

EFECTO DEL SISTEMA DE SIEMBRA EN LA CALIDAD
DE SEMILLA DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.)
TRANSGÉNICO Y CONVENCIONAL

SANTOS OSORIO MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:

MAESTRO EN:
TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS



UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Abril de 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIRECCIÓN DE POSGRADO

EFFECTO DEL SISTEMA DE SIEMBRA EN LA CALIDAD DE SEMILLA DE
ALGODÓN (*Gossypium hirsutum L.*) TRANSGÉNICO Y CONVENCIONAL
TESIS

POR:

SANTOS OSORIO MARTÍNEZ

Elaborado bajo la supervisión del comité particular asesores y aprobado como
requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN:

TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal

Dra. Norma Angélica Ruíz Torres.

Asesor

DR. Arturo Palomo Gil.

Asesor

MC. Hilda Cecilia Burciaga Dávila.

Dr. Jerónimo Landeros Flores

DIRECTOR DE POSGRADO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Abril de 2010

AGRADECIMIENTOS

A MI “ALMA TERRA MATER”

Mis sinceros agradecimientos al comité de asesores por su apoyo en el trabajo de investigación: Dra. Norma Angélica Ruíz Torres, Dr. Arturo Palomo Gil y MC. Hilda Cecilia Burciaga Dávila.

A mis maestros del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas. A Magdalena Olvera Ezquivel y a Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel, por el apoyo en los trabajos realizados en laboratorio.

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES:

Juventino Osorio Magdalena

Delia Martínez Solís

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

A MIS HERMANOS:

Gabino, Eduardo, Gonzalo, Magdalena y Juana Hernández Rosas (cuñada).

Por su comprensión, apoyo y su confianza.

A MIS HERMOSAS SOBRINAS:

Delia, Briseida y Karen.

A **Ma. Estela López López**, por todo su apoyo, motivación y por ser una persona tan especial para mí.

COMPEDIO

EFFECTO DEL SISTEMA DE SIEMBRA EN LA CALIDAD DE SEMILLA DE
ALGODÓN (*Gossypium hirsutum L.*) TRANSGENICO Y CONVENCIONAL

POR:

SANTOS OSORIO MARTÍNEZ

MAESTRÍA PROFESIONAL EN
TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. ABRIL DE 2010.

Dr. Norma Angélica Ruíz Torres

-Asesor-

En el presente trabajo de investigación se ensayó semilla de algodón (*Gossypium hirsutum L.*) obtenida durante el ciclo PV 2007 en la Comarca Lagunera, en un experimento en el cual se evaluó tres distancias entre surcos: 35 cm, 50 cm (surcos ultra-estrechos) y 75 cm (surcos estrechos), y tres variedades (NuCOTN 35^B, CIAN Precoz y Fiber Max). El trabajo tuvo los

siguientes objetivos: 1) Determinar calidad fisiológica y propiedades físicas en semilla de algodón transgénico y convencional obtenida bajo diferentes sistemas de producción y 2) Determinar el efecto de los sistemas de producción en contenido de proteína y lípidos en semilla.

Estudio I. Se llevaron a cabo dos ensayos de germinación estándar, y uno de envejecimiento artificial en laboratorio, con la finalidad de determinar la calidad fisiológica y el efecto del periodo de almacenamiento en la semilla. Los resultados indican para los ensayo de germinación 91.2 % para el primero y para el segundo 95.8 % de germinación, lo anterior muestra que la semilla inicialmente tenía algún grado de latencia superándose para la segunda evaluación. Las variedades por poseer información genética diferente, mostraron diferencias en vigor, sobresaliendo CIAN Precoz (75 cm) con mayor peso seco, longitud de radícula y coleóptilo. El vigor de la semilla no se redujo al someterla a envejecimiento artificial (72 h), lo que indica poseer un alto vigor.

Estudio II. Se determinó el Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) y emergencia total en invernadero. En la variedad CIAN Precoz se observó que a menor distancia entre surcos se incrementa el IVE. Además en la variable peso seco de plántulas, las variedades Fiber Max y CIAN Precoz mostraron mejor comportamiento que NuCOTN 35B. En cuanto a Emergencia Total (ET), destacó la distancia de siembra de 50 cm donde se obtuvo menor número de PA.

Estudio III. Propiedades Químicas y Físicas de la Semilla. Se determinó el contenido de proteína y de lípidos, el peso de 100 semillas, ancho y longitud de las mismas. Los resultados indican que en análisis químicos y de propiedades físicas, CIAN Precoz superó a NuCOTN 35^B. A excepción del peso de cien semillas, las diferentes distancias de siembra, no afectaron la expresión de los caracteres físicos y químicos de la semilla. La semilla de la variedad Fiber Max procedente de siembra en surcos espaciados 75 cm, mostró mayor vigor, contenido de lípidos y peso de cien semillas. En general se observó que los sistemas de siembra en surcos ultra-estrechos, modifican la expresión de algunas variables relacionadas con el vigor de la semilla, sin afectar el contenido de lípidos y proteínas. Las diferencias obtenidas se debieron principalmente a la constitución genética de las variedades en estudio.

COMPEDIUM

PLANTING SYSTEM EFFECT IN CONVENTIONAL AND TRANSGENIC
COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) SEED QUALITY

BY:

SANTOS OSORIO MARTÍNEZ

MAESTRÍA PROFESIONAL EN
TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. MARZO DE 2010.

Dr. Norma Angélica Ruíz Torres

-ADVISOR-

In this research work, cotton seed from three varieties (CIAN Precoz, Fiber Max and NuCON35B) obtained in the Comarca Lagunera during the spring-summer season from three row distances (35, 50 and 75 cm) was assayed in laboratory.

The objectives were: 1. To determine the physiological seed quality and physical properties for conventional and transgenic varieties cultivated under

different production systems and 2. To determine the production system effect in protein and lipid content.

Research study I. Two germination and one aging tests were carried out under laboratory conditions, in order to determine the storage effect on seed quality. For the first germination assay it was obtained 91.2 % and in the second 95.8 % normal seedlings. This indicates that the seed had some latency and was later overcome. Since the varieties had different genetic pool, this resulted in vigor differences, outstanding CIAN Precoz (75 cm) in seedling dry weight and coleoptiles and root length. Seed vigor was not reduced with the 72 h aging test.

Research study II. The high speed index (IVE) and total emergence were determined under greenhouse conditions. In CIAN Precoz variety, it was observed that reducing the distance among rows, higher IVE was obtained. In seedlings dry weight, Fiber Max and CIAN Precoz performer better than NuCOTN35B. In total emergence, less percentage of abnormal seedlings was obtained in seeds from 50 cm distance rows.

Research study III. Seed chemical and physical properties. Protein and lipid content and a hundred seed weight and seed wide and length were determined. Results indicate that CIAN Precoz outstand NuCOTN35B in chemical and physical properties. Except for a hundred seed weight, the different row distances did not affected the chemical and physical seed

properties. Fiber Max from 75 cm rows distance, showed higher vigor, lipid and a hundred seed weight. In general, it was observed that the narrow row planting systems only modified the expression of some vigor related variables, without affecting the lipid and protein content. The observed differences were mainly due to the genetic constitution of the varieties.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
V. CONCLUSIONES.....	39
VI LITERATURA CITADA.....	46
INDICE DE CUADROS.....	x
ANEXOS.....	xii

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
3.1	Características de las variedades de algodón en estudio.....	13
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad en el primer ensayo de germinación.	24
4.2	Comparación de medias por variedad para el primer ensayo de germinación.....	25
4.3	Comparación de medias por distancia entre surcos para el primer ensayo de germinación.....	25
4.4	Cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad para el segundo ensayo de germinación.....	26
4.5	Comparación de medias por variedad para el segundo ensayo de germinación.....	27
4.6	Comparación de medias por distancia entre surcos para el segundo ensayo de germinación.....	28
4.7	Cuadrados medios del análisis de varianza para el ensayo de envejecimiento artificial.....	30
4.8	Comparación de medias por variedad para el ensayo de envejecimiento artificial.....	30
4.9	Comparación de medias por distancia entre surcos para el ensayo de envejecimiento artificial.....	31
4.10	Cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad evaluadas en invernadero.....	33

4.11	Comparación de medias por variedad para atributos de calidad evaluada en invernadero.....	33
4.12	Comparación de medias por distancia entre surcos para atributos de calidad evaluada en invernadero.....	34
4.13	Cuadrados medios del análisis de varianza para propiedades químicas y físicas de la semilla.....	36
4.14	Comparación de medias por variedad para propiedades químicas y físicas de la semilla.....	37
4.15	Comparación de medias por distancia entre surcos para propiedades químicas y físicas de la semilla.....	37

ANEXOS

CUADRO		PÁGINA
A1	Comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para el primer ensayo de germinación.....	41
A2	Comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para el segundo ensayo de germinación.....	42
A3	Comparación de medias por variedad y densidad para envejecimiento artificial.....	43
A4	Comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para atributos de calidad evaluada en invernadero.....	44
A5	Comparación de medias por variedad y densidad entre surcos para propiedades químicas y físicas de la semilla.....	45

I. INTRODUCCIÓN

El algodón es uno de los productos que tiene una demanda histórica dentro del mercado mundial, siendo una oleaginosa con un alto valor alimenticio, nos brinda además un producto, que por las características de su fibra, 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 de algodón en todo el mundo.

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 de 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 o harinolina 45.5 %, cascarilla 25 %, borra 8 % y materia desechable 5 % (Usach, 2000).

La producción mundial de algodón reportado en el año 2009 es de 23.3 millones de toneladas métricas (USDA, 2008), de los cuales México tiene una aportación de tan solo 0.6 % del total (ASERCA, 2008). Los principales países productores son China, India y Estados Unidos

En nuestro país en los últimos años, la producción de algodón ha ido declinando debido a los altos costos de producción, variedades de ciclos largos, mucha demanda de agua, los elevados gastos en insecticidas, la presencia de plagas y enfermedades. En base a lo anterior, se ha optado desde hace ya varios años por el uso de materiales transgénicos y por variedades precoces, empleando además nuevos sistemas de producción.

Según datos de la Secretaría de Agricultura la producción de algodón en México es de 37 mil 870 toneladas, de las cuales la tercera parte son transgénicas es decir 12 mil 629 toneladas (Milenio, 2008).

En la adopción y uso de materiales transgénicos es conveniente identificar diferencias en calidad física, fisiológica y química de las semillas con respecto a las variedades convencionales.

En base a lo anterior los objetivos de este trabajo fueron: 1) Determinar calidad la fisiológica en semilla de algodón transgénico y convencional obtenida bajo diferentes sistemas de producción. 2) Determinar el efecto de los sistemas de producción sobre el contenido de proteínas y lípidos en semilla de algodón transgénico y convencional. Las hipótesis planteadas son: 1) Al incrementar la distancia entre surcos se obtendrá semilla de mejor calidad fisiológica. 2) El contenido de proteínas y de lípidos está condicionado principalmente por el genotipo y el sistema de siembra.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La tasa de adopción de la biotecnología agrícola a nivel mundial ha aumentado de manera importante año con año, lo que la convierte en la tecnología agrícola de más rápida adopción en la historia. El número de países que han decidido plantar cultivos biotecnológicos están aumentando constantemente. La soya se mantiene como el principal cultivo biotecnológico con 65.8 millones de hectáreas, los cuales representan el 53 % de la superficie agrobiotecnológica mundial, seguida por el maíz con un 30 % (37.3 millones de hectáreas), el algodón con 12 % (15.5 millones de hectáreas) y la canola con el 5 % (5.9 millones de hectáreas) (ISAAA, 2008).

Se ha reportado que los beneficios directos del algodón Bollgard son el menor uso de insecticidas para protección del cultivo, un control más eficaz de las orugas de las bellotas y en consecuencia un incremento en el rendimiento, así como una reducción en los costos de producción y en los riesgos del cultivo, dando con ello como resultado una mejor rentabilidad para los productores de algodón (ISAAA, 2002; Edge *et al.*, 2001; Carpenter y Gianessi, 2001; Betz *et al.*, 2000; Economic Research Service/USDA, 2000; Falck-Zepeda *et al.*, 2000; Fernandez-Cornejo y McBride, 2000).

Así mismo el cultivo de algodón Bollgard ha aportado beneficios secundarios asociados a la reducción en el uso de insecticidas, dando como

resultado un incremento de las poblaciones de insectos benéficos y fauna silvestre, una disminución en gasto de agua por aplicación de insecticidas y una mayor seguridad para los trabajadores agropecuarios (Pray *et al.*, 2001).

Martínez (2004) menciona que el algodón transgénico se ha sembrado en México desde 1996, año en que se establecieron 896.8 ha en Tamaulipas, correspondiendo a un 0.3 % de la superficie sembrada a nivel nacional. En el año 2007, el área total de algodón en México fue de 115,000 hectáreas, de las cuales aproximadamente 55 % fueron productos biotecnológicos (AGROBIO, 2009).

Para reducir el riesgo de desarrollo de resistencia, únicamente se autoriza la siembra del 40 % de la superficie total de algodón, en la zona de producción con el material transgénico. Además, se requiere que el productor de algodón transgénico siembre aledaño a este cultivo, una zona de refugio de algodón convencional en la proporción 96 % transgénico y 4 % convencional u 80 % transgénico y 20 % convencional (Godoy, 2000).

En México el algodón transgénico NuCOTN 35B redujo las pérdidas ocasionadas por el gusano rosado (Godoy *et al.*, 1998). Sánchez (2000) en base a estudios realizados menciona que ningún individuo de las poblaciones de gusano rosado de campo sobrevivió en las variedades NuCOTN 35B por contenido de toxina CryIAC del *B. thuringiensis*.

Nava y Reyes (1999) indican que las densidades de larvas de gusano rosado, fueron mayores en el algodón convencional (Deltapine 5690) que en el transgénico (NuCOTN 35B), además de no obtener larvas grandes durante los muestreos realizados en el algodón transgénico, de manera que las infestaciones estaban constituidas sólo por larvas pequeñas. Godoy (2000) al estimar el daño por gusano rosado en variedades transgénicas (NuCOTN 35B), encontró que el número de larvas fue mínimo, ya que no alcanzaron a producir daños significativos, sin embargo, en variedades convencionales como la Deltapine, los niveles de larvas de gusano rosado sobrepasaron el umbral económico establecido para decidir su control con agroquímicos; también observó que mientras en las variedades transgénicas no hubo daño por gusano rosado, no obstante en la variedad convencional Deltapine 5690 fue de 56 %. Esto explica en gran medida las pérdidas que ocasiona esta plaga a variedades de algodón convencionales.

Sistemas de siembra

El sistema de siembra tradicional del algodón es de 0.90 a 1.00 m de distancia entre surcos, actualmente ya no brinda buenos resultados, ya que con este sistema de siembra se elevan los costos de producción y más aún si se cultiva variedades de ciclo largo (Palomo *et al.*, 2001).

En los últimos años, las ganancias de los productores mexicanos de algodón se han reducido debido al incremento en los costos de producción y por el bajo precio en el mercado internacional, por lo que ha sido necesario

implementar nuevas alternativas para elevar los rendimientos y hacer más redituable el cultivo (Estrada *et al.*, 2008).

La adopción del sistema de siembra en surcos estrechos trae consigo la mejora de la tecnología de producción para que las variedades precoces expresen su máximo potencial productivo, ya que el rendimiento depende de diversos factores tanto del manejo como del medio ambiente (Palomo *et al.*, 2001). Kerby *et al.* (1990) señalan que las variedades precoces se adaptan mejor y rinden más cuando se les cultiva en surcos estrechos; en cambio en las variedades tardías es mayor el ciclo del cultivo y disminuyen su rendimiento.

Los conceptos de ciclo corto y de surcos estrechos se consideran como dos prácticas de producción diferentes, donde cada una contribuye al sistema de producción (Johnson *et al.*, 1974). Wright *et al.* (1998) obtuvieron el mejor rendimiento de algodón en surcos estrechos con densidades de 100 000 a 150 000 plantas ha^{-1} ; sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento con densidades que oscilaron entre las 50 000 y 200 000 plantas ha^{-1} .

El sistema de siembra en surcos ultra estrechos es una buena alternativa para aumentar los rendimientos unitarios y para incrementar las ganancias del productor (Estrada *et al.*, 2008). El uso de surcos ultra estrechos es una alternativa para disminuir costos de producción, incrementar el rendimiento, la precocidad y la calidad de la fibra, además de

controlar el crecimiento de la planta (Price *et al.*, 2002). El concepto de surcos ultra estrechos (\leq a 50 cm) ha existido desde la década de los años 20's (Perkins, 1998).

Gerik *et al.* (1988) mencionan que la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos incrementa el rendimiento hasta en 37 % y reduce en 12 días el ciclo del cultivo, en comparación con la siembra en surcos de 76 cm. Gaytán *et al.* (2004) no encontraron diferencias en rendimiento al sembrar en surcos espaciados a 50 y 76 cm, ni entre densidades que oscilan entre 80 000 y 200 000 plantas por hectárea, pero mencionaron que la siembra en surcos a 50 cm disminuyó en 7 días el ciclo del cultivo.

En surcos ultra estrechos se obtiene el mismo rendimiento de fibra ó se incrementa entre un 5 y un 11 %, y se han reportado reducciones del ciclo del cultivo entre 7 y 10 días a madurez con respecto al sistema de siembra en surcos de 92 cm (Cawley *et al.*, 2002) pero, la calidad de la fibra puede verse afectada por déficit de humedad ó de Nitrógeno (Mark *et al.*, 2002), por diferencias entre variedades, densidad de población, espaciamiento entre surcos, efecto de año, o por algunas de sus interacciones (Mohamad *et al.*, 1982).

En variedades precoces sembradas en surcos estrechos (0.70 m) se encontró un mayor potencial de rendimiento en comparación a las de ciclo tardío (Palomo *et al.*, 2000).

Calidad Fisiológica de Semilla

Los atributos de la calidad son el genético, físico, fisiológico y sanitario. Dentro del genético: componente cuyo factor medible es la pureza varietal, que garantiza la autenticidad del material obtenido, así como la ausencia de mezcla física, con 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: incluye 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 y el mesocótilo o coléoptilo, que son indicadores de la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables (capacidad de germinación) o aún bajo condiciones desfavorables (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. La germinación generalmente se le asocia con una serie de factores que de una u otra manera influye 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 o 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: i) es simple y económico, fácil de ser conducida, no requiere equipo adicional excepto por la cámara de envejecimiento y la evaluación de los resultados es semejante al procedimiento para la prueba de germinación; ii) es rápida, con tiempo de duración aproximadamente similar a la prueba de germinación; y iii) es aplicable universalmente para la mayoría de las especies vegetales, las cuales sufren estrés durante su envejecimiento natural.

Según Tekrony (1995), la germinación de semillas 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 o 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.

Calidad Química

Lípidos

Las semillas constituyen la fuente principal de los aceites vegetales comerciales utilizados en la industria, el contenido de glicéridos en la semilla no es constante de una planta a otra, aunque sean de la misma especie se

han llegado a encontrar contenidos menores al 1 % y mayores o iguales al 70 % (Wolff, 1966).

Después del aceite de frijol de soya, el aceite de semilla de algodón es el aceite vegetal comestible que más se emplea en Estados Unidos (Kirk *et al.*, 2004).

Estudios realizados por Berberich *et al.* (1996), demuestran en base a trabajos realizados en campo, que la semilla de algodón Bollgard es equivalente en su composición de grasas y es tan nutritiva como la semilla de la variedad de algodón parental y otras variedades comerciales de algodón.

En algodón, el contenido de ácidos libres y su calidad dependen del clima durante la época que está sembrado, después de haber llegado a la madurez. Por ello, la calidad del aceite bruto varía notablemente, siendo mejor cuando el tiempo es seco y la semilla no posee elevado contenido de humedad (Bailey, 1961).

El aceite de algodón contiene más ácidos grasos saturados que cualquier otro aceite de índice de iodo equivalente; por esto su título es elevado y el aceite puede llegar a solidificar parcialmente durante un almacenamiento a temperaturas menores de los 10-15°C. En estado bruto contiene una considerable cantidad y variedad de sustancias no oleosas, las que, excluyendo los ácidos grasos libres, pueden alcanzar hasta el 2 % o

más (Bailey, 1961). Las características “estándar” aconsejadas por la A.O.C.S. para este tipo de aceite son: densidad a 25 °C de 0.916 – 0.918; índice de refracción a 25° C de 1,468 - 1,472; ácidos grasos libres (como por ciento de ácido oleico) no más de 0.25 y transparencia límpida a 21.1 °C, por lo menos durante 3 horas (Formo, 1979).

Proteínas

El almacenamiento de proteínas en las semillas está regulado por una compleja interacción entre factores endógenos y el medio ambiente (Murphy et al., 1993).

Trabajos realizados por Berberich *et al.*, (1996) mencionan que el contenido de proteínas de la semilla de Bollgard (27.56 %) es similar con variedades convencionales (27.00 %).

El contenido de proteína en algodón depende de la edad de la planta (Greenplate et al., 1998). Por lo que se considera que una deficiencia de nitrógeno se traduce a una baja producción de proteínas (McBride, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en el municipio de Saltillo, Coahuila, entre los paralelos 25° 22' de Latitud norte y los meridianos 101° 103' de Longitud oeste y a 1,743 msnm.

La semilla se obtuvo durante el ciclo Primavera-Verano 2007 en la Comarca Lagunera, en un experimento en el cual se evaluó tres distancias entre surcos con tres variedades diferentes de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), siendo estas la variedad transgénica NuCOTN 35^B y las convencionales CIAN Precoz y Fiber Max (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Características de las variedades de algodón en estudio.

VARIETADES	CARACTERÍSTICAS
NuCOTN 35 ^B	Madurez tardía, altura de la planta 37.7 cm, resistente al gusano rosado y gusano bellotero.
CIAN precoz	Precoz, porte bajo, resistente al <i>Verticillium</i> , hoja pequeña.
Fiber Max	Hoja tipo okra, ramas fructíferas largas.

Estudio I. Laboratorio

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Las semillas fueron desbarradas con ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado (100 %) durante 90 segundos, posteriormente fueron tratadas con Tecto 60 (2.4 g para 200 semillas) para su siembra entre papel.

a. Ensayo de Germinación Estándar (EGE)

Se llevaron a cabo dos ensayos, con una diferencia de 174 días entre ellos, con la finalidad de determinar el efecto del periodo de almacenamiento en la calidad de la semilla.

El porcentaje de germinación se determinó de acuerdo a lo recomendado por la ISTA (2004), con algunas modificaciones. Se evaluaron 4 repeticiones de 50 semillas por variedad y por distancia entre surcos, las cuales fueron sembradas entre papel anchor húmedo. Posteriormente, se colocaron en una cámara germinadora de alta capacidad a una temperatura de $25 \pm 2^\circ C$, manteniendo el material húmedo durante la prueba. El primer conteo (PC) se realizó al cuarto día y se contó únicamente plántulas normales y al doceavo día se realizó el conteo final (segundo conteo (SC))

determinando el porcentaje de germinación, plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG). Se determinó también peso fresco del coleóptilo (PFC), peso fresco de la radícula (PFR), peso seco del coleóptilo (PSC), peso seco de la radícula (PSR), longitud de la radícula (LR) y longitud del coleóptilo (LC), expresados en porcentaje.

Los resultados de germinación fueron expresados en porcentaje contabilizando únicamente las plántulas normales.

b. Ensayo de Envejecimiento Artificial (acelerado) (EEA)

Se llevó a cabo de acuerdo a la metodología establecida por la ISTA (2004), donde la semilla se sometió a una temperatura de $42\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 72 h, con una humedad relativa mayor de 90 por ciento, condiciones que se mantuvieron en una cámara de envejecimiento acelerado. Se utilizaron vasos de precipitado de 500 ml, conteniendo 100 ml de agua destilada. Como soporte interno se utilizó una malla en forma de tubo y otra donde se depositaron 200 semillas tomadas al azar de las variedades transgénicas y convencionales, los vasos se cubrieron con plástico el cual se sujetó con ligas. Posteriormente los vasos se colocaron en una cámara de envejecimiento acelerado (ENVEJE VWRS SCIENTIFIC). Una vez transcurrido las 72 h, se sembraron en papel Anchor, 4 repeticiones de 25 semillas para cada variedad y distancia entre surcos. Su evaluación se realizó a los 12 días después de la siembra, contabilizando únicamente plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar

(SSG), estos resultados fueron expresados en por ciento. Se obtuvo peso fresco del coleóptilo (PFC), peso fresco de la radícula (PFR), peso seco del coleóptilo (PSC), peso seco de la radícula (PSR), longitud de radícula (LR) y longitud de coleóptilo (LC).

Estudio II. Invernadero

a. Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)

La emergencia se evaluó en invernadero bajo condiciones controladas de temperatura de 25 °C y aplicando riegos cada tercer día. La siembra se realizó en una cama de 0.90 m de ancho por 11 m de largo y como substrato se empleó arena de río. Se sembró 4 repeticiones de 25 semillas por cada material (variedad por distancia entre surcos) a una profundidad uniforme de 3 cm, con humedad a capacidad de campo. Se realizó conteos diarios del número de plántulas emergidas, considerándose ésta a partir de la aparición en la superficie de los cotiledones, para mayor precisión de la prueba los conteos se realizaron a la misma hora.

El resultado fue expresado en índice de velocidad de emergencia (IVE), se calculó en base a las plántulas emergidas empleando la fórmula propuesta por Maguire (1961):

$$I.V.E. = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Número de plántulas normales al conteo } i\text{-ésimo}}{\text{Número de días de la siembra al conteo } i\text{-ésimo}}$$

b. Emergencia total

Se determinó en el ensayo de IVE, 12 días después de la siembra. Las plántulas normales de cada repetición fueron cuantificadas y los resultados se expresaron en porcentaje (Popinigis, 1985).

c. Variables evaluadas en laboratorio e invernadero (Estudio I y II)

Peso fresco de plántulas

Las plántulas fueron colocadas en toallas de papel, posteriormente fueron pesadas en una balanza analítica. El peso de cada repetición fue dividido por el respectivo número de plántulas normales y se expresó en miligramos (mg) por plántula.

Peso de Materia Seca de Plántulas

Las plántulas normales fueron colocadas en bolsas de papel de estraza y sometidas a secado hasta obtener peso constante en un horno GCA de laboratorio de precisión a una temperatura de 70 °C por 24 horas.

Al finalizar el secado, se enfrió en un desecador y se pesó en una balanza analítica de precisión. El peso de cada repetición fue dividido por el respectivo número de plántulas normales y se expresó en mg por plántula (Popinigis, 1985).

Longitud de la radícula y del coleóptilo

Se midió la longitud de radícula y de coleóptilo de diez plántulas normales por tratamiento y se expresó en milímetros (mm).

Estudio III. Propiedades Químicas y Físicas de la Semilla

a. Contenido de proteína

El método incluyó tres fases; el de digestión, destilación y titulación. El primer fase se realizó en un digestor Kjeldahl utilizando 1 g de muestra de algodón molido por repetición (18 muestras), adicionando una cuchara de mezcla catalítica y 30 ml de (ácido sulfúrico) H_2SO_4 concentrado, se agregaron 4 perlas de vidrio y se colocó el matraz en el aparato digestor Kjeldahl, la digestión terminó cuando el líquido se clarifica, se deja enfriar la solución y se agregó 250 ml de agua destilada.

En la segunda fase de destilación se llevó a cabo en un matraz Erlenmeyer de 500 ml de capacidad y se agregó 50 ml de (ácido bórico) H_3BO_3 al 4 % y 6 gotas de colorante mixto; luego se colocó en la parte baja del condensador, introduciendo los tubos en el matraz para recibir el destilado y coleccionar 300 ml de volumen. Al matraz Kjeldahl se le agregó 100 ml de (hidróxido de sodio) NaOH al 45 % y unos gránulos de Zinc (como catalizador), y se conectó al destilador rápidamente. Se procedió a calentar la mezcla hasta obtener el volumen deseado. Finalmente se llevó a cabo la tercera fase, la titulación del amonio recogido con H_2SO_4 estandarizado (0.1

N), hasta vire de cambio de color, y con la siguiente formula se determinó el porcentaje de Nitrógeno presente en la semilla de algodón:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{[(V \text{ de ácido}) (N \text{ ac.}) - (V \text{ bco.}) (N \text{ bco.})] \times 0.014^* \times 100}{\text{g de muestra}}$$

% de proteína= % de Nitrógeno x 6.25**

V de ácido= Mililitros gastados de H₂SO₄

N ac= Normalidad del ácido

V bco= Mililitros gastados de H₂SO₄ para el blanco

N bco= Normalidad del blanco

g de muestra= Gramos de muestra

*Son los meq/g de Nitrógeno

6.25*= Factor de conversión a proteína para el algodón.

b. Contenido de lípidos

Para obtener el contenido de lípidos en semilla de algodón, se realizó una extracción de compuestos orgánicos solubles en éter con dos repeticiones de 4 g de muestra (molido) por variedad. Para la extracción de lípidos se utilizó el método de Soxhlet. Utilizando los siguientes materiales y reactivos: aparato extractor tipo Soxhlet, dedales de asbesto, matraz bola fondo plano boca esmerilada, parrilla de calentamiento, estufa, pinzas, balanza analítica, desecador, perlas de vidrio, papel filtro y éter etílico.

El procedimiento consistió en pesar 4 g de muestra seca sobre el papel filtro, la cual se depositó en el dedal de asbesto doblando con cuidado el papel que contenía la muestra, en seguida se depositó lo anterior en un sifón; se utilizó un matraz redondo de fondo plano de boca esmerilada que estuvo a peso constante, se enfrió por 15 minutos, se pesó y se registró su peso. Al matraz redondo se adicionó éter etílico hasta la mitad del volumen del matraz y se acopló al refrigerante del dispositivo Soxhlet, se aplicó temperatura durante 4 horas para la extracción de los lípidos, contando el tiempo a partir de que el líquido empezó a evaporar (hervir).

Finalmente el matraz con el contenido de lípido más el solvente se colocó en un rotor de vapor, posteriormente se puso en la estufa a una temperatura de 100-103 °C por 12 horas para obtener nuevamente el peso constante del matraz que contenía grasa, una vez transcurrido el tiempo se retiró, se dejó enfriar dentro del desecador y finalmente se obtuvo el peso, realizando los cálculos con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{peso constante del matraz con grasa} - \text{peso del matraz constante solo})}{\text{g muestra}} \times 100$$

c. Peso de 100 semillas.

La metodología consistió en determinar el peso (en gramos) de 100 semillas con tres repeticiones por variedad y distancia entre surcos.

d. Ancho y longitud de la semilla.

Consistió en medir (con un vernier) el grosor y longitud de 10 semillas por repetición, el total de repeticiones fueron 10 por variedad y distancia entre surcos, expresados en milímetros.

Diseño estadístico

Los diferentes estudios llevados a cabo se establecieron y analizaron de acuerdo a un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 3 (3 variedades y 3 distancias entre surcos), con el siguiente modelo lineal:

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

i = variedades.

j = distancias entre surcos.

Donde:

Y_{ij} = respuesta de la i -ésima variedad con la j -ésima distancia entre surcos.

μ = Media general.

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A (Variedad).

β_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor B (Distancia entre surcos).

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción variedad * distancia entre surcos.

E_{ij} = error en la i -ésima variedad de la j -ésima distancia entre surcos.

El análisis, estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS (2001). La comparación de medias se hizo a través de la Prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio I. Laboratorio

Se realizaron dos ensayos de germinación estándar, en diferente fecha para determinar el efecto del tiempo de almacenamiento en la capacidad germinativa.

a. Primer Ensayo de Germinación Estándar

En el análisis de varianza para los atributos de calidad (Cuadro 4.1), se puede observar para la fuente de variación, variedad muestra diferencias altamente significativa ($P \leq 0.01$) para las variables PFR, PFC, PSR, PSC, LR y LC, y por el contrario no hay diferencias para el resto de las variables. En la fuente de variación distancia entre surcos se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para PCPN y PFC; así mismo para PSC muestra diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y no significativas para el resto de las variables. Por último, la interacción variedad por distancia entre surcos (V*D) donde las variables PCPN, PA, PFR, PSR, LR y LC muestra diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las variables PFC y PSC (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad en el primer ensayo de germinación.

FV	GL	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
Repetición	3	34.51 NS	7.25 NS	6.62 NS	1.59 NS	8.16 NS	401.39 NS	0.09 NS	1.96 NS	3.48 NS	0.58 NS
Variedad (V)	2	196.00 NS	54.11 NS	42.33 NS	1.44 NS	1766.80 **	30961.66 **	11.79 **	123.94 **	22.91 **	9.72 **
Dist. /Surcos (D)	2	394.33 **	14.11 NS	5.33 NS	2.11 NS	55.18 NS	1897.72 **	0.05 NS	5.40 *	0.01 NS	0.04 NS
V*D	4	165.33 *	35.44 NS	38.66 *	2.44 NS	170.22 *	2997.11 **	0.59 *	10.55 **	3.29 *	0.48 *
Error	24	66.43	16.59	13.21	2.25	98.56	297.40	0.16	1.54	1.36	0.48
C.V (%)		13.5	4.46	46.4	159.15	11.23	3.71	6.56	3.55	10.86	5.85

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; NS= No significativo; PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

En la comparación de medias por variedad (Cuadro 4.2), se encontró que la variedad CIAN Precoz superó estadísticamente a la variedad Fiber Max en las variables PFC y PSC; por otra parte, la variedad NuCOTN 35^B obtuvo los valores más bajos en las variables PFR, PFC, PSR, PSC, LR y LC, en comparación a CIAN Precoz y la Fiber Max. En base a lo anterior indica un menor vigor de plántulas para NuCOTN 35^B. El vigor de la semilla es una característica sumamente importante para su establecimiento en campo. La ISTA (2004) define el vigor de una semilla como la suma total de todas aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel del potencial de actividad y funcionamiento de una semilla o lote de semillas durante su germinación y emergencia. Flores (2004) menciona que existen semillas con alto vigor, que se expresa en plántulas capaces de emerger y continuar creciendo bajo condiciones favorables o desfavorables presentando un comportamiento normal; o con bajo vigor, con plántulas capaces de emerger pero incapaces de continuar creciendo por lo que su comportamiento es anormal.

Cuadro 4.2. Comparación de medias por variedad para el primer ensayo de germinación.

Variedad	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
CIAN PRECOZ	62.6 a	93.6 a	5.6 a	0.6 a	98.7 a	508.5 a	6.7 a	37.7 a	11.6 a	12.3 a
FIBER MAX	55.6 a	89.8 a	8.8 a	1.3 a	91.0 a	476.8 b	6.6 a	35.9 b	11.3 a	12.5 a
NUCOTN 35 ^B	62.6 a	90.1 a	9.0 a	0.8 a	75.1 b	409.1 c	4.9 b	31.4 c	9.1 b	10.8 b
\bar{X}	60.33	91.2	7.8	0.9	88.3	464.8	6.1	35.0	10.7	11.9
Tukey	8.3	4.1	3.7	1.5	10.1	17.5	0.4	1.2	1.1	0.7

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

En la comparación de medias para la germinación por distancia entre surcos (Cuadro 4.3), se observa que las semillas provenientes de surcos sembrados a 75 cm de distancia, superó estadísticamente en PFC y PSC a las semillas producidas de la siembra de 35 y 50 cm, sin embargo en vigor (PCPN) superó únicamente a la siembra a 50 cm.

Cuadro 4.3. Comparación de medias por distancia entre surcos para el primer ensayo de germinación.

Dist. /Surcos	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
35 cm	59.3 a b	90.1 a	8.5 a	1.3 a	86.1 a	453.0 b	6.1 a	34.6 b	10.77 a	11.93 a
50 cm	55.1 b	92.3 a	7.1 a	0.5 a	90.3 a	463.2 b	6.1 a	34.6 b	10.73 a	11.98 a
75 cm	66.5 a	91.1 a	7.8 a	1.0 a	88.6 a	478.1 a	6.0 a	35.8 a	10.71 a	11.86 a
\bar{X}	60.3	91.2	7.8	0.9	88.3	464.8	6.1	35.0	10.7	11.9
Tukey	8.3	4.1	3.7	1.5	10.1	17.5	0.4	1.2	1.2	0.7

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

En la comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para el primer ensayo de germinación (Anexo, Cuadro A1), se encontraron diferencias estadísticas para las variables PCPN, PA, PFR, PFC, PSR, PSC, LR y LC. En estas variables de manera general la variedad CIAN Precoz presentó mejor comportamiento seguido por Fiber Max y por último NuCOTN 35^B.

b. Segundo Ensayo de Germinación Estándar

En el Cuadro 4.4 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad para el segundo ensayo de germinación. Para la fuente de variación repetición únicamente la variable PSR presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y en la fuente de variación variedad se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las variables SCPN y PA y altamente significativa ($P \leq 0.01$) para las variables PFR, PFC, PSR, PSC, LR y LC. Por otra parte, la fuente de variación distancia entre surcos mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para la variable PFR y diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para la variable PSC. Con respecto a la interacción variedad por distancia entre surcos (V*D), se observó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en las variables PFR, PSR y LR, además encontrándose diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para las variables PFC, PSC y LC. Para el resto de las variables no se encontraron diferencias.

Cuadro 4.4. Cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad para el segundo ensayo de germinación.

FV	GL	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
Repetición	3	19.25 NS	2.18 NS	2.18 NS	0.74 NS	84.59 NS	79.49 NS	0.91 *	0.08 NS	1.81 NS	0.41 NS
Variedad (V)	2	42.11 NS	44.33 *	37.00 *	0.33 NS	881.71 **	36620.00 **	3.25 **	192.80 **	22.97 **	8.08 **
Dist. / Surcos (D)	2	14.77 NS	2.33 NS	1.00 NS	1.33 NS	321.69 **	645.85 NS	0.64 NS	8.78 *	1.62 NS	1.67 NS
V*D	4	24.77 NS	19.66 NS	16.00 NS	0.66 NS	1195.24 **	1995.16 *	3.96 **	8.18 *	10.83 **	0.70 *
Error	24	17.75	10.01	9.35	1.15	33.02	499.28	0.27	2.31	1.13	0.53
C.V (%)		4.41	3.30	79.77	322.74	7.43	4.75	9.69	4.30	10.21	6.80

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; NS= No significativo; PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

Al realizar la comparación de medias por variedad (Cuadro 4.5) para el segundo ensayo de germinación, las variedades CIAN Precoz y Fiber Max

presentaron un comportamiento estadísticamente superior a la variedad NuCOTN 35^B en las variables PFC, PSR, PSC, LR y LC. Donde CIAN Precoz fue superior a Fiber Max y NuCOTN 35^B en PFR. Para la variable germinación (SCPN) la variedad CIAN Precoz (97.8 %), superó a Fiber Max que obtuvo 94.0 %. Por último, Fiber Max obtuvo mayor porcentaje de PA que CIAN Precoz, lo cual indica un grado de deterioro en la semilla.

Cuadro 4.5. Comparación de medias por variedad para el segundo ensayo de germinación.

Variedad	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
CIAN PRECOZ	93.5 a	97.8 a	2.0 b	0.1 a	87.2 a	506.4 a	5.8 a	38.3 a	10.8 a	11.1 a
FIBER MAX	96.0 a	94.0 b	5.5 a	0.5 a	72.3 b	497.6 a	5.4 a	36.9 a	11.5 a	11.2 a
NUCOTN 35 ^B	97.1 a	95.6 a b	4.0 a b	0.3 a	72.4 b	406.6 b	4.8 b	30.7 b	8.8 b	9.7 b
\bar{X}	95.5	95.8	3.8	0.3	77.3	470.2	5.3	35.3	10.4	10.6
Tukey	4.2	3.2	3.1	1.0	5.8	22.7	0.5	1.5	1.0	0.7

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN=Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

En la comparación de medias para la distancia entre surcos (Cuadro 4.6), se encontró que las semillas provenientes de plantas sembradas a una distancia entre surcos de 35 cm, mostraron mayor PFR que las generadas entre surcos de 50 y 75 cm. Con respecto a la variable PSC, la distancia entre surcos de 75 cm fue estadísticamente superior a la distancia entre surcos de 35 cm. El resto de las variables estudiadas presentaron un comportamiento similar. Los resultados indican una mayor acumulación de materia seca, al incrementarse la distancia entre surcos.

Cuadro 4.6. Comparación de medias por distancia entre surcos para el segundo ensayo de germinación.

Dist. /Surcos	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
35 cm	95.8 a	96.1 a	3.5 a	0.3 a	83.1 a	462.1 a	5.6 a	34.3 b	10.8 a	10.9 a
50 cm	96.5 a	96.0 a	4.0 a	0.0 a	75.5 b	472.1 a	5.2 a	35.7 a b	10.0 a	10.2 a
75 cm	94.3 a	95.3 a	4.0 a	0.6 a	73.2 b	476.4 a	5.2 a	35.9 a	10.3 a	10.8 a
\bar{x}	95.5	95.8	3.8	0.3	77.3	470.2	5.3	35.3	10.4	10.6
Tukey	4.2	3.2	3.1	1.0	5.8	22.7	0.5	1.5	1.0	0.7

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

En la comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para el segundo ensayo de germinación (Anexo, Cuadro A2), se encontraron diferencias estadísticas para las variables PFR, PFC, PSR, PSC, LR y LC. Se puede observar que hasta cierto grado coinciden estos resultados con el primer ensayo de germinación. Sin embargo difieren en la variable PCPN ya que en el 1^{er} ensayo la semilla posiblemente presentaba latencia, teniendo un promedio de germinación de 60.3 % y para el 2^{do} ensayo mejoró notablemente hasta un promedio de 95.5 %, por lo tanto presentó mayor vigor.

Al comparar los resultados obtenidos en los ensayos de germinación se encontró para el primer ensayo 91.2 % y para el segundo 95.8 %, lo cual puede indicar posiblemente que la semilla inicialmente tenía algún grado de latencia superándose para la segunda evaluación.

En estudios realizados por Estrada *et al.* (2004), encontraron que la variedad transgénica NuCOTN 35^B y la variedad convencional Fiber Max 819 presentaron un porcentaje de germinación muy bajo de 48 % y 49 % lo cual

refleja un grado de deterioro. Sin embargo, estudios realizados por Ruíz *et al.* (2002), en las variedades transgénicas (NuCOTN 35^B y NuCOTN 33^B) y en las convencionales (DP 5609 y DP 5415), se encontró que las variedades transgénicas presentaron valores de germinación de 95 %, a diferencia de las convencionales que obtuvieron 93 % en promedio, siendo estadísticamente iguales.

Los resultados obtenidos en el presente estudio superan los reportados por Estrada *et al.* (2004) y por Ruiz *et al.* (2002). Lo anterior indica que los atributos de calidad de la semilla difiere entre variedades y es afectada por el manejo de postcosecha, de producción y almacenamiento.

c. Ensayo de Envejecimiento Artificial (Acelerado)

Los cuadrados medios del análisis de varianza (Cuadro 4.7) para la fuente de variación variedad mostraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en las variables PFR, PFC, PSR, PSC, LR, LC y no significativas para el resto de las variables. Para la fuente de variación distancia entre surcos, solo la variable PFR mostró diferencias ($P \leq 0.05$). La interacción variedad por distancia entre surcos (V*D) presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para las variables PFR, PFC, PSR, LR y LC, y altamente significativa ($P \leq 0.01$) para PSC.

Cuadro 4.7. Cuadrados medios del análisis de varianza para el ensayo de envejecimiento artificial.

FV	GL	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
Repetición	2	1.77 NS	18.37 NS	11.25 NS	1.77 NS	207.40 NS	1840.57 NS	0.33 NS	5.56 NS	2.46 NS	0.89 NS
Variedad (V)	2	21.33 NS	2.37 NS	2.37 NS	0.00 NS	982.03 **	33459.42 **	1.78 **	199.07 **	13.32 **	5.38 **
Dist. / Surcos (D)	2	12.44 NS	4.14 NS	0.59 NS	1.77 NS	388.71 *	198.68 NS	0.07 NS	3.18 NS	0.60 NS	0.11 NS
V*D	4	4.44 NS	4.14 NS	1.48 NS	1.77 NS	290.65 *	2660.45 *	0.54 *	29.56 **	2.25 *	0.82 *
Error	16	13.1	8.37	6.59	1.77	64.39	738.70	0.22	5.78	1.43	0.29
C.V (%)		3.70	2.96	133.31	300.00	8.87	4.82	8.28	6.83	14.21	4.61

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; NS= No significativo; PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

En la comparación de medias por variedad para el ensayo de envejecimiento artificial (Cuadro 4.8), se encontró que la variedad Fiber Max superó a CIAN Precoz y NuCOTN 35^B en las variables PFR y LR, superando también a NuCOTN 35^B en PFR, PFC, PSR, PSC, LR y LC. Mientras que en la variable PSC la variedad CIAN Precoz presentó mayor peso que Fiber Max y NuCOTN 35^B. Estos indican que las variedades CIAN Precoz y Fiber Max superaron en vigor a la variedad NuCOTN 35^B.

Cuadro 4.8. Comparación de medias por variedad para el ensayo de envejecimiento artificial.

Variedad	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
CIAN PRECOZ	96.00 a	97.33 a	2.22 a	0.44 a	84.08 b	609.34 a	5.73 a b	39.49 a	8.20 b	12.10 a
FIBER MAX	98.66 a	97.33 a	2.22 a	0.44 a	102.45 a	587.45 a	6.20 a	35.96 b	9.74 a	12.20 a
NUCOTN 35 ^B	98.66 a	98.22 a	1.33 a	0.44 a	84.64 b	494.50 b	5.31 b	30.18 c	7.34 b	10.81 b
\bar{X}	97.77	97.62	1.92	0.44	90.39	563.76	5.75	35.21	8.43	11.71
Tukey	4.40	3.51	3.12	1.62	9.76	33.06	0.57	2.92	1.5	0.65

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

Por otra parte, la comparación de medias por distancia entre surcos para envejecimiento artificial (Cuadro 4.9), indica una respuesta similar entre semillas que provienen de surcos sembrados a diferentes distancias,

mostrando niveles estadísticamente iguales de vigor. Lo anterior indica que el estrés inducido durante el proceso de envejecimiento acelerado artificial no provocó deterioro en la semilla, permitiendo que esta germinara y se desarrollara sin afectar su metabolismo.

Cuadro 4.9. Comparación de medias por distancia entre surcos para el ensayo de envejecimiento artificial.

Dist. /Surcos	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
35 cm	99.1 a	98.2 a	1.7 a	0.0 a	97.8 a	562.4 a	5.7 a	35.5 a	8.5 a	11.5 a
50 cm	97.3 a	97.7 a	1.7 a	0.4 a	87.7 b	559.8 a	5.6 a	34.5 a	8.5 a	11.7 a
75 cm	96.8 a	96.8 a	2.2 a	0.8 a	85.5 b	568.9 a	5.8 a	35.5 a	8.1 a	11.8 a
\bar{x}	97.7	97.6	1.9	0.4	90.3	563.7	5.7	35.2	8.4	11.7
Tukey	4.4	3.5	3.1	1.6	9.7	33.0	0.5	2.9	1.5	0.6

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

En lo que respecta a comparación de medias por variedad y densidad para la prueba de envejecimiento artificial (Anexo, Cuadro A3), se presentó diferencias estadísticas para las variables PFR, PFC, PSR, PSC, LR y LC. Donde la variedad NuCOTN 35^B fue superada por las variedades CIAN Precoz y Fiber Max.

Los resultados obtenidos de envejecimiento artificial (acelerado) coinciden con los resultados obtenidos por Estrada *et al*, (2004), donde menciona que no encontró diferencias significativas entre las variedades Fiber Max y NuCOTN 35^B. Pero difieren de los resultados obtenidos por Montenegro *et al*. (2000), quienes reportan que las variedades transgénicas NuCOTN 35^B y NuCOTN 33^B presentaron valores superiores con relación a los materiales convencionales DP 5690 y DP 5415. Difieren también de

estudios realizados por Ruiz *et al.* (2002), donde evaluó vigor a 72 h en semillas de algodón transgénico (DP 20^B, DP 428^B, DP 458^{B/RR} y NuCOTN 35^B) y convencional (DP 675 y DP 5690), encontrando que la variedad NuCOTN 35B resultó ser superior y estadísticamente diferente, con un valor de germinación de 92 por ciento; la variedad que presentó menor vigor fue DP 5690 con un valor de 28 por ciento.

Estudios II. Invernadero

a. Evaluación de calidad fisiológica de semillas de algodón en invernadero.

Los cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad evaluada en invernadero (Cuadro 4.10), muestran en la fuente de variación repetición diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para las variables SSG y LC, y en la fuente de variación variedad se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las variables PFP, PSP e Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) y diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las variables LC y Emergencia Total (ET); el resto de las variables fueron estadísticamente iguales. La fuente de variación distancia entre surcos, únicamente presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para la variable PFP y significativas ($P \leq 0.05$) para las variables PA e IVE. Con relación a la interacción variedad por distancia entre surcos (V*D), se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las variables PA, PFP, PSP, LR, LC y diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para las variables PN e IVE.

Cuadro 4.10. Cuadrados medios del análisis de varianza para atributos de calidad evaluadas en invernadero.

FV	GL	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFP (mg/pl)	PSP (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)	IVE	ET
Repetición	2	100.14 NS	1.77 NS	78.81 *	2169.71 NS	5.51 NS	0.08 NS	0.32 *	0.01 NS	43.25 NS
Variedad (V)	2	4.14 NS	16.00 NS	14.81 NS	22468.02 **	205.23 **	0.20 NS	0.25 *	0.31 **	78.81 *
Dist. / Surcos (D)	2	46.81 NS	23.11 *	36.14 NS	4462.14 **	3.66 NS	0.40 NS	0.15 NS	0.06 NS	30.81 NS
V*D	4	112.59 *	44.44 **	52.14 NS	14473.32 **	86.77 **	2.00 **	1.56 **	0.04 *	23.70 NS
Error	16	28.14	6.44	17.48	683.77	11.40	0.29	0.06	0.01	17.25
C.V (%)		5.83	81.59	70.55	7.18	6.04	10.77	5.92	5.26	4.39

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente. NS= No significativo; PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFP= Peso fresco de las plántulas; PSP= Peso seco de las plántulas; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo; IVE= Índice de Velocidad de Emergencia y ET= Emergencia Total.

En la comparación de medias por variedad para atributos de calidad en las variables evaluadas en invernadero (Cuadro 4.11), se observa que la variedad CIAN Precoz mostró diferencias estadísticas con respecto a las variedades Fiber Max y NuCOTN 35^B en PFP, superando también a NuCOTN 35^B en la variable PSP. Con respecto a la variable LC, la variedad Fiber Max fue superada estadísticamente por CIAN Precoz en 0.32 cm. Para el IVE, CIAN Precoz y NuCOTN 35^B presentaron valores estadísticamente iguales, reflejando igual vigor durante la germinación. En ET, CIAN Precoz obtuvo 97.77, esto es una diferencia del 5 % con respecto a Fiber Max.

Cuadro 4.11. Comparación de medias por variedad para atributos de calidad evaluada en invernadero.

Variedad	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFP (mg/pl)	PSP (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)	IVE	ET
CIAN PRECOZ	90.22 a	3.11 a	6.66 a	419.33 a	59.24 a	4.86 a	4.49 a	2.79 a	97.77 a
FIBER MAX	91.55 a	1.77 a	6.66 a	322.46 b	57.98 a	5.07 a	4.17 b	2.43 b	92.00 b
NUCOTN 35 ^B	91.11 a	4.44 a	4.44 a	349.66 b	50.41 b	5.15 a	4.23 a b	2.68 a	93.77 a b
\bar{X}	90.96	3.11	5.92	363.81	55.88	5.03	4.29	2.63	94.51
Tukey	6.45	3.08	5.08	31.80	4.10	0.65	0.30	0.16	5.05

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFP= Peso fresco de las plántulas; PSP= Peso seco de las plántulas; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo; IVE= Índice de Velocidad de Emergencia y ET= Emergencia Total.

En la comparación de medias para el factor distancia entre surcos evaluado en invernadero (Cuadro 4.12), se observa que las semillas obtenidas en surcos de 50 cm de distancia presentó menor porcentaje de PA que las de 35 y 75 cm. La semilla evaluada de los surcos de 75 cm de distancia en la variable PFP mostró ser diferente estadísticamente a la de 35 cm. Sin embargo, el resto de las variables presentaron un comportamiento similar, indicando igual vigor en semillas procedentes de plantas sembradas a diferentes distancias entre surcos.

Cuadro 4.12. Comparación de medias por distancia entre surcos para atributos de calidad evaluada en invernadero.

Dist. /Surcos	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFP (mg/pl)	PSP (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)	IVE	ET
35 cm	91.5 a	4.4 a	4.0 a	342.8 b	55.1 a	5.2 a	4.2 a	2.70 a	96.00 a
50 cm	92.8 a	1.3 b	5.7 a	361.4 a b	56.2 a	4.8 a	4.2 a	2.66 a	95.11 a
75 cm	88.4 a	3.5 a b	8.0 a	387.1 a	56.2 a	5.0 a	4.4 a	2.54 a	92.44 a
SE	90.9	3.1	5.9	363.8	55.8	5.0	4.2	2.63	94.51
Tukey	6.4	3.0	5.0	31.8	4.1	0.6	0.3	0.16	5.05

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFP= Peso fresco de las plántulas; PSP= Peso seco de las plántulas; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo; IVE= Índice de Velocidad de Emergencia y ET= Emergencia Total.

Respecto a la comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para atributos de calidad evaluado en invernadero (Anexo, Cuadro A4), se puede apreciar que la variedad NuCOTN 35^B (35 cm) y CIAN Precoz (50 cm) presentaron mejor comportamiento en PN, también se puede observar que la variedad NuCOTN 35^B (75 cm) y CIAN Precoz (35 cm) presentaron mayor porcentaje de PA, lo cual es complejo de explicar, ya que al incrementarse la distancia entre surcos, las plantas compiten en menor grado por luz e insumos. En la variable PFP la variedad CIAN Precoz (75 cm) presentó mejor comportamiento que el resto de las variedades y sus

respectivas distancias entre surcos. En cuanto a la variable PSP, las variedades Fiber Max y CIAN Precoz mostraron mejor comportamiento que NuCOTN 35^B. Por otra parte, en la variable LR, NuCOTN 35^B (75 cm) presentó un crecimiento deficiente, comparado con el resto que tuvieron un comportamiento similar. En lo que respecta a LC, las que destacan son Fiber Max (75 cm), NuCOTN 35^B (35 cm) y CIAN Precoz (50 y 75 cm) y finalmente en la variable IVE la variedad que mostró un mejor comportamiento fue CIAN Precoz (35 y 50 cm); lo cual es importante, ya que permite ver el vigor de la semilla y la eficiencia en metabolismo, principalmente en síntesis de ATP y desdoblamiento de reservas. Se observó también que CIAN Precoz (75 cm) superó en PSP a NuCOTN 35^B en todas las distancias entre surcos, esta variable es un indicador de vigor y expresa la eficiencia para acumular materia seca de la plántula. Cabe mencionar que las semillas que presentan mayor IVE de emergencia son más vigorosas y por lo tanto presentan mayor calidad.

La ET en invernadero fue de 94.51 % en promedio. Destacó las semillas obtenidas a distancia de siembra de 50 cm, donde se obtuvo menor número de PA. Los resultados difieren de los estudios realizados por Montenegro *et al.* (2000), donde mencionan que los materiales transgénicos (NuCOTN 35^B, NuCOTN 33^B) presentaron superioridad a los convencionales (DP 5690, DP 5415) en IVE y ET.

Estudio III. Propiedades Químicas y Físicas de la Semilla.

En el Cuadro 4.13 de los cuadrados medios del análisis de varianza para propiedades químicas y físicas de la semilla, muestran que las fuentes de variación variedad e interacción variedad por distancia entre surcos (V*D) hay diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la variable por ciento de lípidos; sin embargo, para la variable contenido de proteínas (%) no presentó diferencias significativas.

Para la variable peso de cien semillas se encontró diferencia altamente significativas ($P \leq 0.01$) para las fuentes de variación variedad, distancia entre surcos y la interacción variedad por distancia entre surcos (V*D). Con respecto a la variable longitud de la semilla (LS) en la fuente de variación variedad, presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) y para el resto de las variables no se encontró diferencias significativas.

Cuadro 4.13. Cuadrados medios del análisis de varianza para propiedades químicas y físicas de la semilla.

FV	GL	Lípidos (%)	Proteínas (%)	GL	Peso 100 sem. (g)	GL	AS (mm)	LS (mm)
Repetición	1	3.10 NS	1.90 NS	2	0.06 NS	9	0.046 NS	0.92 NS
Variedad (V)	2	10.56 *	1.58 NS	2	5.20 **	2	0.228 NS	3.88 **
Dist. / Surcos (D)	2	6.76 NS	19.09 NS	2	0.50 **	2	0.265 NS	0.73 NS
V*D	4	10.21 *	12.20 NS	4	0.47 **	4	0.007 NS	0.07 NS
Error	8	1.85	6.44	16	0.02	72	0.138	0.58
C.V (%)		6.96	9.69		1.74		8.374	8.08

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; NS= No significativo; AS= Ancho de la semilla y LS= Longitud de la semilla.

Con respecto a la comparación de medias por variedad para propiedades químicas y físicas de la semilla (Cuadro 4.14), se encontró que la variedad NuCOTN 35^B presentó menor porcentaje en contenido de lípidos

en relación a CIAN Precoz, a su vez esta variedad en la variable peso 100 semillas superó a las variedades Fiber Max y NuCOTN 35^B. En cuanto a LS destaca Fiber Max al superar NuCOTN 35^B en 0.71 mm.

Cuadro 4.14. Comparación de medias por variedad para propiedades químicas y físicas de la semilla.

Variedad	Lípidos (%)	Proteínas (%)	Peso 100 sem. (g)	AS (mm)	LS (mm)
CIAN PRECOZ	20.49 a	26.78 a	8.85 a	4.55 a	9.49 a b
FIBER MAX	20.06 a b	25.83 a	8.20 b	4.42 a	9.80 a
NUCOTN 35 ^B	18.01 b	25.97 a	7.34 c	4.38 a	9.09 b
\bar{X}	19.52	26.19	8.13	4.45	9.46
Tukey	2.24	4.18	0.17	0.23	0.47

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). AS= Ancho de la semilla; LS=Longitud de la semilla.

Por otra parte, en la comparación de medias por distancia entre surcos para propiedades químicas y físicas de la semilla (Cuadro 4.15), se encontró diferencias estadísticas únicamente en peso de 100 semillas, destacando la distancia entre surcos de 50 y 75 cm. Lo anterior indica que las diferentes distancias no influyeron en la calidad química de las semillas en estudio. Sin embargo las diferencias numéricas, indican mayor contenido de proteínas en la semilla sembrada a una distancia de 75 cm entre surcos.

Cuadro 4.15. Comparación de medias por distancia entre surcos para propiedades químicas y físicas de la semilla.

Dist. Surcos	Lípidos (%)	Proteínas (%)	Peso 100 sem. (g)	AS (mm)	LS (mm)
35 cm	18.46 a	26.20 a	7.86 b	4.38 a	9.36 a
50 cm	20.59 a	24.41 a	8.21 a	4.41 a	9.64 a
75 cm	19.51 a	27.98 a	8.31 a	4.55 a	9.37 a
\bar{X}	19.52	26.19	8.13	4.45	9.46
Tukey	2.24	4.18	0.17	0.23	0.47

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). AS= Ancho de la semilla; LS=Longitud de la semilla.

En la comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para las propiedades químicas y físicas de la semilla (Anexo, Cuadro A5), se encontró que CIAN Precoz (75 cm) contiene un mayor porcentaje de contenido de lípidos. En contraste, NuCOTN 35^B (75 cm) presentó el menor contenido (15.43 %). También se observó que la variedad CIAN Precoz (75 cm) superó al resto de las variedades en sus respectivas distancias de siembra en cuanto a peso de 100 semillas. Para el contenido de proteína (%), ancho de la semilla (AS) y LS en la interacción variedad por distancia entre surcos (V*D), no se vio afectada ya que se obtuvieron valores estadísticamente iguales.

En general se observó que la variedad CIAN Precoz presentó el mayor contenido de lípidos y peso de cien semillas. Ambos parámetros son de suma importancia durante el proceso germinativo, ya que los lípidos aportan parte de la energía requerida para emerger y establecerse. Por otra parte, el peso de semillas es un componente de rendimiento, que se reflejará en la productividad por hectárea. Las diferencias en contenido de lípidos encontrados en el presente estudio difiere de los resultados publicados por Berberich *et al.*, (1996), donde mencionan que las semillas transgénicas y convencionales son equivalentes en su composición química, ambos materiales coinciden en el contenido de proteínas ya que son estadísticamente iguales.

V. CONCLUSIONES

1. Las variedades en estudio por poseer información genética diferente, mostraron diferencias en vigor, sobresaliendo CIAN Precoz con mayor peso seco, longitud de radícula y coleóptilo e IVE.
2. El vigor de la semilla, no se redujo al someterla a envejecimiento artificial.
3. En los análisis químicos y físicos, CIAN Precoz superó a NuCOTN 35^B.
4. La semilla procedente de plantas cultivadas a una distancia entre surcos de 75 cm, resultaron con mayor vigor, expresado al primer conteo y peso seco de coleóptilo en el ensayo de germinación. Por otra parte, en la variedad CIAN Precoz se observó que a menor distancia entre surcos se incrementa el Índice de Velocidad de Emergencia.
5. A excepción del peso de cien semillas, las diferentes distancias de siembra, no afectaron la expresión de los caracteres físicos y químicos de la semilla.
6. La semilla de la variedad Fiber Max procedente de siembra en surcos espaciados de 75 cm de distancia, mostró mayor vigor, contenido de lípidos y peso de cien semillas.

7. En general se observó que los sistemas de siembra en surcos ultra-estrechos, modifican la expresión de algunas variables relacionadas con el vigor de la semilla, sin afectar el contenido de lípidos y proteínas. Las diferencias obtenidas se debieron principalmente a la constitución genética de las variedades en estudio.

ANEXOS

Cuadro A1. Comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para el primer ensayo de germinación.

Variedad	Dist. / Surcos	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
Fiber Max	35 cm	48.0 c	87.0 a	10.5 a b	2.5 a	81.5 b c	432.9 b	6.7 a	34.3 b c	11.1 a b	12.1 a b
Fiber Max	50 cm	58.5 a b	94.5 a	4.5 b c	1.0 a	94.8 a b c	490.8 a	6.6 a	36.9 a b	11.3 a b	12.8 a
Fiber Max	75 cm	60.5 a b	88.0 a	11.5 a	0.5 a	96.6 a b	506.6 a	6.5 a	36.5 b	11.7 a b	12.6 a
Nucotn 35 ^B	35 cm	65.0 a b	90.5 a	9.0 a b	0.5 a	79.9 b c	427.3 b	5.4 b c	32.7 c d	9.8 b c	11.2 b c
Nucotn 35 ^B	50 cm	53.5 b c	90.5 a	9.0 a b	0.5 a	73.0 c	397.4 b	4.7 c	30.6 d	8.1 c	10.9 b c
Nucotn 35 ^B	75 cm	69.5 a	89.5 a	9.0 a b	1.5 a	72.4 c	402.5 b	4.6 c	31.0 d	9.3 b c	10.5 c
Cian Precoz	35 cm	65.0 a b	93.0 a	6.0 b c	1.0 a	96.8 a b	499.0 a	6.3 a b	36.8 a b	11.3 a b	12.4 a b
Cian Precoz	50 cm	53.5 b c	92.0 a	8.0 a b	0.0 a	103.1 a	501.5 a	6.8 a	36.4 b	12.7 a	12.2 a b
Cian Precoz	75 cm	69.5 a	96.0 a	3.0 c	1.0 a	96.9 a b	525.1 a	6.9 a	39.8 a	11.0 a b	12.4 a b
\bar{X}		60.3	91.2	7.8	0.9	88.3	464.8	6.1	35.0	10.7	11.9
Tukey		15.8	9.7	7.1	3.6	19.3	41.4	0.9	2.9	2.2	1.3

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

Cuadro A2. Comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para el segundo ensayo de germinación.

Variedad	Dist. / Surcos	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
Fiber Max	35 cm	96.5 a	92.0 a	7.0 a	1.0 a	72.0 c d	469.7 b c	5.3 a b c	34.5 b c	10.8 a	11.1 a b
Fiber Max	50 cm	98.5 a	96.0 a	4.0 a	0.0 a	83.1 b c	520.0 a b	6.0 a b	37.6 a b	11.6 a	11.0 a b
Fiber Max	75 cm	93.0 a	94.0 a	5.5 a	0.5 a	61.7 d e	503.3 a b	4.9 b c d	38.7 a	12.1 a	11.4 a b
Nucotn 35 ^B	35 cm	99.5 a	98.0 a	2.0 a	0.0 a	96.6 a b	419.6 c d	6.2 a	31.1 c d	11.3 a	9.8 b c
Nucotn 35 ^B	50 cm	95.5 a	93.5 a	6.5 a	0.0 a	62.4 d e	402.7 d	3.9 d	31.3 c d	7.8 b c	9.5 c
Nucotn 35 ^B	75 cm	96.5 a	95.5 a	3.5 a	1.0 a	58.1 e	397.5 d	4.3 c d	29.8 d	7.3 c	9.7 b c
Cian Precoz	35 cm	91.5 a	98.5 a	1.5 a	0.0 a	80.7 c	497.1 a b	5.3 a b c	37.4 a b	10.1 a b	11.7 a
Cian Precoz	50 cm	95.5 a	98.5 a	1.5 a	0.0 a	81.0 c	520.0 a b	5.7 a b	38.2 a	10.6 a	10.1 b
Cian Precoz	75 cm	93.5 a	96.5 a	3.0 a	0.5 a	99.7 a	528.5 a	6.4 a	39.2 a	11.6 a	11.4 a b
\bar{X}		95.5	95.8	3.8	0.3	77.3	470.2	5.3	35.3	10.4	10.6
Tukey		10.1	7.6	7.3	2.5	13.8	53.7	1.2	3.6	2.5	1.4

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

Cuadro A3. Comparación de medias por variedad y densidad para envejecimiento artificial.

Variedad	Dist. /Surcos	PCPN (%)	SCPN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFR (mg/pl)	PFC (mg/pl)	PSR (mg/pl)	PSC (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)
Fiber Max	35 cm	98.6 a	97.3 a	2.6 a	0.0 a	111.0 a	559.0 a b c	6.3 a	33.4 b c d	9.4 a b	11.8 a b
Fiber Max	50 cm	98.6 a	98.6 a	1.3 a	0.0 a	93.2 a b c d	595.0 a b	6.0 a b	36.6 a b c	9.2 a b	11.8 a b
Fiber Max	75 cm	98.6 a	96.0 a	2.6 a	1.3 a	103.1 a b	608.2 a	6.2 a	37.7 a b	10.5 a	12.8 a
Nucotn 35 ^B	35 cm	100.0 a	98.6 a	1.3 a	0.0 a	97.3 a b c	526.5 b c d	5.6 a b	33.4 b c d	7.6 b c	10.8 b c
Nucotn 35 ^B	50 cm	98.6 a	98.6 a	1.3 a	0.0 a	75.8 c d	488.2 c d	4.7 c	29.9 c d	7.5 b c	11.2 b c
Nucotn 35 ^B	75 cm	97.3 a	97.3 a	1.3 a	1.3 a	80.7 b c d	468.7 d	5.5 a b	27.1 d	6.8 c	10.3 c
Cian Precoz	35 cm	98.6 a	98.6 a	1.3 a	0.0 a	85.2 b c d	601.7 a b	5.3 b c	39.7 a b	8.6 a b	12.0 a b
Cian Precoz	50 cm	94.6 a	96.0 a	2.6 a	1.3 a	94.2 a b c d	596.2 a b	6.1 a b	36.9 a b	8.9 a b	11.9 a b
Cian Precoz	75 cm	94.6 a	97.3 a	2.6 a	0.0 a	72.7 d	629.9 a	5.7 a b	41.7 a	7.0 b c	12.2 a b
\bar{X}		97.7	97.6	1.9	0.4	90.3	563.7	5.7	35.2	8.4	11.7
Tukey		10.5	8.4	7.4	3.8	23.3	78.9	1.0	6.9	2.5	1.1

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PCPN= Primer conteo plántulas normales; SCPN= Segundo conteo plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFR= Peso fresco de la radícula; PFC= Peso fresco de coleóptilo; PSR= Peso seco de la radícula; PSC= Peso seco de coleóptilo; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo.

Cuadro A4. Comparación de medias por variedad y distancia entre surcos para atributos de calidad evaluada en invernadero.

Variedad	Dist. / Surcos	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	PFP (mg/pl)	PSP (mg/pl)	LR (cm)	LC (cm)	IVE	ET
Fiber Max	35 cm	92.0 ab	2.6 abc	5.3 a	290.1 d	57.0 ab	5.3 ab	4.0 cdef	2.45 b	94.66 a
Fiber Max	50 cm	88.0 ab	1.3 bc	10.6 a	298.2 cd	59.5 ab	4.5 ab	3.7 ef	2.41 c	89.33 a
Fiber Max	75 cm	94.6 a	1.3 bc	4.0 a	378.9 b	57.3 ab	5.2 ab	4.7 abc	2.43 b	92.00 a
Nucofn 35 ^B	35 cm	96.0 a	2.6 abc	1.3 a	390.8 b	54.9 bc	5.9 a	4.8 ab	2.66 b	94.66 a
Nucofn 35 ^B	50 cm	94.6 a	1.3 bc	4.0 a	372.2 b	50.3 bc	5.3 ab	4.3 bcde	2.77 ab	97.33 a
Nucofn 35 ^B	75 cm	82.6 bc	9.3 a	8.0 a	285.8 d	45.9 c	4.2 b	3.5 f	2.60 b	89.33 a
Cian Precoz	35 cm	86.6 ab	8.0 ab	5.3 a	347.4 bcd	53.4 bc	4.3 ab	3.8 def	3.01 a	98.66 a
Cian Precoz	50 cm	96.0 a	1.3 bc	2.6 a	413.8 b	58.7 ab	4.4 ab	4.5 abcd	2.79 ab	98.66 a
Cian Precoz	75 cm	88.0 ab	0.0 c	12.0 a	496.6 a	65.5 a	5.7 ab	5.0 a	2.58 b	96.00 a
\bar{X}		90.9	3.1	5.9	363.8	55.8	5.0	4.2	2.63	94.51
Tukey		11.1	7.3	12.1	75.9	9.8	1.5	0.7	0.2	12.00

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PFP= Peso fresco de las plántulas; PSP= Peso seco de las plántulas; LR= Longitud de la radícula; LC= Longitud de coleóptilo; IVE= Índice de Velocidad de Emergencia y ET= Emergencia Total.

Cuadro A5. Comparación de medias por variedad y densidad entre surcos para propiedades químicas y físicas de la semilla.

Variedad	Dist. / Surcos	Lípidos (%)	Proteínas (%)	Peso 100 sem. (g)	AS (mm)	LS (mm)
Fiber Max	35 cm	19.87 a b	26.94 a	7.55 c	4.33 a	9.66 a
Fiber Max	50 cm	19.69 a b	25.76 a	8.63 b	4.40 a	10.10 a
Fiber Max	75 cm	20.62 a b	24.80 a	8.43 b	4.52 a	9.65 a
Nucofn 35 ^B	35 cm	17.60 a b	23.97 a	7.52 c	4.34 a	9.03 a
Nucofn 35 ^B	50 cm	21.00 a	25.76 a	7.21 c	4.31 a	9.20 a
Nucofn 35 ^B	75 cm	15.43 b	29.87 a	7.28 c	4.50 a	9.04 a
Cian Precoz	35 cm	17.92 a b	27.69 a	8.53 b	4.48 a	9.41 a
Cian Precoz	50 cm	21.07 a	23.41 a	8.80 b	4.51 a	9.62 a
Cian Precoz	75 cm	22.49 a	29.26 a	9.23 a	4.65 a	9.43 a
\bar{X}		19.52	26.19	8.13	4.45	9.46
Tukey		5.54	10.35	0.45	0.53	1.09

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). AS= Ancho de la semilla; LS=Longitud de la semilla.

VI. LITERATURA CITADA

Agricultural Biotechnology (AGROBIO). 2009. Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola. Bogotá, Colombia. Disponible en línea: http://www.agrobio.org/index.php?id=7004&option=com_content&task=view. Fecha de actualización: 10 de diciembre de 2009.

ASERCA. 2008. Mercado internacional de algodón. Elaborado con datos USDA. México. Junio 2008. Disponible en línea: <http://www.aserca.bog.mx/sicsa/analisis/algodon.pdf>. Fecha de actualización: 10 de diciembre de 2009.

Association of Official Seed Analysts. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the Handbook of Seed Testing. AOSA, USA. 88 p.

Bailey, A. E. 1961. Aceites y grasas industriales. Editorial Reverté. pp. 398 – 408.

Berberich, S.A., J.E. Ream, T.L. Jackson, R. Wood, R. Stipanovic, P. Harvey, S. Patzer, and R.L. Fuchs. 1996. The composition of insect-protected cottonseed is equivalent to that of conventional Cotton seed. *J. Agri. Food Chem.* 44:365-371.

Betz, F.S., B.G. Hammond and R.L. Fuchs. 2000. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 32:156-173.

Carpenter, J.E. and L.P. Gianessi. 2001. Agricultural biotechnology: updated benefit estimates. National Center for Food and Agricultural Policy, Washington, D.C.

Cawley N, K Edminsten, R Wells, A Stewart. 2002. Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12 Jan. 2002. Natl. Cotton Counc., Memphis TN.

Colwell, R. K. 1994. Potential ecological and evolutionary problems of introducing transgenic crops into the environment. In Krattiger, A. F. and A. Rosemarin (eds.). Biosafety for sustainable agricultura: Sharing Biotechnology Regulatory Experiences of the western Hemisphere. ISAAA: Ithaca & SEI: Stockholm. pp. 33-46.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. 2nd. Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis Minnesota, USA. 170 p.

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.

Delouche, J. C. 1982. Physiological seed quality. In: *Proceedings Short Course for Seedmen*. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi, MS. pp: 51-59.

Economic Research Service/USDA. 2000. Genetically engineered crops: has adoption reduced pesticide use? *Agricultural Outlook*. pp13-17.

Edge, J.M., J.H. Benedict, J.P. Carroll, and H.K. Reding. 2001. Bollgard Cotton: An assessment of global economic, environmental, and social benefits. *J. Cotton Science* 5:1-8.

Estrada, T. O. O, N.A. Ruíz Torres, A. Rodríguez Rodríguez, S. Godoy Ávila y A. Palomo Gil. 2004. Producción y calidad de fibra y semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) transgénico y convencional. Tesis de Maestría en Tecnología de Granos y Semillas. CCDTS. Saltillo, Coahuila, México. pp. 30-33.

Estrada Torres, O.O., A. Palomo Gil, Armando Espinoza Banda, S. A. Rodríguez Herrera y N. A. Ruiz Torres. 2008. Rendimiento calidad de fibra del algodón cultivado en surcos ultra-estrechos. *Rev. Fitotecnia Mex.* Vol. 31 (Núm. Especial 3): 79-83. ISSN 0187-7380.

Falck-Zepeda J.B., G. Traxler, and R.G. Nelson. 2000. Surplus distribution from the introduction of a biotechnology innovation. *Am. J. of Agric. Economics* 82:360-369.

Fernandez-Cornejo J. and W.D. McBride. 2000. Genetically engineered crops for pest management in U.S. Agriculture: farm level effects. *Economic Research Service/U.S. Department of Agriculture-Agricultural Economic Report No 786*.

Flores, A. 2004. *Introducción a la Tecnología de las Semillas*. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. pp. 81; 71-72.

Formo, M. W., E. Jungermann, F. A. Norris and N. O. Sonntag. 1979. Bailey's industrial oil and fat products. Editor Daniel Swern. p 153 – 156; 352 – 356; 492 - 495.

Gaytán M. A., A. Palomo Gil, D. G. Sánchez, S. Godoy Ávila y E. A. García Castañeda. 2004. Respuesta del algodón cv. Cian precoz 3 al espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *Phyton (Buenos Aires)* Vol. (1): 57-67.

Gerik, T. J., R. G. Lemon, K. L. Faver, T. A. Hoelwyn, M. Jungman. 1998. Performance of ultra-narrow row cotton in Central Texas. In: *Proc. Beltwide*

Cotton Conference. P. Dugger, D. Richter (eds). San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN. pp. 1406-1409.

Gianessi, L.P., Silvers, C.S., Sankula, S. and Carpenter, J.E. 2002. Plant Biotechnology: Current and Potential for Improving Pest Management in U.S. Ag. An Analysis of 40 Case Studies. National Center for Food & Agricultural Policy, Washington, D.C. Disponible en línea: <http://www.ncfap.org/40casestudies.htm>. Fecha de actualización 17 septiembre de 2009.

Godoy A., S. y A. Palomo Gil. 1998. Variedades transgénicas de algodón. Oportunidades y retos. La Laguna-INIFAP, Torreón, Coahuila, México. p. 13.

Godoy-Ávila, S. 1999. Variedades transgénicas: Alternativa para reducir daños por plagas en algodónero. Semillas transgénicas. X Curso Actualización en Tecnología de Semillas. CCDTS- UAAAN. Octubre 20-22 de 1999. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 153-156.

Godoy, A. S. 2000. Variedades transgénicas, alternativa para reducir daños por plagas de algodónero. In Memoria: Reunión Nacional de la Campaña contra las plagas del algodónero, Mexicali, B.C. México.

Greenplate, J. T., G. P. Head, S. R. Peen y V. T. Kabuye. 1998. Factors potentially influencing the survival of *Helicoverpa zea* on bollgard cotton. Proceedings Beltwide Cotton Conferences. National Cotton Council of America. Memphis, TN.

Hake, K. D., V. Ayers, B. L. Hutchinson, L. Pringle, and J. Thomas. 1992. A cotton irrigation scheduling. In: Cotton Physiology Today. Newsletter of the Cotton Physiology Education Program National Cotton Council of America No 8. p. 4.

ISAAA. 2002. Benefits of Bt cotton in China, India, Indonesia, México and South Africa. Disponible en línea: <http://www.isaaa.org>. Fecha de actualización: 15 de noviembre de 2009.

ISAAA. 2008. Panorama Mundial de los Cultivos Biotecnológicos. Disponible: www.isaaa.org. Fecha de actualización: 17 de noviembre de 2009.

ISTA (2004) International rules for seed testing. Rules 2004. International Seed Testing Association. Zurich, Suiza. 243 pp.

Johnson. R. E., R. G. Curley, A. George, O. D. McCutcheon, V. T. Walhhod, C. R. Brooks y P. Young. 1974. Yield potential of short season cotton in narrow rows. California Agric. 28(11): 6-8.

Kerby, T. A., K. G. Cassman y M. Keerly. 1990. Genotypes and plant densities for narrow rows cotton systems: I. Height, nodes, earliness, and location of yield. Crop Sci. 30:644-649.

Kirk, R. S., R. Sawyer y H. Egan. 2004. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Editorial CECOSA. México. 681 p.

Lajolo, F.M. y M.R Nutti. 2003. Transgénicos: bases científicas da sua segurança. São Paulo: Brazilian Society of Feeding and Nutrition (SBAN). p. 112.

Maguire, J. D. 1961. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2:176-177.

Mark L., M.L. McFarland, R.G. Lemon, F.J. Mazac, D.J. Pigg, A. Abrameit, T.J. Gerik, F.M. Hons. 2002. Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12 Jan. 2002. Natl. Cotton Counc., Memphis TN.

Martínez, J. 2004. Tendencias del algodón en México. INIFAP, Ciudad Obregón, Sonora, México.

McBride, M. 1998. Genética en el jardín. Discover United Editors de México. México, DF.

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.

Milenio. 2008. Transgénica, la tercera parte de la producción de algodón nacional. Crece la producción de algodón transgénico. Sección: Negocios. México. 26 diciembre del 2008. p.15.

Mohamad. K. B., W. P. Sappenfield y J. W. Pohelman. 1982. Cotton cultivars response to plant population in a short season narrow row cultural system. *Agron. J.* 74:619-625.

Montenegro, T. E, N.A. Ruíz Torres, F. Rincón Sánchez, D. J. de Rodríguez, J. M. H. Casillas, M. B. García y E. H. C. Oviedo. 2000. Bioseguridad de cultivos y evaluación de semillas transgénicas de algodón y variedades criollas de maíz. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. Saltillo, Coahuila, México. pp. 107-115.

Moreno, C. 2000. Biotecnología. Algodón, un suceso en México. Disponible en línea en la página: <http://www.semilla.org.ni/biotechPDF/boletin6.pdf>. Fecha de actualización: 24 de abril del 2008.

Murphy, J. D, S. Rawsthorne and M. J. Hills.1993. Storage lipid formation in seeds. *Seed Science Research*, Volume 3, Issue 02, pp 79-95.

Nava C.,U. y A. Reyes, E. 1999. Fluctuación poblacional de plagas e insectos benéficos del algodón convencional y transgénico. CELALA-

CIRNOCIN-IFAP. Matamoros, Coah. México. Informe de actividades 1999. p: 1-5.

Nava Camberos, U., E. Valenzuela Herrera y E. López Ríos. 2002. Efectividad del algodón transgénico para el manejo integrado del gusano rosado en la Comarca Lagunera, México. *Entomología Mexicana* Vol. 1. 356-361.

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.

Palomo, G. A., A. Gaytán M. y S. Godoy A. 2000. La densidad poblacional y el rendimiento de cuatro variedades de algodón. *In: Zavala G. F., R. Ortega P., J.A. Mejía C., I. Benítez R. Y H. Guillén A. (eds). 2000. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas científicas.* SOMEFI. Chapingo, México. pp. 334.

Palomo, G. A., A. Gaytán M. y S. Godoy A. 2001. Efecto de los riegos de auxilio y densidad de población en el rendimiento y calidad de fibra del algodón. *Terra* 19:265-271.

Perkins, WR. 1998. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. *In: Paul Dugger, Debbie Ritcher (ed.) Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., San Diego, CA 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Counc., Memphis TN. p. 91.*

Popinigis, F. 1985. *Fisiología de semente.* 2da ed., Agiplan, Brasilia. 289 p.

Pray, C., Ma, D., Huang, J. and Quiao, F. 2001. Impact of Bt cotton in China. *World Development* 29:813-825.

Price, WB., JA. Landivar y CW. Livingston. 2002. Growth, lint yield and fiber quality as affected by 15 and 30-inch row spacing and pix rates. Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12 Jan. 2002. Natl. Cotton Counc., Memphis TN. p. 1481.

Sánchez, A. J. 2000. Situación actual de la campaña contra las plagas del algodón en la Región Lagunera. *In: Memorias de la 7ª. Reunión Anual del CONACOFI.* 24-25 de octubre. Puebla. pp. 146-147.

SAS. 2001. Statistical analysis system. User's guide. 956 p. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

Ruiz T., N. A., Godoy Ávila, 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.

United States Department of Agriculture (USDA). 2008. Cotton Incorporated. Mercado del algodón de EUA. Reporte mensual, Agosto 2009. Disponible en línea: http://es.cottoninc.com/MonthlyEconomicLetter_ES/#9

Usach, L. 2000. Monografía. Algodón. En línea en la página: <http://.monografias.com/trabajos14/algodón/algodón.shtml>. Fecha de actualización: 24 de abril del 2008.

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

Wolff, I. A. 1966. Seed lipids. *Science*. Vol. 154. No. 3753. pp.1140-1149.

Wright, S., R. Vargas, B. War, D. Munk, B. Hutmacher, B. Roberts y D. Munier. 1998. Effect of planting date and density. *California Cotton Rev.* 46:8-9.