

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE CINCO
VARIETADES TRANSGÉNICAS DE ALGODÓN
(*Gossypium hirsutum*).**

TESIS

POR:

ADAN ALEJANDRO DELGADO RAMOS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO

TORREON, COAHUILA, MEXICO

DICIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

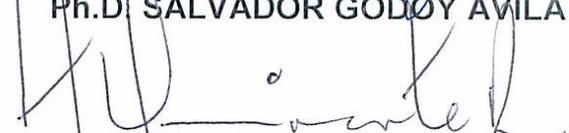
CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE CINCO VARIEDADES
TRANSGÉNICAS DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum*).

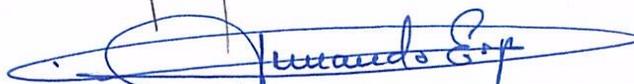
TESIS DEL C. ADAN ALEJANDRO DELGADO RAMOS, ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA:

ASESOR PRINCIPAL: 
Ph.D. SALVADOR GODOY ÁVILA

ASESOR: 
ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMIREZ

ASESOR: 
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR: 
DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA


COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE CINCO VARIEDADES
TRANSGÉNICAS DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum*).

TESIS DEL C. ADAN ALEJANDRO DELGADO RAMOS, QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

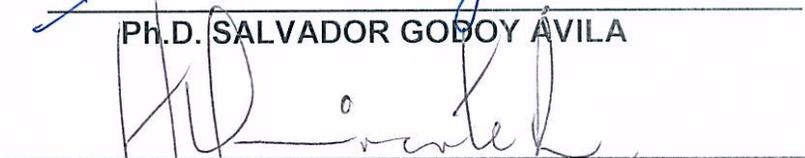
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



Ph.D. SALVADOR GOBOY AVILA

VOCAL:



ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMIREZ

VOCAL:

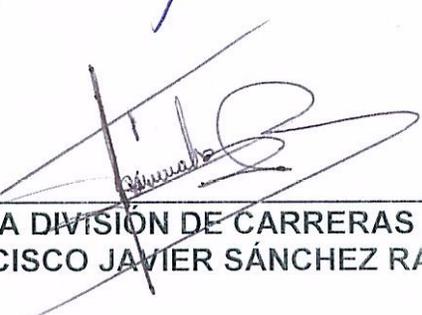


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

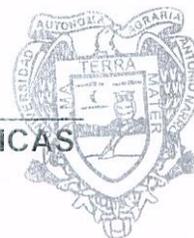
VOCAL SUPLENTE:



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

DICIEMBRE 2012

AGRADECIMIENTOS

A MI “ALMA MATER”

Mis sinceros agradecimientos al comité de asesores por su apoyo en el trabajo de investigación: Dr. Salvador Godoy Ávila, Dra. OraliaAntunaGrijalva , Ing. Heriberto Quirarte Ramírez, Dr. Armando Espinoza Banda.

DEDICATORIA:

A MIS QUERIDOS PADRES:

Enrique Delgado Ramos

Máyela Ramos Tamayo

Por darme la vida, sus consejos hacia la superación y el apoyo incondicional que siempre me han brindado. Gracias.

A MI HERMANO:

Enrique Delgado Ramos.

Por su comprensión, apoyo y su confianza.

RESUMEN

Actualmente en la Comarca Lagunera se están cultivando variedades de algodón genéticamente modificado y por lo tanto se hace necesario e importante conocer si las semillas de las mismas presentan ventajas fisiológicas sobre otras.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad física y fisiológica de variedades de algodón transgénico (FM9160 B2F, FM1740 B2F, FM9170 B2F, FM1880 B2F y 9180 B2F), en semilla comercial que se obtuvo de un lote ubicado en la Pequeña Propiedad San Patricio en el municipio de San Pedro Coahuila.

Las semillas se sometieron a pruebas de germinación estándar, envejecimiento acelerado, prueba fría, peso de 1000 semillas y peso hectolítrico, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la International Seed Testing Association (ISTA) y la Association of Official Seed Analysts (AOSA).

Los resultados indicaron diferencias significativas entre variedades, para las variables evaluadas en las diferentes pruebas

La variedad transgénica FM9160 B2F mostró un buen comportamiento en calidad fisiológica y física de la semilla, superior al resto de las variedades; esto puede ser debido a que reflejó mayor peso de 1000 semillas, mayor porcentaje de germinación y un buen nivel de vigor.

Es importante destacar que para futuros ensayos se tome en cuenta añadir una variedad convencional como testigo y también incluir variedades de otra compañía para así poder hacer una comparación mas completa.

Palabras Claves: *Gossypiumhirsutum*, calidad fisiológica, calidad física, vigor, algodón.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	III
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Clasificación Botánica.....	4
Calidad Fisiológica de laSemilla.....	5
Germinación Estándar.....	6
Prueba de Envejecimiento Artificial (Acelerado).....	7
Vigor.....	8
Evaluación del Vigor.....	9
Factores que Afectan el Vigor.....	11
Prueba Fría.....	12
Peso de 1000Semillas.....	13
Peso Hectolítrico.....	14.
Variedades Transgénicas de Algodón.....	14
MATERIALES Y METODOS	17
Ubicación Geográfica Del Campo Experimental.....	17
Material Genético.....	18
Material Experimental.....	18
Características Agronómicas De Las Variedades.....	20
Ensayo De Germinación Estándar.....	21
Ensayo De Envejecimiento Acelerado.....	23
Ensayo De Prueba Fría.....	24
Peso De 1000 Semillas.....	25

Peso Hectolitrico.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
GerminaciónEstándar.....	29
Envejecimiento acelerado.....	30
Prueba Fría.....	32
Peso de 1000 Semillas.....	33
Peso Hectolitrico.....	34
CONCLUSIÓN.....	35
LITERATURA CITADA.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág
Cuadro 2.1	Nivel de Vigor en Prueba Fría.	13
Cuadro3.1	Variedades y Compañía Productora.	18
Cuadro4.1	Parámetros de Calidad Fisiológica en Cinco Variedades de Algodón.	33
Cuadro4.2	Valores Promedios de Calidad Física de Cinco Variedades Transgénicas de Algodón.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
Figura3.1	Material genético.	18
Figura3.2	Desborre químico de semilla de algodón.	20
Figura3.3	Secado de semilla y tratamiento con Captan.	21
Figura3.4	Germinación Estándar.	23
Figura3.5	Prueba de Envejecimiento Acelerado.	24
Figura3.6	Prueba Fría.	25
Figura3.7	Peso de 1000 Semillas.	25
Figura3.8	Peso Hectolitrico.	27

INTRODUCCION

El algodón es uno de los productos que ha tenido una gran demanda histórica dentro del mercado mundial dada por la fibra que se obtiene de sus frutos y que ofrece una excelente opción para la elaboración de hilados, con la adecuada maniobrabilidad, textura, confort y calidad que se requiere para la fabricación de productos textiles de alta calidad, en todo el mundo.

La evaluación de la calidad de la semilla tiene un impacto significativo en mejorar el desempeño de la misma en campo, lo cual culmina en consideraciones económicas importantes tanto para el agricultor como para el productor de semillas.

En la industria, otro de los aprovechamientos de la planta de algodón, es la extracción de aceite de la semilla. Dentro de cada carpelo de algodón se puede localizar de seis a nueve semillas, cuyo peso es alrededor de las dos terceras partes del peso total del capullo. Los productos obtenidos en promedio durante el proceso de extracción de aceite de la semilla son: aceite 16.5%, pasta óharinolina45.5%, cascarilla 25%, borra 8% y materia desechable 5% (Usach, 2000).

La USDA (2011-2012) estima que para el año 2012 en México la producción de algodón será de 500,000 pacas, y señala que nuestro país

exportará alrededor de 100,000 pacas (Disponible en línea <http://www.infoaserca.gob.mx>) (Revisado en 23 de junio de 2012).

Por otro lado la SAGARPA reporta que la producción de algodón en el año 2011 en la Comarca Lagunera fue de 86,616 toneladas (Resumen Anual Milenio, 2011).

En nuestro país y en la Comarca Lagunera en los últimos años, la producción de algodón ha ido declinando debido a los altos costos de producción, variedades de ciclo largo, excesivo consumo de agua, elevados gastos en insecticidas y la presencia de plagas y enfermedades; por lo cual, se ha optado hace ya varios años, por el uso de materiales transgénicos y por variedades precoces (Osorio, 2012).

Es conveniente al adoptar materiales transgénicos identificar las diferencias de calidad fisiológica con respecto a las variedades convencionales, por que estas reducen el número de aplicaciones de insecticida, reduciendo el costo de producción así como facilitando el control de malezas y así mismo el manejo del cultivo.

Por lo anterior el objetivo de este trabajo de investigación fue: evaluar la calidad fisiológica y física en cinco variedades de algodón transgénico.

Objetivo

Evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla de diferentes variedades transgénicas de algodón tipo Fibermax.

Hipótesis

Ho:La calidad física y fisiológica de las semillas transgénicas de algodón es similar.

Ha:Al menos una de las variedades transgénicas de algodón presenta semillas de mejor calidad física y fisiológica.

REVISION DE LITERATURA

Clasificación Botánica

Botánicamente hay tres grupos principales de algodón que son de importancia comercial. El primero (*Gossypiumhirsutum*) es nativo de México y América Central y ha sido desarrollado para su uso extensivo en los Estados Unidos, representando más del 95% de la producción norteamericana. Este grupo es conocido en los Estados Unidos como algodón Upland Americano.

Un segundo grupo botánico (*G. barbadense*) que cierra el balance de la producción norteamericana, es de origen primitivo en América del Sur. En los Estados Unidos es conocido como Pima Americano, pero también es comúnmente referido como algodón de Fibra Extra Larga.

El tercer grupo (*G. herbaceum* y *G. arboreum*) que son nativos de la India y Asia del Este. Ninguno de este grupo es cultivado en los Estados Unidos (Disponible en línea) (<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/algodon.pdf>) (Revisado el 28 de junio de 2012)

Calidad fisiológica de la semilla

Los factores a que se atribuye la calidad de la semilla son: genético, físico, fisiológico y sanitario. Dentro del componente genético, cuyo factor medible es la pureza varietal, la que garantiza la autenticidad del material obtenido, así como la ausencia de mezcla física, con la semilla de otra variedad o cruzamiento genético. Para el atributo sanitario, la condición es dada por la ausencia de microflora patógena (tanto interna como externa), así como los insectos parásitos. En las características físicas, se incluyen peso y tamaño de la semilla. Para el fisiológico, está determinado por la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla y de las estructuras esenciales como la radícula, mesocotiloycoleoptilo, que son indicadores de la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables conocida como capacidad de germinación; o aún bajo condiciones desfavorables, que a su vez se conoce como vigor. La calidad fisiológica de la semilla es uno de los factores más importantes en la producción y uso de las mismas (Ruiz, 2000).

La germinación se refiere al porcentaje de semillas que producen plántulas normales capaces de desarrollarse bajo condiciones favorables de campo, y el vigor al potencial de emergencia bajo un amplio margen de ambientes (McDonald, 1975).

Las prácticas involucradas en el manejo del cultivo, los riegos y la dosis de nitrógeno son los factores que más pueden influir en la calidad de la semilla (Palomo y Godoy, 1992).

Germinación Estándar

El objetivo del ensayo de germinación estándar es obtener información con respecto a la capacidad de las semillas para producir plántulas normales y hacer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie,(ISTA, 2004).

La prueba de germinación intenta evaluar que tan variable es la semilla que se está ensayando. A la germinación generalmente se le asocia con una serie de factores que de una u otra manera influyen en los resultados, una de las más restrictivas es el vigor de la semilla (AOSA,1983).

La capacidad de germinación es el criterio comúnmente usado para determinar la viabilidad ó calidad de la semilla y que es universalmente aceptado que la germinación y la viabilidad de la semilla se consideran términos sinónimos para los semilleros (Copeland y McDonald, 1985)

Envejecimiento Artificial (Acelerado)

La prueba de envejecimiento artificial fue adaptada inicialmente para predecir el potencial de almacenamiento de algunas de las semillas de soya sembradas en el campo, es decir, se definió como una prueba de vigor, la cual permite predecir la capacidad de almacenamiento de las semillas en diversos cultivos y la emergencia en campo (Delouche y Baskin, 1976).

McDonald (1980), señala las ventajas de la prueba de envejecimiento acelerado: a) es simple y económico; fácil de ser conducida; no requiere equipo adicional excepto la cámara de envejecimiento y la evaluación de los resultados es semejante al procedimiento para la prueba de germinación; b) es rápida, con tiempo de duración aproximadamente similar a la prueba de germinación; y c) es aplicable universalmente para la mayoría de las especies vegetales, las cuales sufren estrés durante su envejecimiento natural.

Según Tekrony (1995), la germinación de la semilla después del envejecimiento será similar a la germinación antes del envejecimiento acelerado, cuando las semillas son de alto vigor; por otra parte, la germinación será menor en semillas con medio ó bajo vigor. De esta manera, los resultados pueden ser utilizados para clasificar los lotes de semillas según su vigor y para la toma de decisiones en cuanto a la capacidad de almacenamiento o potencial de siembra de cada lote de semillas.

Vigor

El concepto de vigor se ha estado estudiando aproximadamente durante un siglo (Nobbe, 1896). Desde entonces se le ha tratado de definir, pero han surgido varias interpretaciones, una de ellas, es la definida por la Association of Official Seed Analysts AOSA (1983) un tanto restringida en su uso. Esta indica que el vigor de las semillas es la suma de aquellas propiedades que determinan que las plántulas emerjan de manera uniforme y rápida, con un buen desarrollo en un amplio rango de condiciones de campo.

Sin embargo, la definición más ampliamente reconocida a nivel internacional es la propuesta por la International Seed Testing Association (ISTA 1985) y la define como “La suma de aquellas propiedades que determinan el nivel potencial de actividad y comportamiento de una semilla ó lote de semilla durante la germinación y emergencia de la plántula”. Las semillas que se establezcan mejor serán llamadas “semillas de alto vigor”; en tanto que las que se comporten de manera deficiente serán llamadas “de bajo vigor” (Perry 1981).

Miranda (1984), menciona que el vigor es considerado desde que la semilla alcanza su madurez fisiológica en la planta y es el punto donde convergen el máximo peso seco, viabilidad y el más alto vigor de la semilla, y a partir de la cual como manifestó McDonald (1975 y 1977) la pérdida de vigor precede a la pérdida de germinación y viabilidad.

Desde que se identificaron factores genéticos, ambientales e intrínsecos de la semilla que interactuaban para afectar el comportamiento final de la misma durante la siembra, el concepto de vigor ha sido introducido para integrar éste, como un atributo más, que va más allá de la simple viabilidad de la semilla (Johnson y Wax, 1978).

La ISTA (1981), menciona que Nobbe (1876) reconoció que las propiedades de cada semilla, tales como la velocidad de germinación y crecimiento de plántulas, varían dentro de cada lote de semilla, así como entre lotes diferentes. A este fenómeno se le dio el nombre de “triebkraft” (fuerza conductora o de empuje) y se le asignaron varios nombres como emergencia de germinación y vitalidad, no obstante, el término que ha predominado en los últimos años ha sido el de “vigor de la semilla”.

Evaluación del vigor

La calificación del vigor ha sido por mucho tiempo tema de interés entre los productores y usuarios de las semillas agrícolas, debido a que aún cuando la calidad de las mismas está determinada principalmente por la germinación y el establecimiento de plántulas en el campo, éstas dependen en gran medida del vigor. De ahí el interés para evaluar este parámetro de calidad mediante

pruebas cuyos resultados estén altamente correlacionados con el comportamiento de las semillas en campo.

Perry (1987), señala que el objetivo de una prueba de vigor es identificar lotes de semillas que tengan capacidad de una rápida y uniforme emergencia de plántulas en el campo y una habilidad de emergencia en condiciones ambientales no favorables. Así mismo, proporcionar al agricultor una estimación del valor de la semilla para siembra y una garantía imparcial de la calidad en las transacciones comerciales.

El propósito de la mayoría de las pruebas de laboratorio es evaluar la calidad de la semilla para la siembra adecuada en el campo. Tomer y Maguire (1990) indican que en el pasado la germinación, la pureza y la sanidad se consideraban los principales criterios de calidad de la semilla, pero ahora el vigor se considera como una característica importante en el establecimiento de los cultivos en el campo.

Las pruebas de vigor se han utilizado para obtener información adicional sobre calidad de las semillas. Algunas son muy específicas y para regiones climáticas muy diferentes a las de los países subtropicales y

tropicales, por lo que para su uso hay que considerar los problemas a los que se enfrentan las semillas que nos interesan.

Factores que afectan el vigor

La semilla alcanza su madurez fisiológica en la planta, considerándose el punto donde convergen el máximo peso seco, viabilidad y vigor de la semilla, los cuales pueden o no ser altos, dependiendo de las condiciones prevalecientes durante el desarrollo de la planta y maduración de la semilla (Miranda, 1984).

Desde el momento de su madurez hasta la siembra, la semilla se encuentra ya sea en la planta madre antes de la cosecha, en el almacén o en el transporte. Durante el transcurso de estas fases la semilla puede verse afectada y deteriorarse disminuyendo así su vigor (Feistritzer, 1975).

Queda claro entonces, que el vigor es un concepto múltiple y no una única propiedad cuantificable, no obstante Perry (1976) menciona que se han establecido varias causas que afectan el vigor y agrupado naturalmente en dos grupos: variaciones intrínsecas debidas al genotipo y variaciones inducidas por

las condiciones externas del medio ambiente y que interactúan sobre el genotipo.

Prueba fría (Cool Test) con rollos de papel sin suelo

El cool test ha sido usado durante muchos años en los semilleros como una prueba para verificar la efectividad de los cura semillas y como ensayo “interno” de control de calidad de los lotes de maíz. Luego se ha aplicado a otros cultivos. La variación del sustrato suelo de región es un obstáculo para la estabilización del método. De allí el interés en desarrollar técnicas con compost, o directamente usando un medio inerte como vermiculita, toallas de papel o papel de filtro, y evaluando como único factor ambiental adverso la baja temperatura.

Hasta la fecha faltan datos experimentales consistentes para la aplicación de esta metodología a los diferentes cultivos.

En el caso del trigo se acondicionan los granos en rollos de papel humedecidos y se envuelven en bolsitas de polietileno, a 5°C durante 7 días en obscuridad; luego se llevan a la germinación a 20°C durante 4 días, con 8 horas

de luz diarias. Para registrar los resultados se aplican los criterios de evaluación del ensayo de germinación estándar(Peretti,1994)

El vigor de las plántulas de algodón se clasifica de acuerdo a la siguiente escala:

Cuadro 2.1 Nivel de Vigor en Prueba Fría

Poder germinativo	Vigor
Mayor de 80%	Alto
Entre 70 -80%	Medio
Menor de 70%	Bajo

Peso de 1000 Semillas

El peso de mil semillas se utiliza para determinar la cantidad necesaria de semilla para lograr un número de plantas predeterminado, éste es variable y está determinado en gran parte por las condiciones ambientales en que se desarrollan las plantas. Así mismo, entre especies hay diferencias en el peso de 1000 semillas, debido a los diferentes tamaños de las semillas.

Peso Hectolítrico

Es el parámetro que mejor conoce el productor agropecuario. Se define como el peso en kilogramos de un volumen de grano de 100 litros. Es un valor muy útil porque resume en un solo valor qué tan sano es el grano. Esto es importante porque cuanto más sano sea (menor cantidad de impurezas, granos dañados o quebrados, chuzos, picados, fusariosos o con presencia de cualquier enfermedad), mayor será la proporción de almidón en el grano y mejor será la separación del endospermo del resto del grano. Por lo tanto, cuanto más sano, mayor extracción de harina. A su vez, es una medida de la homogeneidad de la partida del trigo, factor clave en el proceso industrial. Por consiguiente, el peso hectolitrico es una buena estimación tanto de la calidad física del grano, como de la calidad molinera (Disponible en línea: <http://www.oeidrusbc.com.mx/sispro/trigobc/industrializacion/informeCalidad.pdf> (Revisado el 15 de julio de 2012)).

Variedades Transgénicas de Algodón

El tema de los Organismos Genéticamente Modificados (GM) es controversial. Mientras muchos abogan por su potencial para incrementar la productividad y reducir costos de producción, otros los reprueban por sus riesgos ambientales.

Al respecto, al analizar la evolución en la productividad del algodón se observa que en 1996, cuando comenzaron a sembrarse cultivos transgénicos a nivel mundial, México produjo 765, 000 toneladas de algodón en 314, 000 hectáreas (solo 896 fueron genéticamente modificadas). De acuerdo con los avances de cosecha reportados por SAGARPA, en el ciclo 2011/2012 se obtuvieron 733, 000 toneladas de algodón a partir de 192, 000 hectáreas, de las cuales las variedades OGM representaron 83 por ciento. Así con sólo 61% de la superficie utilizada en 1996, durante el 2011 se obtuvo una producción equivalente a 95% del año base (Disponible en línea: <http://www.eleconomista.com.mx>. Revisado el 15 de agosto de 2012).

El consumo aparente de algodón en el 2011 fue de 920, 000 toneladas, así se puede afirmar que el déficit comercial se ubica en 27% de la demanda. Este incremento en la productividad es claramente atribuible al empleo de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) de algodón.

La productividad promedio de Chihuahua, Baja California, Sonora y Durango es de 1.9 veces superior a la de Tamaulipas, estado en el que hasta el 2011 se realizaron las primeras siembras transgénicas; sin duda, el algodón GM representa beneficios para los agricultores mexicanos al significarles ahorros tanto en fertilizantes y agroquímicos como en superficie.

Por lo tanto, es posible concluir que las variedades transgénicas son benéficas para generar derramas económicas en el campo mexicano. No obstante, quien las emplee debe cumplir responsable y cabalmente la normatividad mexicana que regula a los transgénicos, evitando con ello daños colaterales (Disponible en línea: <http://www.eleconomista.com.mx> Revisado el 15 de agosto de 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del campo experimental

El estudio se realizó en el periodo Enero-Junio 2012, en el Laboratorio 1 de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, la cual se localiza entre los paralelos 25° 33' 12.59" Latitud Norte y los 103° 22' 29.95" Longitud Oeste, a una altura de 1100 a 1400 msnm (Atlas Nacional del Medio Físico, 1982).

La semilla se obtuvo durante el ciclo primavera-verano 2010, en la Pequeña .Propiedad San Patricio, Municipio de San Pedro, Coahuila, México.

Material genético

Cinco variedades transgénicas de origen comercial. En el Cuadro 3.1 se muestran los nombres de las variedades y la compañía a la que pertenecen.



Figura 3.1 Material genético

Cuadro 3.1 Variedades y Compañía Productora.

Variedades	Compañía
Fiber Max 9160 B2F	Bayer
Fiber Max 9170 B2F	Bayer
Fiber Max 9180 B2F	Bayer
Fiber Max 1740 B2F	Bayer
Fiber Max 1880 B2F	Bayer

Características agronómicas de las variedades

Fiber Max 9160 B2F

Esta variedad cuenta con la tecnología “roundup, flex/bollgard II”. Es de madurez media, además ofrece un enorme potencial de producción así mismo bellotas de gran tamaño.

Fiber Max 9170 B2F

Esta variedad es de madurez media, y de tecnología“roundup,flex/bollgard II.” Su crecimiento es moderado, puede madurar mas tarde en plantaciones tardías, y en situaciones de bastante humedad. Además, ofrece un enorme potencial de producción y excelentes cualidades de fibra.

Fiber Max 9180 B2F

Es de ciclo temprano, resistente a herbicidas, pertenece a la tecnologíaRoundup,flex/bollgard II. Produce bellotas grandes con muy buenas propiedades de fibra.

Fiber Max 1740 B2F

Esta es una variedad de ciclo temprano/intermedio. También posee tecnología, como FM1980 del tipo “roundupreadyflex/bollgard II.” Es una planta de altura mediana con tendencia a desarrollar un follaje ligeramente denso que produce grandes bellotas con buenas propiedades de fibra. “stance”;podría ser utilizado en situaciones de altas densidades.

Fiber Max 1880 B2F

Esta variedad “bollgard/rounupll.” crece y se convierte en una planta de tamaño mediano a grande que requiere de uso “stance” para dar lugar a una cosecha excelente. Tiene bellotas de tamaño mediano con excelente calidad de fibra.

Variables evaluadas

Previo al ensayo y evaluación de la calidad fisiológica, la semilla fue desbarrada químicamente con ácido sulfúrico al 100% grado reactivo. Se colocó la semilla en un vaso de precipitado de 4L. Durante 2 minutos se agitó constantemente para eliminar el exceso de fibra. Transcurrido el tiempo se enjuagó con agua y finalmente se aplicó otro enjuague con (CaO) caldeshidratada, para neutralizar el efecto del ácido sobre la semilla.



Figura3.2 Desborre Químico de Semilla de Algodón

Se dejó secar la semilla durante un período de 24 hrs, para luego darles un tratamiento con CAPTAN polvo humectable N-(Triclorometil)tio)4-ciclohexen 1,2 dicarboximida).



Figura 3.3 secado de semilla y tratamiento con Captan

Los materiales se sometieron a la prueba de germinación estándar mediante el método de papel secante ó toalla, el vigor se midió con las pruebas de germinación estándar y prueba fría. También se evaluó el peso de mil semillas y peso hectolitro.

Germinación estándar

Para determinar la capacidad de germinación se realizó la prueba de germinación estándar de acuerdo a lo recomendado por ISTA(1987,1996). Para ello se evaluaron 4 repeticiones de 100 semillas (400 semillas previamente desbarradas y tratadas) por variedad, las cuales fueron sembradas entre toallas de papel húmedo como sustrato, que se enrollaron en forma de taco o muñeca y sujetos con ligas en los extremos. Los tacos fueron después colocados

dentro de bolsas de polietileno, a las cuales se les hizo un corte diagonal con una navaja de un filo. Posteriormente, se colocaron en una incubadora ThermoScientific Modelo 818 de alta capacidad a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, manteniendo el material húmedo durante la prueba. El primer conteo (PC) se realizó al cuarto día y se contó únicamente semillas germinadas y al octavo día se realizó el conteo final (segundo conteo (SC)) determinando el porcentaje de germinación.

Como plántulas normales, se consideraron aquellas que poseen las estructuras esenciales, sistema radicular e hipocótilo bien desarrollados, e intactos los dos cotiledones.

Se clasificaron como plántulas anormales aquellas que mostraron alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impidió un desarrollo normal en condiciones favorables, plantas dañadas, sin cotiledones, con fisuras, sin raíz primaria, plántulas deformes, con un desarrollo débil.

Las semillas frescas, resultaron las viables (diferentes de las semillas duras) que no germinaron aún bajo condiciones específicas para la especie.

Semillas muertas, aquellas que no germinaron y que no se les clasificó como frescas.



Figura 3.4 Germinación Estándar

El porcentaje de cada una de las variables evaluadas, se obtuvo del promedio de cada una de las repeticiones.

Ensayo de Envejecimiento Acelerado (EA)

Se llevó a cabo de acuerdo a la metodología establecida por la ISTA (2004), donde la semilla se sometió a una temperatura de $42^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 72 h, con una humedad relativa de 90 por ciento, condiciones que se mantuvieron en un horno de aire forzado marca FELISA modelo 248A. Se utilizaron vasos de precipitado de 600 ml, agregándoles 100 ml de agua destilada a cada uno de los vasos. Para evitar el contacto de la semilla con el agua se utilizó como soporte interno una malla en forma de tubo y otra donde se depositaron 100 semillas tomadas al azar de las variedades, los vasos se cubrieron con bolsas de plástico las cuales se sujetaron con ligas de hule del N°. 18, Una vez transcurrido el tiempo, se extrajo la semilla de la cámara y se realizó la prueba de germinación estándar.



Figura 3.5 Prueba de Envejecimiento Acelerado

Prueba fría (cool test)

Se llevó a cabo según la metodología de Peretti (1984); se evaluaron 4 repeticiones de 100 semillas por variedad, las cuales fueron sembradas entre toallas de papel húmedo que se enrollaron en forma de taco y se sujetaron los extremos con ligas, luego se colocaron en bolsas de polietileno a las cuales se les realizó un corte diagonal con una navaja. Luego se introdujeron las bolsas a un refrigerador a una temperatura de $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 4 días, al transcurrir el tiempo se trasladaron las muestras a la incubadora marca Thermo-Scientific modelo 818 a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 8 días para así someterla a la prueba de germinación estándar.



Figura 3.6 Prueba Fria

Peso de 1000 semillas

Se tomaron al azar ocho repeticiones de 100 semillas por variedad. 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 TranscellTechnologyInc, modelo ESW.



Figura 3.7 Peso de 1000 Semillas

Posteriormente se calculó:

La varianza (S^2)

$$S^2 = x = \frac{n(\text{sumatoria } x^2) - (\text{sumatoria } x)^2}{n(n-1)}$$

La desviación típica (S)

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

Coeficiente de variación (cv)

$$cv = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

donde: X= peso en gramos de cada repetición, n= número de repeticiones y

\bar{X} = Media del peso de 100 semillas

Cuando el coeficiente de variación (CV) no excedía de 4.0 el resultado de prueba fue aceptado.

Peso hectolítrico

Se pesó cada una de las muestra de semilla de las variedades en una Balanza para grano marca Seedburo modelo 8800 SS/A y el peso se expresó en $kg\text{hl}^{-1}$



Figura 3.8 Peso Hectolítrico

Análisis estadístico

Diseño Experimental: Bloques Al Azar

Para el análisis de datos se utilizó el Diseño Experimental de Bloques al Azar con 4 repeticiones y 5 tratamientos, usando el siguiente modelo lineal:

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

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

Tratamientos:

T1=Fiber Max 9160 B2F (FM 9160 B2F)

T2=Fiber Max 9170 B2F (FM 9170 B2F)

T3=Fiber Max 9180 B2F (FM 9180 B2F)

T4=Fiber Max 1740 B2F (FM 1740 B2F)

T5=Fiber Max 1880 B2F (FM 1880 B2F)

Tamaño de muestra: 100 semillas por variedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de germinación al primer conteo. (PCGE)

El análisis de varianza para este parámetro, indicativo de la capacidad de reinicio de crecimiento del vegetal, señalo diferencias significativas para las variedades bajo evaluación, a los cuatro días de efectuada la prueba. Cuadro 4.1.

Al respecto en las variedades que mayor vigor presentaron fueron FM 9160 B2F con 81.7%; estadísticamente iguales a ella resultaron FM1740 B2F y FM9170 B2F con 75.7% y 72.2%.

Las variedades que presentaron menor vigor hasta este fueron FM1880 B2F y FM9180 B2F. En la manifestación de estas diferencias probablemente influya la parte de la planta de donde se tomo la muestra, la edad de la bellota, manejo agronómico.

Germinación Estándar (GE)

Esta evaluación que es una continuación del anterior y que se efectuó tres días después que la antes descrita y que se finiquito por la razón de que la radícula había alcanzado su máximo crecimiento lo cual es indicativo de un desarrollo optimo, en su análisis de varianza respectivo señalo diferencias altamente significativas. Con fines de aclaración el estándar marcado por International Seed Testing Assosiation(ISTA) señala para el caso del algodón 12 días. Otro echo motivo de análisis resulta que a excepción de FM9180 B2F con un porcentaje de 80.5 la ubica como poco satisfactoria si se considera que en los estándares comerciales el mínimo que ofrecen las compañías semilleras es de 85%; en tanto que el resto de los cultivares se ubican dentro de los parámetros recomendados. Cuadro 4.1.

Primer Conteo de Envejecimiento Acelerado (PCEA)

Esta prueba indicativa de la capacidad de reanudación del crecimiento que es la germinación, no detecto en su análisis de varianza respectivo diferencias estadísticas en las variedades bajo evaluación. Cuadro 4.1.

Al respecto a excepción de FM9180 B2F, que nuevamente y al igual que en los dos parámetros anteriores mostro el valor más bajo que en este caso fue de 88.2%; los restantes alcanzan valores que fluctúan entre 91.5 al 99.0%. Si nos atenemos a los estándares comerciales que marcan un mínimo de 85%

de germinación los valores obtenidos con este método los superan ampliamente y además si comparamos este método contra PCGE y GE, resulta mas eficiente en la evaluación de la germinación, lo cual sugiere posteriores evaluaciones para ser utilizado como un método que ayude a detectar mas eficientemente la capacidad germinativa de las semillas de las variedades destinadas ala siembra comercial. Aquí definitivamente se manifiesta la influencia positiva que la temperatura tiene hasta cierto límite sobre la velocidad de las reacciones bioquímicas y el consecuente metabolismo de los componentes de las sustancias de reserva que están formados de carbohidratos, proteínas y lípidos entre otros.

Envejecimiento acelerado (EA)

Continuando con el seguimiento que el factor temperatura ejerce sobre los mecanismos bioquímicos y fisiológicos de los seres vivos, este método que es la continuación del anterior y que difiere en que la temperatura se reduce de 42 a 25°C mostro una ausencia de diferencias estadísticas entre las variedades evaluadas. Cuadro 4.1.

La diferencia entre los valores observados en el primer conteo echo a los cuatro días contra el efectuado a los siete días, probablemente sea debido que al alterarse la temperatura se modificaron consecuentemente las velocidades y secuencias bioquímicas de los componentes químicos constituyentes de la semilla. Por lo anterior, es recomendable en futuras

investigaciones abordar conjuntamente la evaluación de los umbrales de temperaturas antes y después de la germinación (pre-acondicionamiento). Las disminuciones en los valores de germinación observados fueron del orden promedio de un 12.6%.

Prueba Fría (PF)

Esta prueba originalmente diseñada para utilizarse en cereales y para el caso particular que nos ocupa en esta investigación se aplicó sobre el algodón visualizando la siembra del mismo en fechas tempranas donde en ocasiones las bajas temperaturas son limitantes para su establecimiento. Para el caso particular de la comarca lagunera en lo futuro conviene evaluarlas bajo los puntos críticos mínimos necesarios para que se dé el fenómeno de germinación. Su análisis de variancia señaló diferencias altamente significativas. Cuadro 4.1.

Las variedades que drásticamente disminuyeron su capacidad germinativa fueron FM9180 B2F y FM1880 B2F con 36.5 y 39.0% respectivamente; igual respuesta se manifestó en las variedades restantes, que para el caso de los cereales valores menores al 70% se consideran aceptables pero para el caso particular del algodón deberá considerarse estudios pertinentes dentro del rango específico del mismo. En general este método promedió el valor mínimo de germinación referente a los demás.

Cuadro 4.1 parámetros de calidad fisiológica en cinco variedades transgénicas de algodón. UAAAN.UL.2012

VAR	PCGE (%)	GE (%)	PCEA (%)	EA (%)	PF (%)
FM9160 B2F	81.75 ^a	86.50 ^{bc}	99.0	89.50	55.75 ^a
FM1740B2F	75.75 ^{ab}	94.0 ^a	99.0	88.25	46.25 ^b
FM9170 B2F	72.25 ^{abc}	86.50 ^{bc}	98.0	91.0	42.50 ^{bc}
FM1880 B2F	59.25 ^{bc}	88.75 ^{ab}	91.50	79.50	39.0 ^{bc}
FM9180 B2F	56.75 ^c	80.50 ^c	88.25	64.75	36.50 ^c
DMS	18.59	6.17	9.01	25.20	8.39
MEDIA	69.15	87.25	95.25	82.60	44.0
C V	17.5	4.59	6.14	19.80	12.39

DMS=diferencia mínima significativa; PCGE=primer conteo de germinación estándar GE=germinación estándar PCEA=primer conteo de envejecimiento acelerado EA=envejecimiento acelerado PF=prueba fría.

Peso de 1000 semillas (PMS)

El análisis estadístico para este parámetro indicativo de la capacidad germinativa de un vegetal, de la densidad de siembra, calibración de la maquinaria de siembra, y el traslado y almacenamiento en locales destinados para tal fin, señalo diferencias altamente significativas.

Al respecto el máximo valor lo manifestó la variedad FM9170 B2F con 693 gramos; con valores estadísticos semejantes a él se encuentran FM1740 B2F y FM9160 B2F con un promedio de 20 gramos menos. El menor valor para este parámetro lo muestra FM1880. Cuadro 4.2

Cuadro 4.2 Valores promedio de calidad física de cinco variedades transgénicas de algodón. UAAAN.UL.2012

VAR	PMS (g)	PHL (g)
FM9170 B2F	693 ^a	6.41a
FM1740 B2F	673.50ab	6.24ab
FM9160 B2F	673ab	6.22ab
FM9180 B2F	655.25bc	6.06bc
FM1880 B2F	636.25c	5.90c
DMS	24.15	0.21
MEDIA	666.20	6.16
CV	2.35	2.30

DMS=diferencia mínima significativa; VAR=variedades; PMS=peso de mil semillas; PHL= peso hectolitrico; CV=coeficiente de variación.

Peso hectolitrico (PHL)

Este parámetro en su análisis de varianza respectivo señalo diferencias altamente significativas entre las variedades evaluadas. Cuadro 4.2.El mayor peso alcanzado para este parámetro lo obtuvo FM9170 B2F con 6.41 kg de peso hectolitrico, en tanto que el menor valor, con 5.90 kg de peso hectolitrico lo mostro FM1880 B2F, que al igual que para los parámetros anteriores se ubico como la menos favorecida.

CONCLUSIONES

- En base a los resultados que se obtuvieron se puede destacar que la variedad que obtuvo mejores porcentajes de vigor en las diferentes pruebas realizadas fue FM9160 B2F esto se puede deber a que obtuvo mayor peso de 1000 semillas y de peso Hectolítrico; en estas mismas pruebas las que reflejaron menor vigor fueron FM9180 B2F y FM1880 B2F.
- Por otro lado en la prueba de calidad física Peso de 1000 Semillas (PMS) la que mostró el mayor peso fue FM9170 B2F, en tanto que el menor peso fue alcanzado por FM1880 B2F.
- De igual manera en la prueba de Peso Hectolítrico, nuevamente FM9170 B2F alcanzó el valor más alto; en tanto que FM1880 B2F se ubicó con el valor más bajo.

BIBLIOGRAFIA

- Anna Peretti, 1994. Manual Para Análisis de Semillas. INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Hemisferio Sur S.A. Pasteur 210-211. Buenos Aires-Argentina
- Association of Official Seed Analyst. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the Handbook of Seed Testing. AOSA, USA. 88p. 408.
- Association of Official Seed Analyst (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook, Contribution, U.S.A. N° 32 to the Handbook on Seeds Testing.
- Copeland, L.O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. 2.Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis Minnesota, USA. 170 p.
- Copeland, L.G. 1976. Principles of the Seed Science and Technology. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota, USA. 369p.
- Delouche, J.C. and C. C. Baskin. 1976. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci. and Technol. 1(2): 427-452. USA.
- Feistritzer, W.P. 1975. Cereal Seed Technology. A manual of cereal seed production, quality, control and distribution. FAO-United Nations. 87-93.
- González, S.S. y Álvarez, M.G. 1986. Efecto de la imbibición en la germinación de cuatro especies frutales. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 121p.
- <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/algodon.pdf>
- <http://www.lamolina.edu.pe/Investigación/programa/algodón/>
- <http://www.oeidrusbc.gob.mx/sispro/trigobc/Industrialización/InformeCalidad.pdf>
- INTA. 1999 Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Manual del Algodón 566 Clasificación del Algodón. 18p.
- ISTA (2004) International rules for seed testing. Rules 2004. International Seed Testing Association. Zurich, Suiza. 243pp.

- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International Rules for Seed Testing. Rules 1985, Seed Sci. Techno 21:1-288.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1981. Handbook on seed sampling. Ed. Bould A. ISTA.
- Johnson, R.R and L. M. Wax. 1978. Relationship of soybean germination and vigor test to field performance. Agron. J. 70(2): 273-278.
- McDonald, M.B. Jr. 1975. A review and evaluation of seed vigor test. Proc. Office Seed Analyst 65: 117-122.
- McDonald, M.B.; Wilson, D. O. 1980. ASA-610 ability to detect changes in soybean seed quality. Journal of seed Technology, Lincoln, v. 5, n. 1, p. 56-66
- McDonald Jr. 1975. A review and evaluation of seed vigor test. Proc. Of official seed analysts. Vol. 65: 117-122 U.S.A.
- McDonald Jr. 1977. The influence of seed moisture on the accelerated aging seed vigor test. Journal of seed Technology. 2 (1): 12 – 28 U.S.A.
- Miranda, F. 1984. Vigor y pruebas de vigor de semillas. Conferencia VIII. Curso de posgrado en Tecnología de semillas. CIAT, Cali, Colombia. 18 p.
- Osorio M.S. 2010. Efecto del Sistema de siembra en la semilla de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénico y convencional. Tesis de Maestría. UAAAN, Coahuila México.
- Palomo, G. A, S. Godoy. 1992. La producción de semilla de algodón para siembra. In: Situación Actual de la Producción Investigación y comercio de semillas en México. Memoria del Tercer Simposio Mexicano sobre Semillas Agrícolas. L.E. Mendoza, E. Favela, P. Cano, J. H. Esparza (eds). Torreón, Coah., 20-22 de mayo. SOMEFI. Chapingo, México. Pp. 143-154.
- Perry 1987. Introduction, methodology and application of vigor tests. Growth and Evolution Test. Topographical Tetrazolium Test. P. 72 ISTA. Handbook of Vigor Test Methods. 2nd ed. Zurich, Switzerland.
- Pérez de la C.F de J, A. Carballo., A. Santa Cruz V, A. Hernández L. y J. Molina M. 2007. Calidad Fisiológica en Semillas de Maíz con diferencias estructurales. Agric. Tec. Mex. Vol. 33 No. 1 México.
- Ruiz T., N. A., Godoy, A.S., F. Rincón Sánchez, y H. Montenegro Torres. 2002. Calidad fisiológica de semillas de algodón transgénico y de sus

progenitores recurrentes. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Septiembre 1-5,2002. Saltillo Coahuila, México.p.376.

Secretaria de medio ambiente, 2007. Manual de ensayo de semillas forestales. Edición 2007. Saltillo Coahuila, México. Pp16-17

Tekrony, D. M. 1995. Accelerated ageing.In: Congress of the International Seed Testing Association, 24., Copenhagen. Seed vigor testing: contributions to a seminar. Zurich: International Seed Testing Association. P. 816-822.

Tomer, R.P.S. and J.D. Maguire. 1990. Seed vigor studies in wheat. Seed Sci. y Technology. 18: 383-392. The Netherlands.