

**DOSIS DE NITRÓGENO, SURCOS ULTRA-
ESTRECHOS Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE
BIOMASA Y RENDIMIENTO DEL ALGODÓN.**

POR:

MATEO MÁRQUEZ ZARAGOZA

TESIS:

**Presentada como requisito parcial
Para obtener el grado de:**

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS



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

Subdirección de Posgrado

Director de tesis:

Dr. Arturo Palomo Gil

Torreón, Coahuila, México

Mayo-del- 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
"UNIDAD LAGUNA"

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO.

DOSIS DE NITRÓGENO, SURCOS ULTRA-ESTRECHOS Y SU EFECTO
EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y RENDIMIENTO DEL ALGODÓN.

TESIS

POR

MATEO MÁRQUEZ ZARAGOZA

Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobado
como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:



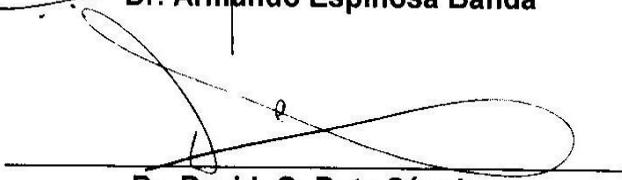
Dr. Arturo Palomo Gil

Asesor:



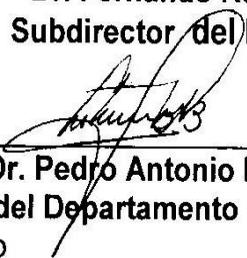
Dr. Armando Espinosa Banda

Asesor:



Dr. David G. Reta Sánchez

Dr. Fernando Ruíz Zarate
Subdirector del Postgrado



Dr. Pedro Antonio Robles Trillo
Jefe del Departamento de Posgrado UL.

Torreón, Coahuila, México

Febrero de 2012.

I.- AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico que me otorgaron durante esta estancia y con ello logre un paso más de superación en mi vida y futuro por ello un agradecimiento enorme.

A mi comité de asesores: Dr. Arturo Palomo Gil, Dr. Armando Espinoza Banda y DR. David G. Reta Sánchez. Así como a todos mis profesores que me prepararon para seguir adelante en mi carrera profesional de maestría, a mis amigos y a todas aquellas personas que de alguna forma permitieron que esta investigación se realizara de la mejor manera.

A mis compañeros de maestría que durante dos años compartimos momentos de alegría, de tristezas, y de conocimiento, pero que de alguna manera seguimos adelante y logramos el objetivo que teníamos propuesto.

Un especial agradecimiento al M.C. Gerardo Arellano Rodríguez y Dr. Pedro Robles Trillo y también a Esther Peña, por las facilidades prestadas para que este proyecto llegara a un buen termino de mi investigación.

II.- DEDICATORIA

A DIOS PADRE: Por la gran oportunidad que me dio de estar vivo y de lograr las metas más importantes que me he propuesto en la vida.

A MIS PADRES: Antonio Márquez Bernabé y Lorenza Zaragoza Flores
Por regalarme lo más preciado de este mundo que es la vida, por la formación profesional que me dieron por que gracias a ello he salido adelante con mi familia y con mi vida personal y por muchas cosas más mil gracias a mis queridos viejos los quiero.

A MI FAMILIA: A mi hermana Teresa, y hermanos Pedro, Antonio, Joaquín, Efrén, Lorenza, René, Cesar, Rodrigo y mi sobrina Jacqueline, y a mi cuñado Jorge, por su apoyo moral y sentimental que me han brindado durante el trayecto de mi carrera y que me siguen dando incondicionalmente hasta estos momentos de mi vida. Gracias a ellos mi familia que es lo mas bonito y preciado del mundo, les agradezco por este apoyo tan grande que me brindaron durante toda mi formación para tener una carrera profesional que sin su ayuda creo que no iba ser posible y a las personas cercanas de torreón y de otros lugares que me quieren y que me han apoyado como es la familia Tabares Martínez gracias por su apoyo incondicional les agradezco el apoyo brindado durante el tiempo que llevo conociéndolos y que siempre me han dado un apoyo importante en mi formación profesional gracias a todos ellos.

COMPENDIO

DOSIS DE NITRÓGENO, SURCOS ULTRA-ESTRECHOS Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y RENDIMIENTO DEL ALGODÓN.

Por

MATEO MÁRQUEZ ZARAGOZA

MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO Unidad Laguna

TORREÓN, COAHUILA 2012

RESUMEN

El presente estudio, se realizó en 2009 y 2010, con el fin de determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para variedades de algodón modernas cultivadas en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos. Se uso el arreglo de parcelas divididas bajo el diseño de bloques completos al azar, la parcela mayor fue la distancia entre surcos (0.50 y 0.35 m; (surcos ultra-estrechos) incluyendo el espaciamiento de 0.75 m como testigo y, en la parcela chica, dosis de 0, 50, 100 y 150 kg de N ha⁻¹. En este trabajo también

se analiza el efecto, que sobre las variables estudiadas, tuvo un ataque severo de viruela, ocurrido en 2010, a los 84 días después de la siembra (DDS) a tres semanas de iniciada la floración. Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y pluma, altura de la planta, componentes del rendimiento y calidad de fibra. Aún y cuando se detuvo el crecimiento de las pústulas de viruela con la aplicación de fungicidas curativos, el ataque fue tan severo, de hasta 300 pústulas por hoja, que ocasionó un 54 % de pérdidas en la producción. Las pérdidas pueden ser un 19 % inferiores si se siembra en surcos ultra-estrechos de 0.35 m. La siembra en surcos ultra-estrechos, de 0.35 o 0.50 m, aumentó los rendimientos en 43 y 19 %, respectivamente. Debido al contenido de N del suelo (1.1 g kg^{-1}) del suelo no hubo respuesta en rendimiento a la cantidad de N aplicado. La altura de la planta decreció a medida que se redujo la distancia de los surcos y, por el contrario, se incrementó a medida que aumentó la dosis de N. En surcos de 0.35 m el peso de capullo fue inferior al que se obtiene en surcos de 0.75 m, sucediendo lo contrario con el peso de la semilla. La distancia entre surcos solo afectó la finura de la fibra, la cual fue más gruesa a medida que disminuyó el ancho de surco. Al aumentar la dosis de N disminuyó el porcentaje de fibra y la finura de la misma pero, en el mismo sentido, aumentó la resistencia de la fibra.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., surcos ultra-estrechos, nitrógeno, rendimiento de algodón.

SUMMARY

The aim of the present study, conducted in 2009 and 2010, was to determine the optimal dose of nitrogen fertilization in cotton modern varieties grown in the ultra-narrow rows production system. It used the split-plot arrangement under a randomised complete block design, the larger plot was the distance between rows (0.50 and 0.35 m; ultra-narrow rows), as a control it included the spacing of 0.75 m between rows, while the lower plot consisted on the doses of N ha⁻¹ (0, 50, 100 and 150 kg). In this paper it analyzed the effect of cotton leaf rust (*Puccinia cacabata*) in the variables studied, that occurred at the 84 days after the planting (three weeks after the blooming). Seed-cotton and lint cotton yields, yield components, fiber quality and plant height were measured. Even when the cotton leaf rust stopped with the application of curative fungicides, the attack was so severe, up to 300 pustules per sheet, which resulted in a 54 % loss in production. Losses can be 19 % lower than if it is sown in ultra-narrow rows of 0.35 m. Sowing in ultra-narrow rows, from 0.35 or 0.50 m, increased yields in 43 and 19 %, respectively. Because of the content of the soil (1.1 g kg⁻¹) of the soil there was no yield response to the amount of N applied. The height of the plant decreased to measure that reduced the distance of the furrows and, on the contrary, increased with increasing doses of N. The height of the plant decreased to measure that reduced the distance of the furrows and, on the contrary, increased with increasing doses of N. In furrows of 0.35 m the weight of a boll was lower than that obtained in furrows of 0.75 m, happening otherwise with the weight

of the seed. The distance between rows only has affected the fineness of the fiber, which It was thicker to measure that decreased the width of a furrow. In increasing your dose of N decreased the percentage of fiber and the fineness of the same, but, in the same sense, increased the resistance of the fiber.

Key Words: *Gossypium hirsutum* L. ultra-narrow rows, nitrogen, cotton yield.

CONTENIDO**Pág.**

AGRADECIMIENTO.....	I
DEDICATORIA.....	II
INDICE DE CUADROS.....	III
INDICE DE FIGURAS.....	IV
COMPENDIO.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMARY.....	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	5
1.2. Hipótesis.....	5
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1.. Generalidades del cultivo.....	11
2.1.1. Origen.....	11
2.1.2. Clasificación Taxonómica.....	11
2.1.3 Ciclo del Algodón.....	12
2.2. Descripción morfológica del Algodón.....	13
2.3. Requerimientos del cultivo.....	16
2.4. Índice de área foliar.....	18
2.5. Calidad de la Fibra.....	19
2.5.1. Longitud de fibra.....	19
2.5.2. Resistencia de fibra.....	20
2.5.3. Finura de la fibra.....	21
III.-MATERIALES Y METODOS.....	21

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	21
3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.....	22
3.2.1. Clima.....	22
3.2.2. Temperatura.....	22
3.2.3. Precipitación.....	22
3.2.4. Humedad relativa.....	23
3.3. Origen de los suelos de la Comarca Lagunera.....	23
3.4. Factores de estudio.....	24
3.4.1., Localización geográfica del experimento.....	24
3.5., Actividades de campo.....	26
3.5.1., Preparación del terreno.....	26
3.5.2. Labores culturales.....	26
3.6., Viruela del algodón.....	26
3.6.1., Antecedentes de la viruela del algodón.....	27
3.6.2., Epifitología.....	27
3.6.3., Síntomas.....	28
3.6.4., Métodos de prevención y control.....	29
3.7., Aplicación de riegos e insecticidas.....	30
3.8. Variables evaluadas.....	31
3.8.1. Altura de plantas semanal.....	32
3.8.2. Inicio de floración.....	32
3.8.3. Cosecha.....	32
3.8.4. Análisis estadístico.....	32
3.8.5. Estimación de componentes de rendimiento y calidad de	

fibra.....	33
IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Rendimiento.....	34
4.2. Componentes de rendimiento.....	36
4.3. Nitrógeno.....	37
4.4. Altura de planta y calidad de fibra.....	37
V.- CONCLUSIONES.....	42
VI.- BIBLIOGRAFIA.....	43

III.- INDICE DE CUADROS.

Pg.

1.-Longitud de fibra expresada en pulgadas.....	19
2.- Resistencia de la fibra.....	20
3.- Finura de la fibra.....	21
4.- Características Físicoquímicas del suelo del sitio experimental UAAAN. Unidad Laguna. Torreón, Coah., México.	25
5.- Calendario de riegos y días después de la siembra en que se aplicaron los riegos 2009.....	30
6.- Control de plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, productos aplicados y dosis por hectárea, año 2009.....	30
7.- Control de plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, productos aplicados y dosis por hectárea, año 2010.....	31
8.- Calendario de riegos y días después de la siembra en se aplicaron, año 2010.....	31

9.- Rendimiento y componente de rendimiento de algodón en surcos ultra-estremos y dosis de nitrógeno en años con y sin viruela.....	35
10.- Altura de planta y calidad de fibra en surcos ultra-estremos y dosis de nitrógeno, UAAAN, 2009-2010.....	39
11.- Interacción año con distancia de surcos en el rendimiento de algodón hueso 2009-2010.....	40
12.- Interacción de año por distancia de surcos para altura de plantas.	41

IV.-INDICE DE FIGURAS

Pg.

1.- Efecto del daño de la viruela del algodnero (2010) en el rendimiento del algodón en surcos ultra-estremos.....	36
2.- Altura de planta del algodón en surcos ultra-estremos y daño por viruela del algodón (2010).....	40
3.- Altura de plantas del algodón y dosis de nitrógeno y daño por viruela del algodnero.....	41

I.- INTRODUCCIÓN

En 1998, en la Comarca Lagunera, el cultivo del algodón ocupó el tercer lugar en superficie cosechada con 17, 759 ha y el primer lugar en valor de producción con 348, 147, 800 pesos que equivalió a 38 % del valor total de la producción de los cultivos anuales del ciclo primavera verano. En esta región el cultivo de algodón ha sido una de las principales actividades económicas. Sin embargo, los altos costos de producción particularmente los de fitosanidad y la escasa disponibilidad del agua para riego, han ocasionado una reducción considerable en la superficie sembrada.

Los productores de algodón afrontan un problema tradicional y recurrente que son las reducidas utilidades de su cultivo debido al constante incremento en los costos de producción y el bajo precio de la fibra en el mercado internacional, ya que el precio de la fibra está sujeto a la producción, reserva y demanda mundial de la misma. Ante esta situación se ha estado explorando nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y hacer más redituable su cultivo. El aumento de la productividad unitaria y la reducción de costos requieren de genotipos con mayor eficiencia fotosintética y de nuevos sistemas de producción. En la actualidad se realizan trabajos para inducir cambios morfológicos (número de nudos, altura de planta) y fisiológicos (precocidad, sincronización entre la relación peso vegetativo y peso reproductivo) que permitan aumentar la eficiencia para producir fibra. Lo anterior se busca a través de la adecuación o modificación de prácticas de cultivo y la reducción en la aplicación de insumos siempre y cuando no afecte la productividad.

Los avances en los programas de mejoramiento genético, y otras innovaciones tecnológicas han promovido cambios en los sistemas de producción de algodón. Un ejemplo es el uso de surcos ultra-estrechos como una alternativa para disminuir costos de producción, incrementar el rendimiento, la precocidad y la calidad de la fibra, además del control del crecimiento de la planta, etc. (Prince *et al.*, 2002). El concepto de surcos ultra estrechos (surcos menores de 75 cm entre hileras) se remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998), sin embargo el uso de esta tecnología a nivel comercial es reciente y se aplica principalmente en los Estados Unidos. En surcos ultra-estrechos se obtiene el mismo rendimiento de fibra o se incrementa entre un 5 y un 11% y se han tenido reducciones del ciclo del cultivo de entre 7 y 10 días con respecto al sistema de siembra en surcos de 92 cm (Cawley, *et al.*, 2002), En un estudio preliminar en el Campo Experimental La Laguna, se determinaron diferencias fisiológicas y morfológicas entre genotipos de algodón, que indican que las nuevas variedades precoces pueden soportar mayores niveles de competencia que a los que son sometidos bajo el sistema de producción tradicional (Gaytán, *et al.*, 2001). Gaytán *et al.*, (2004) no encontraron diferencias en rendimiento al sembrar en surcos distanciados a 50 y 76 cm, ni entre densidades poblacionales que oscilaron entre 80,000 y 200,000 plantas ha⁻¹, pero indicaron que la siembra en surcos de 50 cm disminuye en siete días el ciclo del cultivo.

Lewis (1971) concluyó que la reducción de los costos de producción con el sistema de surcos ultra-estrechos podría derivarse del acortamiento del ciclo del cultivo. La reducción del ciclo del cultivo traería consigo una reducción del

número de aplicaciones de insecticidas para proteger la fructificación (Allen, 1998). Al cubrirse más rápidamente el suelo se tiene un incremento en la intercepción de radiación solar y disminución de la pérdida de agua por evaporación (Kreig, 1996). Este mismo investigador señala que en el Oeste de Texas, en el sistema de siembra convencional (surcos de 90 a 100 cm), el 40% del agua disponible para el cultivo se pierde por evaporación por lo que, el uso de surcos ultra-estrechos permitiría que una mayor cantidad de agua sea absorbida por la planta, en lugar de que se pierda por evaporación.

Por otra parte, es conocido que el crecimiento y rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestra alta dependencia al nitrógeno (N) y al agua durante su ciclo biológico. El N es el nutrimento más crítico en un programa de fertilización en virtud de que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo, pero hay que evitar excesos que puedan ocasionar serios problemas de manejo del cultivo, y pérdidas en la producción. Entre 1960 y 1970, en la Comarca Lagunera se realizaron numerosos estudios para determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para el cultivo del algodón, la cual se situó en 120 a 150 kg de N ha⁻¹. Como estos estudios se realizaron con variedades de gran desarrollo vegetativo y de ciclo más largo que las variedades actualmente cultivadas (como Nucofn 35B, NuCot 33B, Fiber Max 832, etc.), así como en sistemas de producción obsoletos (surcos espaciados de 90 a 100 cm), se desconoce el requerimiento actual de N para que las nuevas variedades muestren su potencial productivo, y si esa dosis es la misma si se les cultiva en surcos más angostos que los actualmente utilizados.

El N promueve el crecimiento y desarrollo vegetativo, influyendo en la producción, y calidad de la fibra de algodón. Mark *et al.*, (2002) indican que la calidad de la fibra puede verse afectada por deficiencia de humedad o de N o por diferencia entre variedades, densidad poblacional, espaciamiento entre surcos, efecto de año, o por alguna de sus interacciones (Mohamad *et al.*, 1982).

Para corroborar los resultados de la respuesta al N en los cultivos, en este caso del algodón, existen diferentes formas y metodologías, que pueden ser por medio de un balance entre la demanda y el suministro del N (Palma *et al.*, 2002), los cuales por su naturaleza necesitan de análisis de laboratorio; pero también hay otras metodologías basadas en medición de nitratos en savia como los equipos portátiles (Rangel *et al.*, 2002), hasta el medidor de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co., Japan), el cual determina el contenido de clorofila y cuyas lecturas tienen una alta correlación con el contenido de N en las plantas (Sainz-Rozas y Echeverría, 1998; Zebarth *et al.*, 2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos como alternativa para aumentar el rendimiento de algodón, y definir si las necesidades de N son las mismas para los diferentes espaciamientos de surcos.

1.1. OBJETIVO

Determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para variedades de algodón modernas, en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos.

Determinar el efecto de la siembra en surcos ultra-estrechos y de la dosis de N en el rendimiento, sus componentes, y en la calidad de fibra.

1.2. HIPOTESIS

Ho1. La siembra de algodón en surcos ultra-estrechos no incrementa el rendimiento unitario de algodón.

Ho2. El aumento en la dosis de fertilización nitrogenada no incrementa el rendimiento de algodón.

II.- REVISION DE LITERATURA

El rendimiento de algodón depende en gran parte de la cantidad de biomasa producida y de la eficiencia con que ésta es asignada a las estructuras reproductivas lo cual es medido mediante el índice de cosecha. Wells y Meredith (1984) y Unruh y Silverthooth (1996) indicaron que la superioridad productiva de las nuevas variedades se debía a que acumulaban una mayor cantidad de materia seca en los órganos reproductivos y a que su mayor desarrollo reproductivo ocurría cuando el área foliar alcanzaba su valor más alto. Estos mismos investigadores señalaron que ese mayor potencial productivo se debía a la gran sincronía existente entre esos dos procesos, es decir, a través del aumento del desarrollo reproductivo cuando hay un máximo peso y área foliar.

Kerby *et al.* (1990) señalan que las variedades precoces se adaptan mejor y rinden más cuando se les cultiva en surcos estrechos, en cambio, las variedades tardías se vuelven más tardías y disminuyen su rendimiento. En un estudio preliminar en la Comarca Lagunera, Gaytán *et al.* (2001) señalaron diferencias fisiológicas y morfológicas entre genotipos de algodón, que indican que las nuevas variedades precoces pueden soportar mayores niveles de competencia que a los que son sometidas bajo el sistema de producción tradicional.

Bajo condición de surcos amplios la diferencia entre especies y entre variedades de algodón se atribuyen a una baja producción de biomasa total y

una ineficiente asignación de materia seca hacia los órganos reproductivos, (Unruh and Silverthooth, 1961), producto de una falta de sincronización entre la producción de órganos asimilatorios y el suplemento de asimilados (Hearn 1969). Las variedades modernas son más eficientes para producir fibra debido a que tienen una gran sincronía entre estos dos procesos; es decir, a través del aumento del desarrollo reproductivo cuando hay un máximo peso y área foliar (Wells and Meredith 1984a y 1984b.). Algunas características de la planta que influye en esta sincronía de procesos son precocidad, poca altura, ramas cortas, poca estructura vegetativa.

En la búsqueda de alternativas para aumentar el rendimiento investigadores de Estados Unidos probaron con la siembra de algodón en surcos con distancia inferior a los 0.76 m. A esta alternativa le nombraron “surcos ultra-estrechos”. El concepto de surcos ultra-estrechos se remonta a 1920 (*Perkins et al.*, 1998). El objetivo en esa época, como lo es también hoy, fue la reducción de los costos de producción. *Prince et al.* (2002) señalan que con esta tecnología se logra aumentar el rendimiento unitario, reducir el ciclo del cultivo, disminuir costos de producción, etc. *Gerik et al.* (1998) reportan que la siembra en surcos ultra-estrechos incrementa el rendimiento hasta un 37 %, y reduce en 12 días el ciclo del cultivo, en comparación con surcos de 76 cm. *Cawley et al.* (2002) reportan incrementos más modestos en la producción (5 a 11 %) con una reducción de 7 a 10 días del ciclo del cultivo, con respecto a la siembra en surcos de 0.92 m. *Gaytán et al.* (2004) no encontraron diferencias en rendimiento al sembrar en surcos distanciados a 50 y 75 cm pero indicaron que la siembra en surcos de 50 cm disminuye en siete días el ciclo del cultivo.

Estudios recientes indican que en surcos ultra-estrechos, de 50 y 35 cm de anchura, se pueden obtener rendimientos de 10 a 26 % superiores a los que se obtienen con el sistema de producción de surcos estrechos, donde la distancia de los surcos es de 75 cm (*Palomo et al., 2007*).

El crecimiento y rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestra alta dependencia a la disponibilidad del nitrógeno y de agua durante su ciclo vegetativo (Díaz, 2002). La dosis óptima de nitrógeno es determinada por muchas variables, como clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, etc. Tanto las deficiencias como los excesos de nitrógeno afectan negativamente el rendimiento del algodón (*Gaylor et al., 1983*); *McConnell et al., 1989*). *McConnell et al. (1989)* enfatizan que la sobrefertilización produce plantas con gran crecimiento vegetativo sin que esto se refleje en el rendimiento, además de que se incrementan las probabilidades de que se pierda el N del sistema suelo – planta. Dosis altas de N también impactan negativamente el medio ambiente ya que aumentan la contaminación de aire, suelo, plantas y acuíferos (*Wojcij, 2001*). La contaminación del aire es producto de la volatilización del N en forma de óxido nitroso el cual destruye la capa de ozono en la estratosfera, creando “agujeros de ozono”.

Además, las nuevas variedades son de menor estructura vegetativa y de ciclo más corto que las variedades cultivadas hasta antes de 1990. Tal es el caso de la variedad transgénica NuCot 35B que posee el gen Bt, obtenido de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que le confiere resistencia genética al daño de

plagas como el gusano rosado (*Pecthinophora gossypiella* S.) y a las dos especies de gusano bellotero (*Heliothis zea* B. y *Heliothis virescens*).

Batth *et al.* (1974) señalaron que las variedades de gran masa foliar requieren una mayor cantidad de N que las variedades precoces y de poca estructura vegetativa. Hodges (1991), confirmó los resultados anteriores y enfatizó que esto es una consecuencia de la arquitectura cónica y menor masa foliar de las nuevas variedades. La precocidad también es considerada como una característica que confiere resistencia (pseudo resistencia) al daño de plagas al permitir que las plantas escapen al daño de las últimas generaciones de los insectos dañinos. Otra cualidad de la precocidad, y del acortamiento del ciclo del cultivo, lo es el de escapar a condiciones ambientales adversas como bajas temperaturas o períodos lluviosos que pueden afectar la producción y la calidad de la fibra.

En una investigación sobre fertilización nitrogenada de seis años de duración, se evaluaron dosis de cero hasta 180 kilos de nitrógeno por hectárea dejando de fertilizar los últimos dos años, se concluyó que las diferentes dosis dejaron nitrógeno residual, que los suelos tienen la capacidad de almacenar siendo este es responsable del 60 a al 80 % del rendimiento esperado (Boquet *et. al.*, 1995).

Mascagni *et. al.*, (1992) y Matocha *et. al.* (1992) señalan que las condiciones ambientales anuales afectan la dosis optima de fertilización nitrogenada e indican que en años de alta precipitación pluvial se requiere

una dosis más alta de nitrógeno ya que una gran parte del fertilizante se pierde por desnitrificación y lixiviación.

La cantidad de nitrógeno residual disponible para la planta es un factor muy importante en la determinación de la dosis óptima de nitrógeno. Los suelos con poco nitrógeno residual requieren de 100 kg. de nitrógeno ha^{-1} y los suelos con alto contenido de nitrógeno residual solo necesitan de 55 a 100 kg. de nitrógeno ha^{-1} (Bush, *et. al.*, 2002). Las aplicaciones de nitrógeno al suelo afectan las características del tallo principal tales como :altura de la planta, primer nudo fructífero y número total de nudos con lo que se concluye que el nitrógeno influye en el área foliar, la producción y acumulación de nitrógeno en los frutos mediante alteraciones en la arquitectura de la planta y características del crecimiento, (Bondada, *et. al.*, 1996).

La mayoría de las investigaciones sitúan la dosis óptima entre 35 y 135 kg. de nitrógeno ha^{-1} (Baker, *et. al.*, 1991 : Matocha, *et. al.*, 1992 ; Boman, *et.al.*, 1995). La dosis optima de fertilización depende de las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo del cultivo; así, en años de alta precipitación pluvial se requiere de dosis mayor de nitrógeno, ya que gran parte del nitrógeno se pierde por desnitrificación y lixiviación (Mascagni *et. al.*, 1992), y Matocha *et. al.*, 1992).

Algunos investigadores indican que la calidad de la fibra puede verse afectada por deficiencias de humedad o de N (Mark *et al* 2002), o por diferencias entre variedades, densidad poblacional, espaciamiento entre

surcos, efecto de año, o por alguna de sus interacciones (Mohamad et al., 1982).

2.1. Generalidades del cultivo

2.1.1. Origen

Sarmiento (Hernández, et.al., 1992) mencionó que el algodón y el aprovechamiento de su fibra, data de tiempos remotos. En el Noroeste de la India (valle del río Indo Pakistán oriental), se comprobó la existencia de tallos y productos fabricados con algodón en antiguas tumbas hindúes, que datan de 3,000 años a.C., y pertenecen a *Gossypium arboreum L.*, existente aún en la India.

Robles (1980) Señala que el algodón es nativo del viejo y del nuevo mundo, concepto que a veces causa confusión pero hay que recordar que la explicación lógica puede ser la teoría de la deriva de los continentes, en donde éstos se fueron separando, después de que diferentes especies vegetales se habían dispersado, en grandes áreas geográficas.

2.1.2. Clasificación taxonómica (Robles, 1980).

Reino_____	Vegetal
División_____	Tracheophita
Subdivisión_____	Pteropsidea
Clase_____	Angiospermae
Subclase_____	Dicotiledóneas
Orden_____	Málvales
Familia_____	Malváceas

Tribu_____	Hibisceas
Genero_____	Gossyphium
Especie_____	hisurtum (cultivado)
Especie_____	barbadense (cultivado)

2.1.3. Ciclo del algodón

Según (Díaz, 2002), el ciclo del algodón se divide en cinco partes diferentes, las cuales son:

- 1.- **Fase nancia.** De la germinación al despliegue de los cotiledones. de 6 – 10 días.
- 2.- **Fase “plántula”** o embrión: Desde el despliegue de los cotiledones al estadio de 3 a 4 hojas. Duración de 20 a 25 días.
- 3.- **Fase de prefoliación:** del estadio de 3 a 4 hojas al comienzo de la floración. Duración de 30 – 35 días.
- 4.- **Fase de floración:** duración de 50 – 70 días.
- 5.- **Fase de la maduración de las cápsulas:** duración de 50 – 70 días.

2.2. Descripción morfológica del algodón

La morfología o estructura fundamental del algodón, es relativamente simple. De todos modos, varía ampliamente según la especie y la influencia del ambiente, de las condiciones del cultivo y del desarrollo de la selección.

Díaz, (2002), describe la planta del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) de la siguiente manera:

Forma

En algodón muy desarrollado, el tallo principal es erguido y su crecimiento es terminal y continuo (monopódico), las ramas secundarias y después las siguientes, se desarrollan de manera continua (monopódica) o discontinua (simpódica). La longitud del tallo principal así como la de las ramas, es variable; el conjunto constituye el porte que varía de piramidal a esférico.

Raíz

La raíz principal es axonomorfa o pivotante, con raíces secundarias al lado de la principal, siguen una dirección más o menos horizontal, las cercanas al cuello más larga y obviamente, las próximas al ápice más cortas. Las raíces secundarias se ramifican consecutivamente hasta llegar a los pelos absorbentes radicales. La profundidad de su penetración en suelo varía de 50

a 100 cm., y bajo condiciones muy favorables, en suelos que tengan buen drenaje alcanza hasta más de dos m de profundidad.

Tallo

El tallo principal es erecto, con un crecimiento monopodial, integrados por nudos y entrenudos. De un nudo se desarrolla una hoja y en la base del pecíolo emergen dos yemas, una es vegetativa otra la fructífera.

La corteza es moderadamente gruesa, dura y encierran a las fibras liberianas con la cara extrema más o menos suberificado. Los tallos son de color amarillento sobre las partes viejas, verdosas y rojizas sobre las partes jóvenes.

Ramas vegetativas

Las ramas vegetativas o monopodicas se encuentran en la zona definida cerca de la base de la planta, sobre ella no se desarrollan directamente órganos reproductivos. Normalmente la planta desarrolla dos o tres de estas ramas.

Ramas fructíferas

Se producen a partir del quinto al sexto nudo del eje principal, su crecimiento simpódico les hace adquirir la forma de zig - zag. El punto de crecimiento termina en una flor. En cada nudo de la rama fructífera se

encuentran dos yemas: una dará origen a una flor y la otra a una hoja. Las posiciones, tanto de la hoja como de la estructura reproductiva se hacen alternas en la medida que se separan al tallo principal.

Hojas

Las hojas nacen sobre el tallo principal, las hojas de la variedad cultivada tiene de tres a cinco lóbulos pueden ser de color verde oscuro o rojizo. Tienen de tres a cinco nervaduras con nectarios en el envés que excreta un fluido dulce.

Flor

Las flores son dialipétalas, con cuatro brácteas y estambres numerosos que envuelven al pistilo: Es planta autógama, aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciendo semillas híbridas.

Fruto

El fruto es una cápsula con tres a cinco carpelos, que tienen de seis a nueve semillas cada uno. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 cm., y el calibre o grosor, entre 15 y 25 micras. Después de la maduración del fruto se produce la dehiscencia, abriéndose la cápsula. La

floración de la planta de algodón es escalonada. El aprovechamiento principal del algodón es la fibra textil.

Semilla

En cada celda hay un promedio de seis a nueve semillas ovales. La semilla produce del 18 al 20% del aceite comestible, el orujo o torta se utiliza para la alimentación ganadera. La torta tiene una alta riqueza en proteínas, pero tiene también un alcaloide denominado gossypol, que es tóxico. Hoy se prepara una torta de la que se extrae el gossypol, pero hay que tener cuidado, sobre todo en la alimentación de cerdos y aves, por los residuos que pueda tener.

2.3. Requerimientos del cultivo

El algodón procede de climas tropicales, pero se cultiva entre los 42° de latitud norte y los 35° latitud sur, excepto en las zonas del Ecuador, donde el exceso de lluvias dificulta su explotación. El algodón no germina por debajo de los 14° C y es una planta que necesita de alta temperatura. Su germinación es muy delicada, teniendo que estar el terreno bien preparado. Si no tiene la humedad apropiada, no nace y si se pasa la humedad, se pudre la semilla. Si después de nacer se presentan días algo fríos, las plantas mueren y obliga a efectuar resiembras. La maduración y apertura de los frutos exige mucha luz y temperatura, y les son perjudiciales las lluvias de otoño. Durante

los 30 días que preceden a la floración, el algodón es muy sensible a la sequía.

La polinización y el cuajado de las cápsulas se hacen mejor en tiempo seco, aunque con humedad en el terreno. Las raíces del algodón necesitan terreno profundo y permeable para que respiren bien. Le perjudica la acidez, por lo que requiere reacción neutra o alcalina, aunque no tolera el exceso de cal. Es bastante tolerante a la salinidad.

El algodón no es muy exigente en la fertilidad del suelo. En terrenos muy fértiles, arcillosos y sobretodo en los limosos, el desarrollo vegetativo es muy bueno, pero al prolongarse el ciclo hay cápsulas que no llegan a madurar, siendo la floración muy escalonada. En terrenos menos fértiles alcanzan menos altura, pero fructifican bien y, sobre todo, es menor la cantidad de cápsula que no llegan a madurar por alcanzar los fríos.

En España el algodón, se produce mucho mejor en terrenos que tienen residuos de trigo o maíz, que en los de remolacha, en contraposición a lo que ocurre en la mayor parte de las plantas. Parece que los residuos de remolacha que quedan en el terreno favorecen la producción de hongos, que producen la podredumbre de la semilla o de la raíces una vez nacida la planta. Aunque en zonas en que se cultiva el algodón se siembra poca patata en regadío, tampoco le va bien a la patata como cultivo anterior, probablemente por misma razón que para la remolacha.

El algodón puede cultivarse bien varios años en el mismo terreno, siempre y cuando que no haya problema de ataque de verticilosis. *Robles* (1985), señala que la resistencia a verticilosis es influenciada por factores hereditarios, medio ambiente, grado de madurez de la fibra, espesor de las paredes de las fibras individuales, época de floración, localización de la fibra sobre las diferentes partes de la semilla, y falta de elementos nutrientes encargados de provocar el aumento en el contenido de carbohidratos en la planta.

2.4 Índice de Área Foliar

La agricultura no es más que la cosecha de energía solar y su transformación a materia seca. Los cultivos eficientes tienden a invertir la mayor parte de su crecimiento temprano en expandir su área foliar, de lo que resulta un mejor aprovechamiento de la radiación solar. La intercepción de la radiación solar incidente que asegura las máximas tasas de crecimiento del cultivo, se encuentra cuando el índice foliar (IAF) aumenta hasta el IAF crítico, que permite captar el 95% de la radiación incidente (*Andrade et al.*, 1993; *Gardner et al.*, 1985).

Los rayos solares son vitales para el algodón y áreas con más del 50% de nubosidad no son adecuadas para este cultivo sin importar su temperatura ni humedad (*Weddle*, 1984). La radiación fotosintéticamente activa es la comprendida entre longitud de onda de 400 y 700 nm y constituye, aproximadamente el 50% de la radiación solar total. Es la radiación utilizable en

el proceso fotosintético. La intensidad de la fotosíntesis depende de la intensidad de la radiación interceptada.

Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de esta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos. Las hojas, principalmente órganos responsables de la fotosíntesis e intercepción de luz, se desarrollan en el embrión de la semilla y en los tejidos meristemáticos del tallo (Miralles, 2004).

2.5. Calidad de fibra del algodón

2.5.1. Longitud de fibra

La longitud de la fibra es una de las cualidades importantes del algodón, se determina por medio de un aparato llamado “fibrografo” y se expresa en pulgadas o en milímetros,. La longitud de fibra se clasifica de la siguiente manera.

Cuadro 1. Longitud de la fibra expresada en pulgadas.

Longitud (pulgadas)	Clasificación
11/8 a 1” /32	Fibra larga
11/16 a 13/32	Fibra intermedia
menos 1/16	Fibra corta

2.5.2 Resistencia de la fibra

Existe una relación directa entre la resistencia de la fibra del algodón y la calidad de las telas manufacturadas. Este análisis es importante para la calibración de las máquinas de hilandería y permite clasificar la fibra para usos diferentes. Se mide mediante el índice de Pressley, el cual se obtiene con la resistencia de la fibra a la tensión en miles de libras por pulgada cuadrada a que es sometida. Los valores del índice se representan como siguen:

Cuadro 2. Resistencia de la fibra.

Mas de 95	Muy fuerte
85 a 95	Fuerte
76 a84	Intermedio
66 a 75	Débil

2.5.3. Finura de la fibra

El conocimiento del índice de micronaire, medida utilizada para medir la finura de la fibra del algodón, permite determinar la resistencia al hilado y la calibración de ciertas máquinas textiles. El conocimiento de la finura determina las proporciones de materia prima de diferentes características que intervienen en la mezcla utilizadas en la manufactura de telas de diferente calidad. La finura se mide como el índice de "micronaire" cuyos valores se clasifican como sigue (Cuadro No. 3):

Cuadro 3. Finura de la fibra.

Hasta	3.0	Muy fino
3.0	3.9	Fino
4.0	4.9	Intermedio
5.0	5.9	Grueso
Mas de	6.0	Muy grueso

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera, está integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo y Mapimi, Nazas, en el estado de Durango. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05'Y 26°45' de latitud norte y los meridianos 101°40' Y 104°45' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas y urbanas. Al norte colinda con el estado de Chihuahua los municipios de Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas en Coahuila, al este, con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila; al sur, con el estado de Zacatecas y el municipio de Guadalupe Victoria, Durango; y al oeste, con los municipios de Hidalgo, San Pedro del Gallo, Inde, Centro de Comonfort y San Juan del Río, Durango. (Aguirre, 1981).

3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.

3.2.1. Clima.

De acuerdo con la clasificación de climas del Dr. Thorntwhite, el clima de la Comarca Lagunera es árido en casi toda su área cultivable, con lluvias deficientes en todas las estaciones, mesotermal y con una temperatura aproximada de 30° C. (Quiñones, 1981).

3.2.2. Temperatura.

La temperatura en la Comarca Lagunera se puede dividir en dos épocas, la primera comprende de Abril a Octubre, en el cual la temperatura media mensual excede de los 20° C, y la segunda abarca los meses de Noviembre a Marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6° C y 19.4° C, los meses más calurosos son de Mayo a Agosto y los más fríos son Diciembre y Enero. (Farías, 1980).

3.2.3. Precipitación.

De acuerdo con las lluvias registradas durante los últimos 30 años en la estación climatológica de Lerdo, Dgo., se concluye que en la Comarca Lagunera, el periodo máximo de precipitación está comprendido en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. La precipitación pluvial característica de la

región, condiciona la existencia de una atmósfera desprovista de humedad, la precipitación media anual de las últimas décadas es de 220 mm. (Quiñones, 1988).

3.2.4. Humedad Relativa.

La humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad es promedio de las observaciones efectuadas durante el día, y son las siguientes.

Primavera	31.3%.
Verano	46.2%.
Otoño	52.9%.
Invierno	44.3%. (Quiñones, 1988)

3.3. Origen de los suelos de la Comarca Lagunera.

Un estudio agrologico de la Comarca Lagunera, realizado por el ingeniero Geólogo H. Allera, quien describe el origen de los suelos de la Laguna de la siguiente manera: En épocas remotas, la Comarca Lagunera, estaba cubierta por mares que en el transcurso del tiempo se desecaron; iniciándose el relleno de estas oquedades en la última etapa del periodo terciario y prolongándose después de ese periodo por un millón de años. Terminando el relleno, los acarreos sucesivos de los ríos nivelaron las

acumulaciones sedimentarias dando origen a casi la totalidad de los suelos regionales. (Quiñones ,1988).

3.4. Factores en estudio

3.4. 1., Localización del experimento

El estudio se realizó en 2009 y 2010, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila, México. Se estudiaron distancias entre surcos de 0.75 (testigo), 0.50 y 0.35 m (surcos ultra-estrechos) y cuatro dosis de fertilización nitrogenada (0, 50, 100 y 150 kg de N ha⁻¹). En ambos años el trabajo se estableció en las mismas parcelas que recibieron la misma dosis de N. La fertilización se realizó al momento de la siembra. La densidad poblacional se uniformizó a 100,000 plantas ha⁻¹, para lo cual se dieron diferentes distanciamientos entre plantas de 28, 20 y 13 cm, en los espaciamientos de 0.35, 0.50 y 0.75 m, respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo de parcelas divididas, localizándose los distanciamientos entre surcos en la parcela grande y, las dosis de N en la parcela menor. La parcela grande se distribuyó en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela grande consistió en 8 surcos de 5 m de largo y la útil, para tomar datos de rendimiento y de producción y distribución de biomasa, de 6 surcos de 4 m de longitud. La variedad fue Fiber Max 963 la cual es tardía. Se aplicaron cuatro riegos, uno de presembrado y tres de auxilio. La maleza se controló química y manualmente. El suelo del sitio experimental se clasifica como Xerosol de la serie Coyote de textura franca limosa, con una densidad aparente de 1.3 g cm⁻³.

¹, y un contenido de materia orgánica de 1.3%, pH medianamente alcalino de 7.76 con un contenido de nitrógeno total de 1.1 g kg⁻¹. Características físico-químicas necesarias en estos tipos de estudio realizados de acuerdo a la norma NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2000), utilizando los métodos de Bouyoucos para la determinación de textura (AS-09), método de la parafina para la densidad aparente (AS-03) de N y P correspondientes al procedimiento de digestado (AS- 25) y procedimiento Olsen (AS_10), método electrométrico para el pH (AS-02) y para la determinación de materia orgánica el método de Walkley y Black (AS-07).

Cuadro 4. Características fisicoquímicas del suelo del sitio experimental UAAAN. Unidad Laguna. Torreón, Coah., México.

Variable	Unidad	Valor
pH		7.76
Densidad aparente	g.cm ³	1.3
Nitrógeno total	g.Kg ⁻¹	1.1
Fosforo	ppm	10.7
Potasio	meq/100g	1.17
Materia orgánica	%	1.3
Arena	%	24.76
Limo	%	48.72
Arcilla	%	26.52

3.5. Actividades de campo

3.5.1. Preparación de terreno

Este se realizo con anticipación, 2 días antes de llevarse acabo la siembra. Iniciando con el empareje del terreno y el rayado de las corrugaciones o bordos sencillos.

3.5.2. Labores culturales.

Aporque y control de mala hierva.

Para aporcar y mantener el cultivo libre de malas hierbas se realizó una escarda mecánica a los 30 días después de la siembra. Se realizo un control de maleza manualmente.

3.6. VIRUELA DEL ALGODONERO

La viruela del algodón es causada por el hongo (*Puccinia cacabata*) este patógeno tiene la característica de pasar parte de su ciclo en los pastos conocidos como Navajita (*Boutelova barbata*) y Agujita (*B. Aristidoides*) y el resto en algodón. Las pérdidas económicas que ocasiona la enfermedad varía de acuerdo a la época en que se presenta, pues el cultivo es susceptible al ataque del hongo prácticamente durante todo su ciclo.

3.6.1. Antecedentes de la viruela del algodnero

Ésta enfermedad se presentó por primera vez en San José del Cabo, B.C., en 1893, en Tlahualilo, Dgo., en 1907, en Cd, Camargo, Chih., en 1929, en Valle del Yaqui, Son., 1932 y 1956, en la Comarca Lagunera según agricultores mencionan que se presento en 1941 y 1942 hubo ataques fuertes de viruela que ocasionaron perdidas en rendimientos mayores del 50% en las cercanías de Lucero, Dgo, Tlahualilo, Jimulco y Nazas, Dgo., En Laguna Seca y San Pedro, Coahuila., En 1972, la enfermedad se presento en los algodnales de toda la Comarca Lagunera, y nuevamente en 1973, en la mayoría de los ejidos con pérdidas del 100%. En 1979 hubo nuevamente afectó una superficie de 25, 200 has. En la Laguna, la investigación sobre la viruela se inicio en 1967, pero como consecuencia de la epifitia ocurrió en 1972, en este año se intensificaron los trabajos experimentales para buscar soluciones del problema que representa la enfermedad.

3.6.2. Epifitiologia

Para que la viruela del algodnero se presente y ocasione daños severos requiere de los siguientes factores como son:

- 1.- Existencia de residuos de pastos *Boutelova* spp, que contengan inoculó viables del hongo.

2.- Presencia de áreas sembradas de algodón a los sitios donde hay pastos.

3.- Condiciones ambientales favorables para el desarrollo del hongo como, humedad relativa de 90 % o más, Temperaturas de 12 a 28° C, con optimas de 18 a 24° C durante 12 o más horas continuas para que este hongo pueda desarrollarse, se cumplen estas condiciones durante la época de lluvias y nublados continuos.

3.6.3. Síntomas

Los síntomas se presentan de 4 a 8 días después de que ocurre la infección y se observa en las hojas y cuadros en forma de puntos blanquecinos o amarillos del tamaño de la cabeza de un alfiler. Los puntos se desarrollan hasta convertirse de color anaranjado y llegan alcanzar hasta un cm de diámetro a los 15 días. En los tallos y ramas se presenta lesiones amarillentas alargadas y que rodean el tallo y hacen quebradizas.

El inoculo si está presente puede cubrir un área de 0 a 2 km, cuando existen abundancia de este inoculo puede alcanzar un radio que cubra de 10 a 15 km. Esto se presentan en las fechas de 15 de junio al 15 de julio, salvo en ciertos años que puede ser antes o después.

3.6.4. Métodos de prevención y control

Los tratamientos de fungicidas preventivos, por ser métodos efectivos y de aplicación inmediata como son los siguientes que se recomendaron en 1967 y hasta hoy permanecen algunos; Manzate D-80, 2.0 kg/ha; Zineb 80, 2.0 kg/ha; Fungisol Z, 2.0 kg/ha; Melprex 65 W; 0.750 kg/ha; con aplicaciones cada 8- 10 días en comparación de 15 días.

En 1973 se evaluaron productos químicos con propiedades curativas como; Saprol a razón de 1.5 Lt ha⁻¹ y el fungicida Bayleton, en dosis de 1.0 kg/ha, el Saprol tiene mejor curación que el anteriormente mencionado.

La eliminación de los pastos ayuda a controlar un poco aunque no del todo y aunado con el Mejoramiento Genético. Como producto de esta estrategia el INIFAP liberó una variedad resistente a la viruela con el nombre de Nazas 87. El Primer Investigador que empezó a trabajar en obtención de resistencia a esta enfermedad fue el Dr. Lester M. Blanck, quien determinó en Arizona las especies y cruza interespecíficas más resistentes a la viruela cruzándolas con variedades comerciales del tipo de Deltapine y Coker, adaptadas a la Comarca Lagunera.

En año 2010, se presento el hongo de la Viruela (*puccinia cacabata*) la cual tuvo efectos muy severos en este cultivo de algodón, hubo pérdidas en la producción de hasta un 43 %, y se controlo con fungicidas curativos a los 6 días de la infección, cuando las pústulas alcanzaban un diámetro de 2 a 3 mm. Se realizó una aplicación de Amistar (azoxystrobin) 200 g ha⁻¹ y, un día

después una aplicación de Sapro (Triforme), a razón de 1- 1.5 lt/ha, Al comparar la producción del año 2009 y 2010 se tuvieron diferencias altamente significativas, ya que este hongo afectó severamente la producción del algodón pluma y hueso.

3.7. Aplicación de riegos e insecticidas.

La información relacionada con la aplicación de riegos e insecticidas se presenta en los cuadros 4, 5 y 6. Se dieron cuatro riegos, uno de pre-siembra con lámina de 20 cm, y tres de auxilio con lámina de 15 cm en cada riego.

Cuadro 5. Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron los riegos en el año 2009.

Riegos	Días después de la siembra	Fecha
1er Auxilio	71	10/junio/09
2°. Auxilio	88	27/junio/09
3er. Auxilio	108	17/julio/09

Cuadro 6. Control de plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, productos aplicados y dosis recomendada por hectárea, año 2009.

Plaga	Aplicación	Producto	Dosis (L ha ⁻¹)
Pulgón (Aphis gossypii)	1º	Furadan	360 ml.
Mosquita blanca (Bemisia argentifolii)	2º	Endosulfan-Herald	200 ml y 600 ml
Gusano Soldado (Spodoptera exigua)	3º	Clorpirifos etil 480 EM	150 ml.

Cuadro 7. Control de plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, productos aplicados y dosis por hectárea, año 2010.

Plaga	Aplicación	Producto	Dosis (Lt/ha ⁻¹)
Pulgón(Aphis gossypiiin Glover)	2	Malation	1.5 Lt/ha ⁻¹
Picudo del algodón (Antonomus gradis)	2	Cipermetrina	400 ml/ha ⁻¹
Gusano Bellotero (Heliothis zea Bodie)	2	Clorpirifos etil	1.5 Lt/ha ⁻¹
Viruela	1	Saprol (Triforme)	1.5 Lt/ha ⁻¹
<i>Puccinia Cacabata</i>	1	Amistar (Azoxystrobin)	30 gr /ha ⁻¹
Gusano Soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	2	Clorpirifos etil	1.5 Lt/ha ⁻¹

Cuadro 8. Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron, año 2010.

Riegos	Días después de la siembra	Fecha
1er Auxilio	02	05 de abril
2°. Auxilio	63	07 de junio
3er. Auxilio	88	25 de junio
4er. Auxilio	118	25 de Julio

3.8. Variables evaluadas.

3.8.1. Altura de planta semana

En cada fecha de muestreo se tomo la altura de tres plantas por parcela, tomando como base los nudos cotiledonales de la planta hasta la punta de la misma.

3.8.2. Inicio de floración

Para determinar el inicio de floración se llevo a cabo la contabilidad de las flores de las parcelas y de surcos tomando un surco por parcela y se llevo a cabo cada tercer día, al momento que se contaron 10 flores se considero como fecha de inicio de floración y esto ocurrió a los 63 días después de la siembra.

3.8.3. Cosecha

Esta se realizo a los 180 días después de la siembra, de manera manual, tomando dos surcos centrales y cosechando cuatro metros de cada surco.

3.8.4. Análisis Estadístico

Los a datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con el programa (SAS 1996) de acuerdo con el diseño experimental utilizado y cuando se detectaron diferencias entre medias la comparación de las mismas se realizó mediante la prueba DMS al 0.05 de significancia.

3.8.5. Estimación de componentes de rendimiento y calidad de fibra

Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y algodón pluma en kg ha^{-1} , componentes del rendimiento; número de capullos por planta, peso de capullo en g, porcentaje de fibra e índice de semilla (peso de 100 semillas), y calidad de fibra; longitud en mm, resistencia en g/tex, y finura en índices de micronaire. Para determinar componentes del rendimiento se tomó aleatoriamente una muestra de 20 capullos por parcela⁻¹ y se pesó. El peso del capullo se obtuvo al dividir el peso de los 20 capullos entre su número. Después se separó la fibra de la semilla para determinar el porcentaje de fibra que representa el peso de la fibra del peso total de la muestra de 20 capullos.

También se determinó al instante el contenido de N en la planta, en base a la cantidad relativa de clorofila en la quinta hoja a partir del meristemo apical, mediante el medidor portátil SPAD-502, el cual mide la absorción de la hoja en dos regiones de longitud de onda; en las regiones roja y cercanas a infra-roja, utilizando estas dos transmisiones el medidor calcula el valor numérico SPAD que es proporcional a la cantidad de clorofila presente en la hoja y en consecuencia de N. Se llevaron a cabo seis mediciones de conteos SPAD con un intervalo de tiempo de 10 a 15 días, (inicio de floración) en cada uno de los años finalizando las tomas a los 134 dds (maduración de bellotas y apertura de capullos) en ambos casos. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (SAS Inst., 1996) de acuerdo con el diseño utilizado. La comparación de medias se realizó mediante la prueba DMS (P, 0.05).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento y componentes de rendimiento

Rendimiento

El análisis combinado de la información señaló diferencias altamente significativas entre años y espaciamientos de surcos para rendimiento de algodón hueso y pluma más no las hubo para dosis de nitrógeno (N). El rendimiento de algodón hueso y pluma de 2009 fue 117 % superior al obtenido en 2010, lo cual significa que el ataque de viruela ocasionó pérdidas del 54 % en la producción (Cuadro 9). En 1941 y 1942 hubo ataques fuertes de viruela que ocasionaron pérdidas en rendimientos mayores del 50% en las cercanías de Lucero, Dgo, Tlahualilo, Jimulco y Nazas, Dgo., En Laguna Seca y San Pedro, Coahuila. En 1972, la enfermedad se presentó en los algodones de toda la Comarca Lagunera, y nuevamente en 1973, en la mayoría de los ejidos con pérdidas de hasta 100% dependiendo de la intensidad de la infestación.

De acuerdo con el rendimiento promedio de los dos años, el rendimiento aumentó a medida que disminuyó la distancia entre surcos, de tal forma que el algodón sembrado en surcos de 0.35 m rindió 20 y 43 % más que en surcos de 0.50 y 0.75 m. Estos resultados, aunque no son similares en rendimiento, coinciden con los obtenidos por Palomo *et al.*, (2008) en los años 2005-2006 donde los surcos de 35 cm rindieron 10 y 26% más que los surcos de 50 y 75 cm, respectivamente. Gerik *et al.*, (1998) y Cawley *et al.*, (2002) también señalan que los surcos ultra-estrechos rinden más que los surcos amplios, difiriendo solo en la magnitud del incremento. También hubo

interacción significativa de año con distancia de surco para rendimiento y altura de planta, lo cual se atribuye al daño ocasionado por el hongo de la viruela (*Puccinia cacabata*). Aunque en ambos años el rendimiento tendió a incrementarse a medida que se redujo el distanciamiento de surco, la interacción se da porque la respuesta en rendimiento fue mucho mayor en 2009 con respecto a 2010, 55 y 18 %, respectivamente.

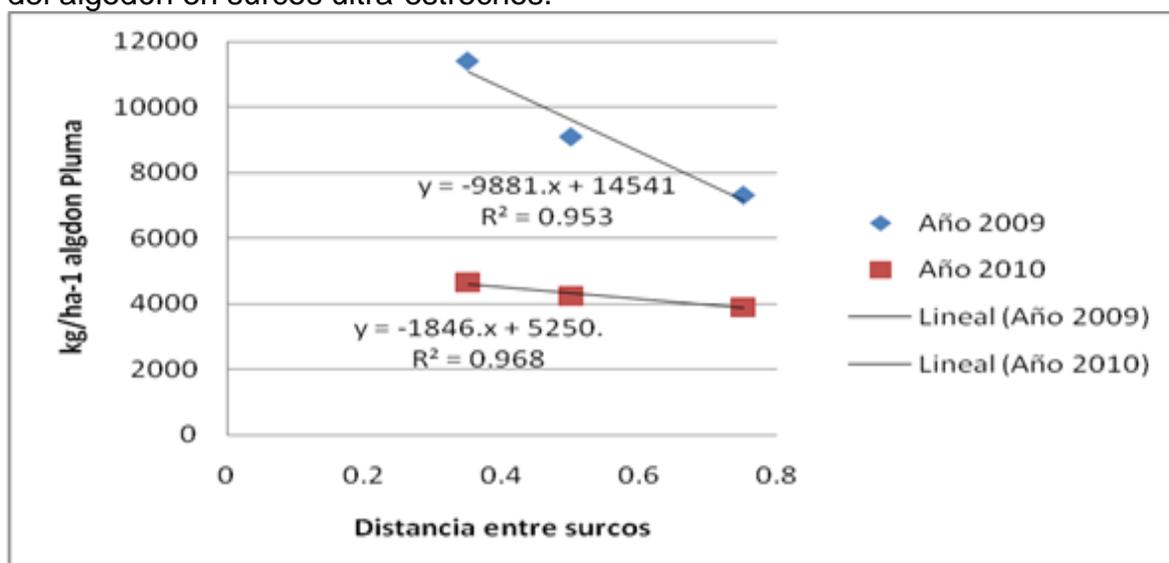
Cuadro 9. Rendimiento y componentes de rendimiento del algodón en surcos ultra- estrechos y dosis de nitrógeno en años con y sin daño de viruela.

Factor	Rendimiento (kg ha ⁻¹)			Peso de capullo (g)	% de fibra	Índice de Semilla
	Hueso	Pluma	%			
	Año					
2009	9271 a	3889 a	100.0	5.84 a	42.0 b	9.27 b
2010†	4265 b	1857 b	47.7	5.68 b	43.7 a	9.48 a
	Distancia entre surcos (m)					
0.75	5607 c	2396 c	100.0	5.90 a	43.1 a	9.24 b
0.50	6672 b	2840 b	118.5	5.64 ab	42.9 a	9.22 b
0.35	8025 a	3382 a	141.1	5.74 b	42.5 a	9.65 a
	Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹)					
0	6600 a	2811 a	100.0	5.68 a	43.3 a	9.28 a
50	6712 a	2899 a	103.1	5.78 a	43.4 a	9.40 a
100	7003 a	2960 a	105.3	5.85 b	42.7 ab	9.42 a
150	6760 a	2824 a	100.4	5.73 a	41.9 b	9.40 a

2010. Año en que se presentó daño por viruela del algodón.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (DMS, 0.05)

Figura 1. Efecto del daño de la viruela del algodón (2010) en el rendimiento del algodón en surcos ultra-estrechos.



4.2., Componentes de rendimiento

En componentes de rendimiento también hubo efecto de año, de espaciamiento de surco para peso de capullo e índice de semilla y de N para porcentaje de fibra (Cuadro 10). En 2010, año en que se presentó la viruela, el algodón tuvo mayor porcentaje de fibra y peso de semilla que en 2009, en tanto que en este año fue mejor el peso del capullo. En estudios similares Jost y Cothren (2000) no encontraron diferencia en porcentaje de fibra. Con respecto a espaciamiento de surco, en los de 0.75 m el capullo fue más pesado, con mayor porcentaje de fibra pero con semilla más pequeña, tal y como lo indica el índice de semilla.

4.3., Nitrógeno

No hubo respuesta en rendimiento a la dosis de N aplicada y de los componentes del rendimiento solo el porcentaje de fibra se vio afectado, el cual tendió a disminuir a medida que se incremento la cantidad de N aplicado (Cuadro 10). En términos nutricionales del suelo el N mineral (NH_4^+ y NO_3^-) encontrado, que corresponde a 100 kg ha^{-1} , y el N asimilable (64.35 kg ha^{-1}) cumple con los requerimientos necesarios para un buen desarrollo de este cultivo (Castellanos *et al.*, 2000). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Palomo *et al.*, (2004), y por Orozco *et al.*, (2008) quienes tampoco encontraron respuestas a la cantidad de N aplicado, la razón fue que el terreno donde se estableció el experimento contenía cantidades moderadas de N.

4.4., Altura de planta y calidad de fibra

En altura de planta se detectó efecto de año e interacción año x distancia de surco. En 2009 la planta creció 19 cm más que en 2010, esto como consecuencia del daño de viruela la cual al afectar las hojas de la planta redujo la fotosíntesis de la misma (no medida) y por tanto la producción y asignación de biomasa. El origen de la interacción es porque en ambos años es diferente la respuesta a la reducción de la distancia entre surcos, en 2009 la planta tiende a crecer más a medida que se reduce el espaciamiento de los surcos, sucediendo lo contrario en 2010 (Cuadro 10,). La distancia entre surcos y la dosis de N no tuvieron ningún efecto en la altura de planta pero sí la dosis

de N donde la altura tendió a aumentar a medida que se incrementó hasta 100 kg ha⁻¹, la cantidad de N aplicado.

Con respecto a calidad de fibra también se presentó efecto de año, en 2009 la fibra fue más corta, menos resistente y más gruesa que en 2010, lo cual probablemente es una consecuencia del menor número de bellotas por planta que hubo en 2010 como consecuencia del daño de viruela. La distancia entre surcos solo afectó la finura de la fibra la cual tendió a ser más gruesa a medida que se redujo el espaciamiento entre surcos. La información obtenida sobre finura de fibra difiere de los resultados obtenidos por Estrada *et al.*, (2008) quienes en un estudio de dos años con espaciamientos de 75, 50, y 35 cm y una densidad poblacional de 100,000 plantas ha⁻¹, no encontraron efecto de espaciamiento de surco en la calidad de la fibra.

En cambio, la cantidad de N aplicado afectó tanto la resistencia como la finura de la fibra más no la longitud de la misma. Obteniéndose la mejor resistencia y la mejor finura (fibra más fina) con la dosis de 150 kg de N ha⁻¹ y éstos valores tendieron a disminuir a medida que se redujo la dosis de N. Los resultados sobre resistencia de fibra corroboran los obtenidos por Palomo *et al.*, (1996, 2002) quienes encontraron que la resistencia al rompimiento aumentaba a medida que se incrementaba la dosis de N (Cuadro 10).

Cuadro 10.- Altura de planta y calidad de fibra en surcos ultra-estrechos y dosis de nitrógeno. UAAAN 2009 y 2010.

Factor	Altura de Planta (cm)	Longitud de fibra Pulgadas	fibra (mm)	Resistencia	Finura micronaire
Año					
2009	99.0 a	1.09 b		25.4 b	4.49 a
2010	79.6 b	1.15 a		30.2 a	4.17 b
Distancia entre surcos (m)					
0.75	92.6 a	1.13 a		27.9 a	4.25 b
0.50	85.8 b	1.11 a		27.6 a	4.34 ab
0.35	89.7 a	1.13 a		27.9 a	4.40 a
Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹)					
0	86.1 b	1.12 a		27.3 b	4.42 a
50	88.5 ab	1.12 a		27.8 ab	4.35 ab
100	91.7 a	1.13 a		27.9 ab	4.31 ab
150	91.1 a	1.12 a		28.3 a	4.25 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (DMS, 0.05)

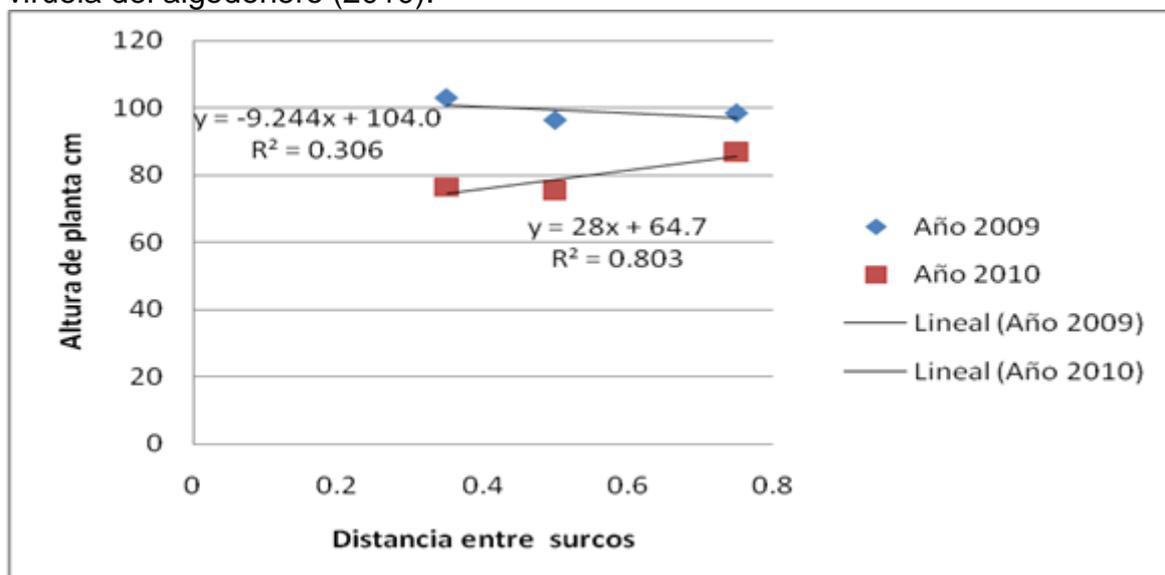
La interacción de año con distancia de surco para altura de planta se presenta porque en 2009 la altura de planta tendió a decrecer a medida que se alargó el espaciamiento de surco, sucediendo lo contrario en 2010 (Cuadro 11, Figura 2).

Cuadro 11. Interacción de año x distancia de surco para altura de planta.
Distancia de surcos (m)

Año	0.75	0.50	0.35	Promedio
2009	98.3 a	96.2 a	102.8 a	99.1
2010	86.9 b	75.5 b	76.5 b	79.6
Promedio	92.6	85.8	89.6	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (DMS, 0.05)

Figura 2. Altura de planta del algodón en surcos ultra-estrechos y daño por viruela del algodón (2010).



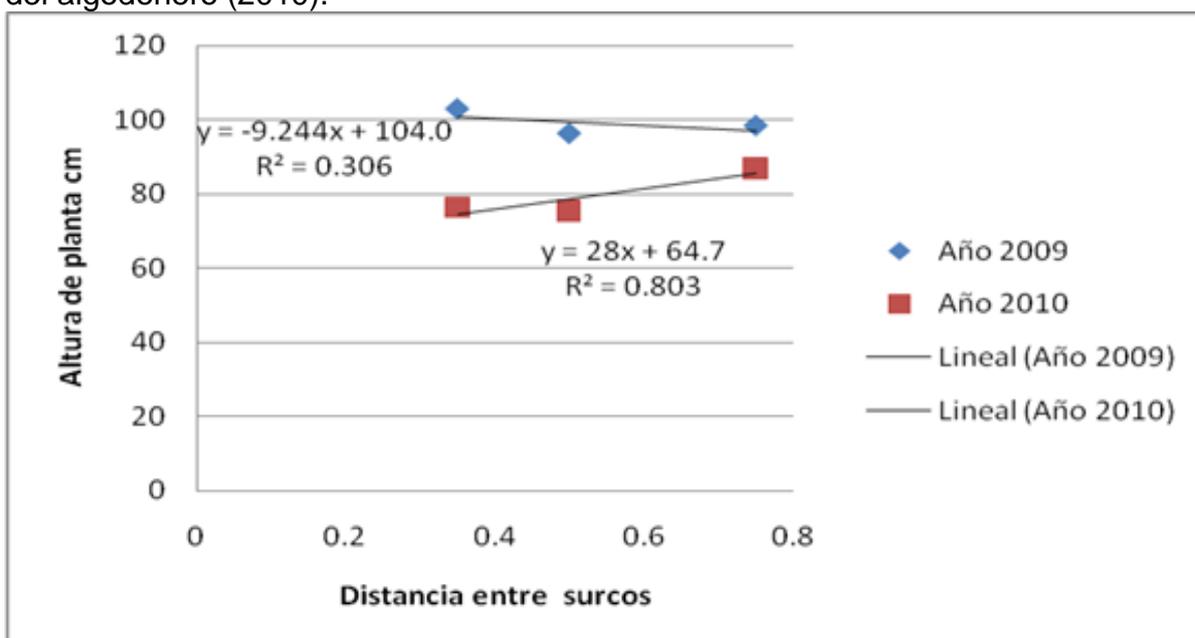
La interacción de año con dosis de nitrógeno se presenta porque en 2009 la cantidad de N aplicado no tuvo ningún efecto en la altura de planta, en cambio en 2010 la altura tendió a incrementarse hasta los 100 kg de N aplicado, para posteriormente descender (Cuadro 12, Figura 3).

Cuadro 12. Interacción de año x dosis de nitrógeno para altura de planta.
Dosis de nitrógeno (kg ha⁻¹)

Año	0	50	100	150	Promedio
2009	99.1 a	98.0 a	98.5 a	100.7 a	99
2010	73.1 b	79.1 b	84.8 b	81.5 b	79.6
Promedio	86.1	88.5	91.6	91.1	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (DMS, 0.05)

Figura 3;- Altura de planta del algodón y dosis de nitrógeno y daño por viruela del algodonoero (2010).



V. CONCLUSIONES

Aún y cuando se detenga el crecimiento de las pústulas de viruela con la aplicación de fungicidas curativos, en ataque severo, de hasta 300 pústulas por hoja, ocasiona elevadas pérdidas en la producción, en este caso, del 54 %. Las pérdidas pueden ser un 19 % inferiores si se siembra en surcos ultra-estrechos de 0.35 m.

El cultivo del algodón en surcos ultra-estrechos, de 0.35 o 0.50 m entre surcos, aumenta los rendimientos en 43 y 19 %, respectivamente. En suelos con un 0.11 % de nitrógeno no hay respuesta en rendimiento a la cantidad de N aplicado. La altura de la planta tiende a incrementarse a medida que aumenta la dosis de N.

En surcos de 0.35 m el peso de capullo es inferior al que se obtiene en surcos de 0.75 m, sucediendo lo contrario con el peso de la semilla. La distancia entre surcos solo afecta la finura de la fibra, la cual es más gruesa a medida que disminuye el ancho de surco.

Al aumentar la dosis de N disminuyen el porcentaje de fibra y la finura de la misma pero, en el mismo sentido, aumenta la resistencia de la fibra.

VI.- LITERATURA CITADA

Aguirre, S. O., (1981). Guía climática de la Comarca Lagunera, publicación Especial, CIAN CELALA-INIA-SARH.

Allen C.T. C. Kennedy, B. Robertson, M. Kharboutli, K. Bryant, C. Capps, & L., Earnest (1998) Potential of ultra-narrow row cotton in Southeast Arkansas. *In: Proc. Belt-wide Cotton Conf. San Diego CA, 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis TN. pp: 1403-1406.*

Andrade, F., Cirilo, A., Uhart, S. y Otegui, M., (1996). Ecofisiología del cultivo de Maíz. Unidad Integrada FCA-INTA Blarce. Dekalb Press. Editorial la Barrosa. 292 p.

Bondada, B. R., D. M., Oosterhuis, R. J. Norman, and W. H., Baker.(1996). Canopy photosynthesis, growth, yield, and boll ¹⁵N accumulation under nitrogen stress in cotton. *Crop Sci. 36:127-133.*

Boquet, D, J., A, Breitenbeck, and A. B., Coco., (1995). Residual nitrogen affects on cotton following, long – time application of different N rates *Proc. Beltwide cotton Conf. Vol. 12 pp. 1362 – 1364.*

Bhatt, J.G., T. Ramanujam and E. A.,ppukuttan. (1974). Growth and nutrient uptake in a short branch strain of cotton. *Cotton Growing Rec. 51: 130-137.*

Baker, W.H., R.L., Maples, and J.J., Varvil., (1991). Long term effects de nitrogen application to soil propertines. *Proc. Beltwide cotton conf. Vol. 2:941.*

Boman, R. K., Raun. W, R., Wasterman, R, L. Bankaes, J.C., (1995), Nitrogen by enviroment interaction in long term Cotton Production. *Proc. Beltwide Cotton conf. Vol.2 1300-1303.*

Castellanos, J.Z., J.J., Marquez, J.D., Etchevers, A. Aguilir- Santelises y J.R.. Salinas., (1996). Long term effect of dairy manure on forage yields and soil properties in an arid irrigated regions of northern Mexico. Terra 14:151-158.

Castrejón S.A., (1975). Efectos en el rendimiento del algodón a tres grados de ataques mediante inoculación artificial de viruela (*Puccinia cacabata* A.& H.) y en diferentes estados de desarrollo del cultivo (45, 60, 75, 90, 105, 120 días). Informe de Investigación agrícola del CIANE.

Castrejón S.A., y Valle G.P., (1977). Efecto del año causado por *Puccinia cacabata* sobre el rendimiento del algodón inoculado artificialmente bajo condiciones de campo en diferentes estados de desarrollo del cultivo. Informe de Investigación agrícola del CIANE.

Cawley N, K., Edminsten, R. Well, and A., Stewart. (2002). Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12. Nalt. Cotton Counc., Memphis TN.

Díaz, C. I., (2002). Respuesta a la fertilización Nitrogenada de nuevas variedades de algodón: Rendimiento, Componentes de rendimiento y calidad de fibra. Tesis. Pp6, 7: 14 – 17.

Estrada T.O., A Palomo-Gil, A Espinoza-Banda, S. Rodríguez-Herrera, N. Rodríguez-Torres (2008) Rendimiento y calidad de fibra del algodón cultivado en surcos ultra-estrechos. Revista Fitotecnia Mexicana 31:79-83.

Farias, F.J.M., (1980). Producción de forrajes en la Comarca Lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios técnicos. Vol. 5 Núm. 26. CIAN-CELALA-INIA-SARH.

Gaylor M. J., G. A., Buchanan, F. R., Guilliland, R. L., Davis (1983) Interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. *Agronomy Journal* 75:903-9.

Gaytán MA, A., Palomo-G, S., Godoy-A., (2001). Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Fitotecnia Mexicana* 24:197.

Gaytán M. A., A. Palomo-gil, D. G., Reta-Sánchez, S Godoy-Ávila, E. A., García-Castañeda (2004) Respuesta del algodón cv. Cian Precoz 3 al espaciado entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *PHYTON Rev. Int. Bot. Exp.* 53:57-67.

Gerick T. J., R. G., Lemon, K., L Faver, T. A., Hoelewyn, 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.

Gardner, B. R., Pearse, R.B., y Michell, R.L.,(1985). *Physilogy of crops plants.* Iowa State University Press. USA.

Hodges, S.,(1991). Nutrient Uptake by cotton. A review. Proc. Beltwide cotton conf.pp.938-940.

Hearn A.B., (1969) The growth and performance of cotton in a dessert environment. II. Dry matter production. *J. Agric. Sci. Camb.* 73:75-86.

INEGI, (2000). XXI censo General de población y vivienda.

Jost, P.H., and J. T., Cothren.(2001). Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. *Crop Science* 41: 1150-1159.

Jimenez D.F., y Valle G.P., (1977). Determinación del periodo de protección contra la viruela del algodón de algunos fungicidas de acción preventiva. Informe de Investigación agrícola del CIANE.

Kreig D. R., (1996). Physiological aspects of ultra-narrow row cotton production. *In Proc. Beltwide Cotton Conference. Nashville TN, 9-12 Jan., Natl. Cotton Council, Memphis TN. p. 66.*

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

Lewis, H.L., (1971). What is narrow row-high population cotton? *Ginn's Journal & Yearbook. p. 49.*

Miralles, D., (2004). Aspectos de la Ecofisiología aplicados al manejo de cultivos. UBA-CONICET. Buenos Aires Argentina.

Mc Connell J.S., B.S., Frizzell, R.L., Maples, M.L., Wilkerson, G.A., Mitchell (1989) Relationships of irrigation methods and nitrogen fertilization rates in cotton production. *Arkansas Agricultural Experimental Station Rep. 310.*

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 Council, Memphis TN.*

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

Mohamad K, G., Kassman, J.M., Pehelman (1982). Cotton cultivars response to plant population in a short - season narrow-row cultural system *Agronomy Journal* 74:619-625.

Meredith Jr W. R., (1984). Influence of leaf morphology on lint yield of cotton-enhancement by the sub okra trait. *Crop Science* 24:855-857.

Mascagni, H. J. T. C., Keisling, R. L., Maples; and P. W., Parker. (1992). Response of fast – fruiting cotton cultivars to nitrogen rate on clay soil. *Proc. Beltwide cotton Conf. Vol. 13 Pp.* 1179.

Matocha, J. E., K. L., Barber, and F. L., Hopper. (1992). Fertilizer nitrogen effects on lint yield and fiber properties *Proc. Beltwide cotton Cont. Vol. 3 Pp.* 1102 – 1105.

Orozco V. J. A, A., Palomo-Gil, E Gutiérrez-Del Río, A. Espinoza-Banda y V Hernández-Hernández (2008). Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. *Terra Latinoamericana* 26 (1):29-35.

Prince W. B., J ,A., Landivar and C. W., Livingston (2002). Growth, lint yield and fiber quality as affected by 15 and 30- inch row spacing and PIX rates. p. 1481. *Cotton Physiology Conference. Proc. Beltwide Cotton Conf. Atlanta GA, 8-12 Jan. 2002. Natl. Cotton Council, Memphis TN.*

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

Palma-López D. J., S. Salgado-García, J .J., Obrador-Olan, A. Trujillo-Narcia, L. del C. Lagunes-Espinoza, J. Zavala-Cruz, A. Ruiz-Bello y M. A.,

Carrera-Martel (2002) Sistema integrado para recomendar dosis de fertilización en caña de azúcar. *Terra* 20:347-358.

Palomo G. A., A. Ogaz, A. Espinoza B, S. A., Rodríguez H, y E. Gutiérrez del R., (2007). Surcos ultra-estrechos, densidad poblacional y su efecto en el rendimiento de algodón. *In: Memorias de Investigación 2007.* UAAAN. En prensa.

Palomo G. A., O. Estrada-Torres, . Espinoza-Banda, O. Antuna-Grijalva y A, Ruíz-Torres (2008). Surcos ultra-estrechos, variedades y su efecto en el rendimiento del algodón. *In: Libro Científico Anual: Agricultura, Ganadería y Ciencia Forestal.* UAAAN 2006.

Palomo G .A, A., Gaytán-Mascorro, R Faz-Contreras, D. G., Reta-Sánchez y E . Gutiérrez Del Río (2004). Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana* 22(3):299-305.

Palomo G. A., J. F., Chávez, S. Godoy A. (1996). Respuesta de la variedad de algodón “Laguna 89” a la fertilización nitrogenada. *Revista Fitotecnia Mexicana* 19:185-192.

Palomo G. A., A. Gaytan M, M., G. Chavarría R. (2002). Respuesta de una variedad precoz de algodón al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:43-47.

Palomo-Gil, A., A. Gaytán-Mascorro y S. Godoy-Ávila. (2003). Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26(3): 167-171.

Perches E.S.,(1968). Número y épocas de aplicación de diferentes fungicidas para la prevención de la viruela del algodonoero *Puccinia cacabata*. Informe de Investigación agrícola del CIANE: 287-296.

Quiñones, R.E., (1988). Función de producción de maíz forrajero usando láminas y frecuencias de riego. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coah., México.

Rangel-Lucio J. A., G. Alcántar-González, J. Z., Castellanos-Ramos, E. García-Moya, C. Trejo-López y H. Vaquera-Huerta (2002). Comparación de dos pruebas para diagnosticar nitrógeno en sorgo. Terra 20:383-390.

Robles Sánchez R., (1980). Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. pp. 170-176.

Rodriguez V.J., y Araoz S.H., (1957-1958). La viruela del algodnero en Mexico. Agricultura técnica en Mexico. Vol 1 (5) : 26-27; 50-52.

Sainz-Rozas H. y H. E., Echeverría (1998). Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502 en distintos estadios del ciclo del cultivo del maíz y el rendimiento en grano. Revista de la Facultad de Agronomía, La plata. 103:37-44.

SEMARNAT. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).2000. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. México, D. F.

Unruh, B.L., and J.C., Silverthooth. (1996). Comparisons between an Upland and a Pima Cotton Cultivars: II. Nutrient Uptake and Partitioning. Agronomy journal, Vol.88 July August,589-595.

Wells, R., and W.R., Meredith, Jr. (1984 a). Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. I. Vegetative Dry Matter Partitioning. Crop Sci.24:858-862.

Wells, R., and W.R., Meredith, Jr. (1984 b). Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. I. Vegetative Dry Matter Partitioning. Crop Sci.24:863-868.

Wojcij P., (2001). Ecological impact of nitrogen fertilization. Journal of Fruit and Ornamental Plant. Research Vol. IX: 117-127.

Waddle, B.,(1984). Crop Growing Practices in Cotton. Agronomy Serie 24, 233-263.

Zebarth B. J., M Younie, J .W., Paul and S., Bittman (2002).Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in high fertility environment. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 33:665-684.