No.p}{D_2} + \dots + \frac{No.p}{D_n}$$

donde: *IVB*: Índice de velocidad de brote, *No.P*: Número de plántulas emergidas y *D*: Días después de la siembra.

3.5.3 Longitud media de las plúmulas.

La siembra se realizó en hojas de papel anchor con una dimensión de 30x25 cm, el cual fue marcado con una línea en su eje de 30 cm, posteriormente se marcan seis líneas paralelas a la línea central ya marcada con una distancia de 2 cm línea a línea. Sobre la línea central se marcan 25 puntos con 1 cm de distancia y se pega una semilla por cada punto. Para pegar la semilla se usó cinta masking tape. Se cubrió la semilla con una hoja de papel anchor, se saturó con agua y se enrolló en sentido perpendicular a las líneas horizontales previamente trazadas, se sujetaron los extremos con ligas de hule y después se colocaron en bolsas de polietileno. Se llevaron a una incubadora marca ThermoScientific modelo 818 a una temperatura de

25 °C ± 1 °C, con luz, para evitar que las semillas se secan, se rociaron con agua cada dos días. La prueba duro 5 días y al final se contaron las plúmulas de las plántulas normales que se encontraban entre cada par de líneas paralelas. Las plántulas anormales se eliminaron. Para obtener el vigor, el número de plúmula que quedo entre las dos líneas paralelas se multiplico por el valor dado a las mismas (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13) y el producto se sumo.

La longitud media de la plúmula (LP), se obtuvo con la fórmula descrita por Moreno (1996):

$$L = \frac{nx_1 + nx_3 + \dots + nx_{13}}{NPN}$$

donde: L = longitud media de las plúmulas; n = número de plúmulas entre cada par de paralelas; \bar{x} = distancia media desde la línea central; NPN ; número de plántulas normales. El tratamiento que presento un valor de nueve o mayor fue el de mejor vigor.

3.5.4 Peso seco de plántula

El peso seco se determinó con las plántulas normales de los ensayos de germinación estándar, se colocaron las plántulas en bolsas de papel estraza previamente perforadas, se eliminó el mesocotilo y los restos de testa y fueron llevados a una estufa de aire forzado marca Felisa a una temperatura de 75 °C ± 1

°C, por un espacio de 24 horas. Finalmente se pesaron en una balanza marca TranscellTechnology inc. Modelo ESW. El peso seco se expresó en gramos.

3.6 Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, usando el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

donde: μ = media general; T_i y β_j = los efectos de tratamiento y repeticiones; E_{ij} = error experimental para cada observación (ij).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Calidad Fisiológica de semillas

En el Cuadro 4.1 se presentan el análisis de varianza de las pruebas de Calidad Fisiológica realizadas a cada uno de los híbridos de maíz. Se observan diferencias estadísticas para todos los tratamientos.

Los coeficientes de variación fueron altos en Longitud de plúmula con 18.31%, Índice de brote con 17.82% y Peso seco con 17.50%.

Cuadro 4.1. Análisis de Varianza de Calidad Fisiológica de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009.

FV	gl	GN (%)	LP (cm)	IB (%)	PS (g)
Trat.	21	1027.22**	20.27**	18.63**	0.45**
Rep.	3	68.54**	2.03ns	0.82ns	0.04ns
Error	63	37.05	4.17	2.20	0.022
Total	87	87	87	87	87
Cv (%)		6.91	18.31	17.82	17.50

*, **, : Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidades FV: Fuentes de variación; Trat: Tratamiento, Rep.: Repetición, C.V.: Coeficiente de variación, GN: Germinación normal, LP: Longitud de plúmula, IB: Índice de brote y PS: Peso seco.

4.2 Prueba de Medias Para Calidad Fisiológica de semillas

Los promedios y los grupos de significancia estadística para las pruebas de Calidad fisiológica se presenta en el Cuadro 4.2, donde se puede observar, que el híbrido HT94-99w tuvo mayor índice de brote (IB) con 11.20, seguido por MAX 913 con 11.12 y ABT 323 con 10.60, 2A120, G8222 y HERCULES se ubicaron como los híbridos con más bajo porcentaje para esta variable con 5.42 (%), 4.07 (%) y 2.77 (%).

Los híbridos N83-N5, 1863 AKW y G8285 fueron estadísticamente similares, pero numéricamente fueron superiores en la prueba de germinación con porcentajes de 99% y 97% y los menores porcentajes obtenidos para esta variable fueron los híbridos 8233 con 83% y G8222 con 45% y HERCULES con 36% de germinación normal (GN).

En 17 híbridos que fueron sometidos a esta prueba se observan buenos porcentajes de germinación que oscilaron de 99% a 87%, de acuerdo con la ISTA (1985).

Para la variable de Longitud de Plúmula (LP) la lectura más sobresaliente fue de 14.36 cm a 11.15 cm (Peretti 1994), donde las plántulas con alto vigor fueron el híbrido NC7200, MAX913 y 1863AKW (14.36 cm, 13.23cm y 12.63 cm respectivamente).

En DAS2348, 8233 W y G8222 se aprecian los valores más bajos en longitud en plúmula (LP), con valores de 10.60 cm, 9.19 cm y 6.41 cm respectivamente, sin embargo estos valores se consideran de mediano vigor (Peretti, 1994).

En el caso de 1863 AKW, N83-N5 y PERSEO tuvieron una buena acumulación de Peso Seco con 1.42 g 1.35 g y 1.35 g con respecto a los demás híbridos.

Se observa que estos materiales se ubicaron en los grupos de mayor índice de brote (IB), longitud de plúmula (LP) y buen porcentaje de germinación (GE), indicando que existe una fuerte correlación entre las variables. Sin embargo existe una inconsistencia ya que el híbrido NC7206 tuvo buen comportamiento en la calidad fisiológica, pero no presento buena acumulación de peso seco, debido tal vez a que no se peso en el tiempo y forma.

El menor peso seco (PS) fueron el registrados por el híbrido NC7200 con 0.42 g, G822 y Hércules con 0.27 y 0.25 g respectivamente.

Cuadro 4.2. Promedio de calidad fisiológica de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009.

Híbrido	IB (%)	Híbrido	GN (%)	Híbrido	LP (cm)	Híbrido	PS (g)
HT94-99W	11.20a	N83-N5	99.00 a	NC7206	14.36a	1863 AKW	1.42a
MAX 913	11.12ab	1863 AKW	99.00 a	MAX 913	13.23ab	N83-N5	1.35a
ABT 323	10.60abc	G8285	97.0 0ab	1863 AKW	12.67ab	PERSEO	1.32a
N83-N5	10.32abcd	HT95-99W	96.00 ab	G8285	12.61ab	G8285	1.32a
MAXCANARIO	9.92abcde	2A120	96.00 ab	2A120	12.46ab	HT94-99W	1.22ab
RIO GRANDE	9.57abcdef	NC7206	96.00ab	C750	12.17ab	EROS	1.05bc
NC 7206	9.55abcdefg	MAX 913	95.00ab	ST 263B	12.09ab	AVX751	1.02bcd
GENEX 752	9.25abcdefg	MAX 1515	95.00abc	MAXCANARIO	12.08ab	ABT 323	0.92cde
MAX 1515	9.07bcdefgh	EROS	94.00abc	AVX 753	11.96abc	MAX 913	0.90cde
EROS	9.05bcdefg	ABT323	93.00abc	DAS 2301	11.82abc	MAXCANARIO	0.85cdef
1863 AKW	8.97cdefgh	RIO GRANDE	93.00abc	GENEX 753	11.74abc	C750	0.85cdef
ST 263B	8.87cdefgh	PERSEO	93.00abc	RIO GRANDE	11.51abc	DAS 2348	0.82def
PERSEO	8.55defgh	GENEX 753	93.00abc	ABT 323	11.42bc	2A120	0.80fe
DAS 2301	8.45defgh	MAXCANARIO	92.00abc	EROS	11.30bc	DAS 2301	0.77efg
8233 W	7.97efghi	DAS 3201	92.00d	MAX 1515	11.21bc	RIO GRANDE	0.72efg
DAS 2348	7.77fghi	AVX 751	90.00bcd	N83-N5	11.15bc	8233 W	0.72efg
AVX 751	7.47ghij	G 750	90.00bcd	PERSEO	10.88bc	MAX 1515	0.67fgh
C750	7.02hij	ST 263 B	87.00cd	HT94-99W	10.71bc	ST 263 B	0.57ghi
G8285	6.30ij	DAS 2348	83.00d	DAS 2348	10.60bc	GENEX 753	0.50hi
2A120	5.42jk	8233 W	83.00d	8233 W	9.19cd	NC 7206	0.42ij
G8222	4.07kl	G 8222	45.00e	G8222	6.41de	G 8222	0.27j
HERCULES	2.77kl	HERCULES	36.00f	HERCULES	3.78e	HERCULES	0.25j

Media	8.33	88.04	11.15	0.85
DMS	2.09	8.60	2.88	0.21

DMS: Diferencia Mínima Significativa, Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, IB: Índice de brote, GN: Germinación normales, LP: Longitud de plúmula y PS: Peso seco.

Calidad Física

Análisis de varianza

El análisis estadístico del Peso volumétrico (PV), Peso de mil semillas (PMS) y Tamaño de grano (largo, ancho y espesor) se presenta en el Cuadro 4.4. En tratamientos se registraron diferencias estadísticas contrario a repeticiones donde las variables no fueron significativas. El espesor de grano presentó el coeficiente de variación más alto con 15.20%, en el resto de las variables evaluadas los coeficientes de variación oscilaron entre 1.78% a 8.43%.

Cuadro 4.3 Análisis de Varianza de la Calidad Física de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009

FV	gl	PV (kgHL)	gl	PMS (g)	gl	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
Trat.	21	47.87**	21	210.92*	21	12.79**	4.94**	6.17**
Rep.	2	3.60ns	7	0.96ns	9	0.86ns	0.37ns	0.35ns
Error	42	1.78	147	0.93	189	0.84	0.20	0.49
Total	65		175		219			
cv (%)		1.78		3.03		8.43	5.41	15.20

*, **, : Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidades Fv: Fuentes de variación; Trat: Tratamiento, Rep.: Repetición, C.V.: Coeficiente de variación, PV: Peso volumétrico y PMS: Peso de Mil Semilla.

4.4.2 Promedio de calidad física

Los tres híbridos con el mayor ancho de grano fue, para ST 263B con 9.52 mm, G750 con 9.27 mm y EROS con 9.10 mm, NC 7206, G8222 y MAX 913 tuvieron valores de 7.25, 7.20 y 6.95 mm, considerados como menores en comparación con los otros materiales.

Las normas de certificación de calidad de semillas establece que una semilla de maíz debe alcanzar un peso hectolitrico de 75 Kg hL⁻¹, los pesos registrados dentro de este estándar fueron en ocho híbridos, donde destacan N83-N5, G8285 y 8233 W con valores de 80.63, 80.46 y 79.79 Kg hL⁻¹. Los híbridos DAS 2348, ST 263B y HERCULES tuvieron bajos pesos volumétricos con valores que oscilaron 70.28 a 67.47 Kg hL⁻¹.

En cuanto al peso de mil semillas se observaron variaciones de 422.8 g hasta 205.5 g.

Los mayores promedios en esta variable fue PERSEO (422.8 g), ST 263 B (393.6) y EROS (377.1 g), mientras que los híbridos que registraron el menor promedio de peso de mil semillas (PMS) fue en 1863 AKW, NC 7206 y MAX 913.

Los híbridos en su mayoría obtuvieron un buen peso de mil semillas (PMS) a excepción de NC 7206 y Max 913, lo cual indica un buen estándar de calidad de

acuerdo con Peretti (1994) quien señala que semillas de maíz con peso absoluto de 250 a 400 g son consideradas como de buena calidad.

Cuadro 4.4. Promedio de calidad física de 22 híbridos comerciales de maíz evaluados en el 2009.

Hibrido	Largo (mm)	Hibrido	Ancho (mm)	Hibrido	Espesor (mm)	Hibrido	PV (kg/ha)	Hibrido	PMS (g)
ST 263B	13.23a	HT94-99W	9.52a	PERSEO	6.47a	N83-N5	80.69a	PERSEO	422.8a
G750	12.58ab	G750	9.27ab	2A120	6.02ab	G8285	80.46a	ST 263 B	393.6b
EROS	12.05bc	MAX CANARIO	9.10bc	ABT 323	5.82b	8233W	79.79ab	EROS	377.1c
HERCULES	11.98bcd	EROS	9.07bc	G8285	5.65b	G8222	79.63ab	C 750	373.5c
HT94-99W	11.58cde	ST 263B	8.96bc	G8222	5.51bc	NC7206	77.68bc	HT94-99W	360.6d
AVX 751	11.55cdef	GENEX 753	8.91bc	DAS 2348	4.90cd	2A120	76.98cd	G8285	343.2e
MAX CANARIO	11.45cdef	PERSEO	8.87cd	HT94-99W	4.77de	1863 AKW	76.98cd	MAX 1515	337.6e
8233 W	11.43cdef	HERCULES	8.85cd	N83-N5	4.56def	DAS 2301	76.42cd	N83-N5	333.7e
RIO GRANDE	11.23defg	MAX 1515	8.84cde	GENEX 753	4.45defg	MAX 1515	74.95de	2A120	322.8f
MAX 1515	11.20defg	DAS 2301	8.50fg	1863 AKW	4.43defg	ABT 323	73.94ef	AVX 751	321.7f
G8222	11.04efgh	ABT 323	8.45ef	RIO GRANDE	4.29defgh	EROS	73.63efgh	HERCULES	321.0fg
ABT 323	10.98efgh	DAS 2301	8.35fg	AVX 751	4.22efgh	PERSEO	72.61fgh	MAX CANARIO	319.6fg
1863 AKW	10.74fghi	N85-N5	8.35fg	MAX 913	4.19efgh	HT94-99 W	72.47fghi	GENEX 753	311.6gh
GENEX 753	10.44ghij	AVX 751	8.35fg	MAX CANARIO	4.11efgh	AVX 751	71.93fghij	8233 W	308.8h
N83-N5	10.36hij	2A120	8.32fg	8233 W	4.11fgh	GENEX 753	71.67ghij	DAS 2301	30.83h
DAS 2348	10.14ij	RIO GRANDE	8.12fgh	EROS	4.11fgh	MAX 913	71.26hij	ABT 323	30.72h

PERSEO	10.08ij	8233 W	8.03gh	NC 7206	4.06fgh	C750	70.98hij	G8222	30.36h
MAX 913	9.93ij	G8285	7.80hi	MAX 1515	3.96fgh	MAX CANARIO	70.92hij	DAS 2348	28.46i
NC 7206	9.93ij	1863 AKW	7.52ij	ST 263 B	3.85gh	RIO GRANDE	70.39ij	RIO GRANDE	26.66j
G8285	9.72j	NC7206	7.25jk	HERCULES	3.76h	DAS 2348	70.28j	1863 AKW	25.97j
DAS 2301	8.83k	G8222	7.20jk	DAS 2301	3.72h	ST 263 B	68.02k	NC 7206	22.52k
2A120	8.59k	MAX 913	6.95k	G750	3.72h	HERCULES	67.47k	MAX 913	20.55l
Media	10.86		8.39		4.62		74.05		31.85
DMS	0.80		0.40		0.62		2.17		0.95

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, PV: Peso volumétrico, PMS: Peso de mil semillas y DMS: Diferencia Mínima Significativa.

V. CONCLUSIÓN

En los análisis de varianza de las pruebas de Calidad Fisiológica y Física de los materiales evaluados, se encontraron diferencias estadísticas en todos los tratamientos.

En calidad fisiológica de las semillas se encontró que híbrido HT94-99w obtuvo mayor índice de brote (IB) con 11.20, seguido por MAX 913 con 11.12 y ABT 323 con 10.60, 2a120 con 5.42 %.

Los híbridos N83-N5, 1863 AKW y G8285 fueron estadísticamente similares, pero numéricamente fueron superiores en la prueba de germinación con porcentajes de 99% y 97%.

En la prueba de longitud de plúmula (LP) las plántulas con alto vigor fueron el híbrido NC7200, MAX913 y 1863AKW.

Los híbridos 1863 AKW, N83-N5 y PERSEO tuvieron una buena acumulación de peso Seco con 1.42 g 1.35 g y 1.35 g con respecto a los demás híbridos.

En lo que respecta a la calidad física del grano se encontró que Los tres híbridos con el mayor promedio para largo de grano fue ST 263B, G750 y EROS.

En peso volumétrico los valores registrados en ocho híbridos cumplen las normas de certificación de calidad de semillas, donde destacan N83-N5, G8285 y 8233 W.

En cuanto al peso de mil semillas los mayores promedios en esta variable fueron para PERSEO, ST 263 B y EROS

VI. RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el laboratorio de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna en el año de 2009.

El objetivo fue determinar la calidad fisiológica de 22 híbridos comerciales de maíz.

En este cuadro se midieron las variables de calidad fisiológica con las pruebas de germinación estándar (GE) tomando como referencia las reglas del ISTA (1999), también se evaluó el índice de brote (IB), longitud de plúmula (LP) y el peso seco (PS).

En las caracterizaciones físicas se midió el tamaño de grano en base a largo, ancho y espesor. Posteriormente se determinaron a cada uno de los híbridos el peso volumétrico (PV) y peso de mil semillas (PMS).

Para el análisis de datos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los híbridos N83-N5, 1863 AKW y G8285 fueron estadísticamente similares, pero numéricamente fueron superiores en la prueba de germinación con porcentajes de 99% y 97%.

En la prueba de longitud de plúmula (LP) las plántulas con alto vigor fueron el híbrido NC7200, MAX913 y 1863AKW.

En peso volumétrico los valores registrados en ocho híbridos cumplen las normas de certificación de calidad de semillas, donde destacan N83-N5, G8285 y 8233 W.

Palabras claves: Calidad, Fisiológicas, Germinación, Híbridos, Plúmula.

VII. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIATION OF OFICIAL SEED ANALYSTS. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution N° 32.89p.

Basra, A. 1995. Seed Quality: basic mechanisms and agricultural implications. New York, Binghamton 389 p.

Bennett, M.A. 2002. Saturated salt accelerated aging (SSAA) and other vigor test for vegetable seeds. *In*: Mc Donald, M.B. and Contreras, S. (eds). Seeds: Trade, production and technology. Proceeding international seed seminar. Pontificia. Universidad católica de Chile. Santiago. pp. 188-198.

Benítez, R. 1975. Pruebas de pureza y viabilidad de un grupo de especies forrajeras. Universidad Agropecuaria de Queensland, Australia, pp. 93-105.

Bernal, E.J. 1996. Producción, manejo y calidad de semillas. *In*: Pasturas tropicales. Memoria del curso. Correa, P. S; (ed). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Medellín. Colombia, 196 p.

Bewley, D. J., Black and P. Halmer. 2006. The encyclopedia of seed. Science Technology and uses. CAB International. London, UK. 828 p.

Bogdan, V.A. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje, primera edición en español. AGT editor, México, DF. 411 p.

Besnier, R. F. 1989. Semillas: Biología y Tecnología. Mundi- Prensa. Madrid, España. 637 p.

Carambula, M. 1984. Producción de semillas de plantas forrajeras. Editorial Agropecuaria Hemisferio sur. Montevideo, Uruguay. 513 p.

- Chan, N., M. E., Moreno, U.M. 1992. Influencia del tamaño de la semilla sobre la calidad fisiológica de la semilla de sorgo. *In: Avances de investigación 1991*, Colegio de postgraduados. 6 p
- Copeland, L, O., y Mc Donald, M,B. 1992. Principles of seed science and Technology. Second edition, Burgerss Publishing Company. Minneapolis, Minnesota, USA. 50 p.
- Corral, D.B. 1985. Selección en sorgo para vigor de plántulas y tolerancia al frio en la etapa de germinación. Tesis maestría en ciencias. Colegio de postgraduados, Chapingo, México
- CIAT. 1980. Semilla de frijol de buena calidad. Segunda edición. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia. 37 p.
- CIMMYT.1999. Maize Inbreed Lines Released by CIMMYT. A compilation of 424 CIMMYT LINES MAIZE (CMLs).CML1-CML424.First draft.
- Delouche, J. C. & Caldwell, P. W. (1962).Seed vigor and vigor tests. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, 50(1): pp. 136-140.
- Delouch, J.C., y Caldvwell, W. P. 1962 Seed vigor and vigor test. In proceding seedmen's Short course . Missisipi seed technology laboratory, state college Missisipi.USA.
- Delouche, J. C. 2009. Germinación, Deterioro y Vigor de Semillas. Revista seed news (Germinación, Deterioro y Vigor de Semillas) Mississippi State University/EUA.
- Elevitch. R. C. 2004. The overstory book.Cultivating.Connections with trees. Second edition.Permanent Agriculture Resourse.Holualoa, Hawaii, USA 526 p.
- Evans, J. And W. J. Turnbull, 2004. Plantation Forestry in the tropics. Third edition Oxford University Press, New York, Unite State, 467 p.

- Ferguson, J.B. 1995. An introduction to seed vigor testing. In: Seed vigor testing seminar, 1995, Copenhagen. (Proceeding.) Zurich: International Seed Testing Association, pp. 1-9.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1999. International rules for seed testing. Seed Sci. Tech. 27 (suppl): 333 p.
- International seed testing.Association (ISTA). 2005. International rules for seed testing Bassersdorf, CH-Smitzerland.
- Jimenez, M.A. 1990. Semillas forrajeras para siembra. Universidad Autónoma de Chapingo. pp. 34-35.
- JALINK, H; VAN DER SCHOOR, R; FRANDAS, A; VAN PIJLEN, J., R.J. 1998. Chlorophyll fluorescence of *Brassica oleraceaseeds* as a non-destructive marked for seed maturity and seed performance. Seed Science and research 8: 433-437.
- Moreno, E.M., 1984. Análisis físicos y biológicos de semillas agrícolas. Instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 380 p.
- Maguire J., 1962. Speed of Germination: Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. CropSci. 2: 176-177. USA.
- Cosechas, D. 2007. Producción y comercialización de semillas forrajeras en Venezuela y América Latina. Mundo pecuario 3 (1) 27-33.
- Peñaloza, P. 2001. Semillas de hortalizas: manual de producción. valparaíso. Ediciones Universitarias de Valparaíso, 161 p.
- Papalotla, 2002. Manual de actualización técnica, Asesoría Papalotla semillas papalotlas, S.A. de C.V.
- Papalotla, 2002. Selección de variedades. Asesoría Papalotla. Semillas Papalotla. S.A. de C.V.

- Peretti, A. 1994. Manual para análisis de semillas. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 273 p.
- Perry, D. A. 1980. The concept of seed vigor and its relevance to seed production techniques. *In*: Hubble thwaite. P.D. (ed). Seed production, Butterworth's., London. pp. 585-591.
- PERRY, D. 1972. Seed vigour and field estableshement. Horticultural abstracts 43: 334-342.
- Poulsen, M. K. 2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Proyecto de semillas forestales Turrialba. Costa Rica, 54 p.
- Quiroz, W. O. y Carrillo, A. O. 2004. La importancia del insumo semillas de buena calidad Oficial Nacional de semillas, Costa Rica. 7 p.
- Salinas, R. A., Yoldjian, A. M., Craviotto, R. M., y Bisaro, V, 2001. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. *Pesquisa Agropecuaria* 36 (2): 371-379.
- Sánchez, H. 2004. Manual tecnológico de maíz amarillo duro y de buenas practicas agrícolas para el valle de Huaura, Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (II CA). Lima Perú.139 p.
- SAS .2002. SAS Language and Procedure: Usage, Version 9, First Edition. SAS Institute, Cary, NC.
- Scott, G. E. 1967. Selecting for stability of yield in maize. *Crop. Sci.* (7): 549-551.
- Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005. Diccionario Forestal. Mundo Prensa Libros S.A. Madrid España, 1317 p.
- <http://www//wikipedia.org/wiki/Semilla>. Actualizado el 30 de mayo del 2012