

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

“UNIDAD LAGUNA”

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN EN SURCOS
ESTRECHOS Y ULTRA-ESTRECHOS.**

POR:

ENRIQUE VIDAL MORALES GALVEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONÓMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO DE 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
"UNIDAD LAGUNA"

POR:

ENRIQUE VIDAL MORALES GÁLVEZ

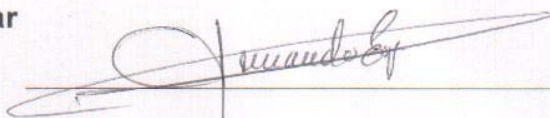
TESIS

ELABORADO BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO.

INGENIERO AGRÓNOMO

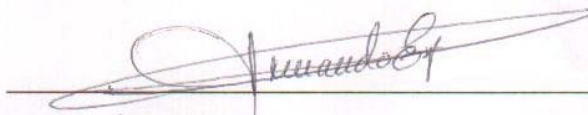
Comité particular

Asesor principal:



Dr. Armando Espinoza Banda.

Asesor



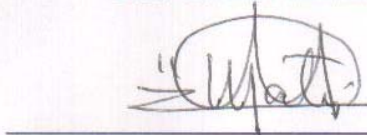
Ph.D. Arturo Palomo Gil.

Asesor



Dra. Oralia Antuna Grijalva

Asesor



M.E. Víctor Martínez Cueto



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Marzo de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

“UNIDAD LAGUNA”

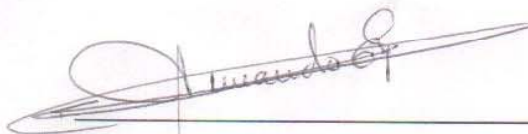
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS QUE EL C. ENRIQUE VIDAL MORALES GÁLVEZ SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR PARA OBTENER EL TÍTULO DE.

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

Presidente:



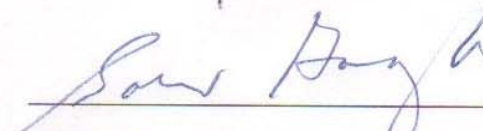
Dr. Armando Espinoza Banda

Vocal:



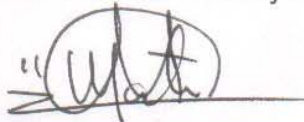
Ph. D. Arturo Palomo Gil

Vocal:



Ph. D. Salvador Godoy Avila

Vocal suplente:



M.E. Víctor Martínez Cueto



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Marzo de 2012

AGRADECIMIENTO

A Dios padre por darme la oportunidad de vivir, por cuidarme y protegerme en todo momento por ayudarme a cumplir unas de mis metas propuesta a ti mi dios mil gracias.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por a ver me cobijado durante cuatro años y medio, por permitirme a ver terminado mi licenciatura mil gracias alma terra mater.

Al comité de asesores: Ph.D. Arturo Palomo Gil, DR. Armando Espinoza, M.C. Juan Gabriel Contreras, M.C Oralia Antuna. Por el apoyo brindado en la realización de esta tesis. Así mismo a todos y cada uno de mis profesores, que en cada clase compartieron sus conocimientos.

A mis compañeros de grupo y amigos que tuve en el transcurso de la carrera, que durante cuatro años y medio me brindaron su amistad y apoyo incondicional, que me brindaban aliento cuando yo veía lejos el camino,

Al Ing. Aimer Barrios. Por a verme dado su apoyo cuando lo necesitaba.

A todos aquellos que de una u otra manera que me apoyaron para llegar a cumplir una de mis metas.

A todos ustedes mil gracias.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Jordán Morales Peres †.

Crispina Gálvez Ángel †.

Por brindarme lo más preciado de este mundo que es la vida, por darme su amor y cariño, Y guiarme por un buen camino para ser un hombre de provecho. A un que ya no estén con migo se que de donde estén me guían y me protegen junto con dios. A ustedes mil gracias

Los quiero mucho y los extraño demasiado.

A MIS HERMANOS: Wilmar, Neiro, Berni, Eldi, Norma, Maru, Cari, Petri y Geli. Por el apoyo y confianza que pusieron en mi y por ayudarme a comprender que la vida es un montón de obstáculos que se deben de superar. A benicio † que aunque ya no se encuentre con nosotros, sé que me sigue brinda un apoyo especial. A Maru por ser un ejemplo a seguir, por confiar en mí y brindarme su apoyo sin dudarlo va en especial para ti profe.

A MIS CUÑADAS Y CUÑADOS: por ser como mis hermanos y darme cobijo siempre que lo necesito.

AL IGUAL QUE. A mis sobrinos por alegrarme la vida cuando lo necesitaba, a obet por a acompañarme en el transcurso de la carrera, por estar con migo en las buenas y las malas, gracias.

A todos ustedes mil gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Hipótesis	3
I. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del cultivo	4
2.1.1 Origen	4
2.1.2 Clasificación taxonómica (Robles, 1980).....	5
2.1.3 Ciclo del algodón	6
2.2 Descripción morfológica del algodón	7
2.2.1 Forma	7
2.2.2 Raíz	8
2.2.3 Tallo.....	8
2.2.4 Ramas vegetativas	9
2.2.5 Ramas fructíferas	9
2.2.6 Hojas	9
2.2.7 Flor	10
2.2.8 Fruto	10
2.2.9 Semilla.....	11
2.3. Requerimientos del cultivo.....	11
2.4 Antecedentes de la investigación	13
2.6 Surcos ultra estrechos	14
2.7. Calidad de fibra del algodón	16

2.7.1 Longitud de fibra.....	16
2.7.2 Resistencia de la fibra	16
2.7.3 Finura de la fibra	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	19
3.2 Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.....	19
3.2.1. Clima.....	19
3.2.3. Precipitación.....	20
3.2.4. Humedad Relativa.....	21
3.3. Origen de los suelos de la Comarca Lagunera.....	21
3.4 Diseño experimental.....	22
3.5 Actividades de campo.....	23
3.5.1 Siembra.....	23
3.5.2 Labores culturales.....	23
3.6 Variables evaluadas.....	25
3.6.1 Altura de planta semanal.....	25
3.6.2 Precocidad	26
3.6.3 Componentes del rendimiento.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIÓN	29
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Longitud de la fibra expresada en pulgadas.....	16
2	Resistencia de la fibra.....	17
3	Finura de la fibra	18
4	Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron.....	24
5	Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, producto químico y dosis por hectárea que se utilizo para el combate.....	25
6	Efectos de surcos ultra-estrechos en el rendimiento del algodón.....	27
7	Efecto de los surcos ultra-estrechos en calidad de fibra	28
8	Efecto de los surcos ultra-estrechos en componentes del rendimiento.....	28

RESUMEN

En los últimos años, las ganancias de los productores del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) se han reducido debido a incrementos en los costos de producción y al bajo precio de la fibra en el mercado internacional por lo que ha sido necesario subsidiar la producción, y explorar nuevas alternativas de producción como lo es el uso de tecnologías nuevas de producción como lo son los surcos más estrechos que los convencionales para elevar los rendimientos y hacer más redituable su cultivo.

El estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila, México, que se localiza en la parte central de la porción norte de los estados Unidos Mexicanos, se encuentra ubicada entre los paralelos 24° 22' y los 26° 23' de latitud Norte y los meridianos 102° 22' y 104° 47' de longitud Oeste. La altura media sobre el nivel del mar es de 1139 metros (INEGI, 2000).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los surcos ultra-estrechos como una alternativa para aumentar los rendimientos unitarios de algodón y reducir costos de producción.

Determinar el efecto de la siembra en surcos ultra-estrechos y rendimiento y calidad de fibra en la variedad de FIBER MAX.

La siembra se realizó en el sistema de producción de surcos estrechos (75, 50, 35 cm) entre surcos y distancias entre planta fueron, en surcos de 75 cm (11 -13 cm) con una densidad de población de 70,000 plantas, en surcos de 50 cm (18-20 cm) con una densidad de población de 80,000 plantas, en surcos de 35 cm (25-28 cm) con una densidad de población de 98,000 plantas. Dosis de fertilización nitrógeno (0, 50, 100, y 150) hectárea las cuales se distribuyeron en diseño de bloques al azar.

Dentro de las evaluaciones realizadas se llevó a cabo la determinación de rendimiento del algodón en hueso y pluma además de la calidad de la fibra con sus correspondientes variables involucradas, así como; el peso seco total y peso seco de órganos vegetativos y fructíferos.

Para determinar el rendimiento se realizó la cosecha de dos surcos por parcelas pesando respectivamente, luego se procedió a quitar la semilla se pesaron 100 de cada muestra.

Se obtuvo un rendimiento mayor en los surcos ultra-estrechos que en los surcos estrechos.

En los componentes de calidad de fibra del algodón no hubo diferencia en surcos estrechos y ultra-estrechos.

Palabras claves: Surcos Estrechos, Rendimiento, *Gossypium hirsutum* L.

I. INTRODUCCION

Desde los inicios del cultivo, el algodón ha sido un factor importante en la economía de la Comarca Lagunera, como lo muestra el hecho de que en el ciclo 2006 se hayan sembrado 18 000 ha. El sistema de producción de algodón actual es de surcos espaciados a 76 cm y densidades de población de 10 plantas m⁻², con niveles de producción que oscilan entre 4.5 y 5.0 toneladas de algodón hueso por hectárea (Gaytán *et al.*, 2004; Palomo *et al.*, 2003).

En los últimos años, las ganancias de los productores del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) se han reducido debido a incrementos en los costos de producción y al bajo precio de la fibra en el mercado internacional por lo que ha sido necesario subsidiar la producción, y explorar nuevas alternativas para elevar los rendimientos y hacer más redituable su cultivo. En EE. UU. se ha estudiado la siembra del algodón en surcos más estrechos de (19 y 38 cm) que los actuales (75 cm de ancho), en un sistema de producción denominado “surcos ultra-estrechos”. El concepto de “surcos ultra-estrechos” se remonta a 1920, cuando el objetivo era, como lo es también ahora, reducir los costos de producción, pues se pueden eliminar de dos a tres pasos de maquinaria, ya que el follaje cubre más rápido el suelo, disminuye la competencia con la maleza y se reduce la evaporación del suelo.

Gerik *et al.* (1998) menciona que la siembra del algodón en “surcos ultra-estrechos” incrementa el rendimiento hasta el 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 oscilaron entre 80 000 y 200 000 plantas ha⁻¹, pero indicaron que la siembra en surcos a 50 cm disminuyó en 7 del ciclo del cultivo. La calidad de la fibra puede disminuir por deficiencias de humedad o de N, o por diferencias entre variedades, densidad poblacional, separación entre surcos, efecto de año, o por alguna de sus interacciones Mohamad *et al.* (1982).

1.1. Objetivo

El objetivo del presente estudio es evaluar los surcos ultra- estrechos (70 y 35 cm.) respectivamente, como una alternativa para incrementar los rendimientos y calidad de fibra.

1.2. Hipótesis

H₀₁: El sistema de producción en surcos ultra-estrechos en condición de dosis óptima de fertilización nitrogenada incrementa el rendimiento y calidad de fibra.

H₀₂: El sistema de producción en surcos ultra-estrechos en condición de dosis óptima de fertilización nitrogenada no incrementa el rendimiento y calidad de fibra.

H₀₃: El sistema de producción surcos ultra-estrechos en condición de dosis óptima de fertilización nitrogenada afecta la calidad de fibra del algodón.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del cultivo

2.1.1 Origen

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.

Sarmiento *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.

Los centros de domesticación para este género se ubican en África y el sur de Asia Central, México y Sudamérica. Las dos especies de mayor cultivo a nivel mundial son originarias del continente Americano, *G. hirsutum* y *G. barbadense*. *G. barbadense* es originaria de Suramérica (Perú). Por otra parte,

desde los trabajos de Vavilov (1992) en 1930 se considera que Mesoamérica (México y América Central) es el centro de origen de la especie *G. hirsutum* (Wendel *et al.*, 1992; Brubaker and Wendel (1994). Los restos arqueológicos más antiguos de *G. hirsutum* datan de 3500–2300 años AC., probablemente de formas domesticadas encontradas en cuevas del valle de Tehuacán, en el centro de México. Este material arqueológico es más cercano a las razas modernas *punctatum* y *latifolium* que a otras razas de *G. hirsutum*. (Smith and Stephens, 1971). Por otra parte, Brubaker y Wendel (1994), sugieren que el posible centro de domesticación se localiza en el sureste de México, probablemente en la península de Yucatán, y que este evento se dio durante el periodo precolombino. Diferentes muestras de diversas regiones presentan características variables de domesticación, por ejemplo, en cuanto al tamaño de las capsulas y las semillas, diferencias en la latencia de semillas, y fibras mucho más delgadas (Stephens, 1958; Fryxell, 1992).

2.1.2 Clasificación taxonómica (Robles, 1980).

Reino ----- Vegetal

División ----- Tracheophita

Subdivisión ----- Pteropsidea

Clase ----- Angiospermae

Subclase	-----	Dicotiledóneas
Orden	-----	Málvales
Familia	-----	Malvácea
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 naciencia. 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 – 80 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:

2.2.1 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.

2.2.2 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.

2.2.3 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.

2.2.4 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.

2.2.5 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.

2.2.6 Hojas

Las hojas nacen sobre el tallo principal, las hojas de las variedades cultivadas tienen 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.

2.2.7 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.

2.2.8 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.

2.2.9 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 sobre todo 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 que no haya problema de ataque de verticilosis. Robles (1985), señala que la resistencia a verticilos 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 Antecedentes de la investigación

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. 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 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 y Silverthooth, 1966)

2.5. Variedad

La variedad Fiber Max tiene un porte alto, hoja tipo normal y ramas fructíferas largas. (Palomo *et al.*, 2003).

2.6 Surcos ultra estrechos

Las plantas cultivadas en surcos muy estrechos interceptan y utilizan más eficientemente la luz del sol. El desarrollo tecnológico más reciente en el cultivo de algodón para algunas áreas productoras de Argentina, incluye al estrechamiento de la distancia entre surcos debido a los beneficios potenciales que estos sistemas han demostrado en la reducción de los costos de producción, la menor erosión del suelo, mayores rendimientos, menores podredumbres de la cápsulas y mayor precocidad a cosecha (Larson *et al.*, 1997; Mondino, 2001 y Mc Connell *et al.*, 2002).

Sin embargo, las investigaciones que proveen información acerca de algunos parámetros de producción del algodón en surcos ultra estrechos (SUE) como lo serian las dosis de nitrógeno necesarias para estos tipos de sistemas, son escasas a nivel mundial y desconocidas en Argentina (Boquet *et al.*, 1998; McFarland *et al.*, 2000; Mc Connell *et al.*, 2002).

Aunque los requerimientos de nitrógeno en cultivos de algodón sembrados en espaciamientos convencionales (1,00 m) son razonablemente conocidos, la adopción de este sistema productivo podría modificar las necesidades y la eficiencia de uso del nutriente.

Gerik *et al.* (1998) estudiaron surcos espaciados a 19, 38, y 76 cm, y encontraron que los surcos ultra estrechos rinden hasta 37% más que los surcos estrechos (76 cm entre surcos), además de reducir en 12 días el ciclo del cultivo.

Jost y Cothren (2000) compararon anchuras de surcos de 19, 38, 76 y 101 cm y encontraron que la de 19 cm rindió de 4 a 23 % más que el de 38 cm.

Cawley *et al.* (2002) 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.

Allen (1998) señala que la reducción del ciclo del cultivo traería consigo una reducción del número de aplicaciones de insecticida para proteger las fructificaciones.

2.7. Calidad de fibra del algodón

2.7.1 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

2.7.2 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 maquinas 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.

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

2.7.3 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 maquinas textileras. 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 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 MÉTODOS

El experimento se realizó en 2009, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, de Torreón Coahuila.

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 msnm.

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, meso termal 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 agrológico 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 Diseño experimental

Los tratamientos a estudiar se formaron con cuatro dosis de nitrógeno (0,50, 100 y 150 kg ha⁻¹) las cuales se distribuyeron en un diseño parcelas divididas en bloques al azar con tres repeticiones correspondiendo para la parcela mayor el distanciamiento entre surcos (0.35, 0.50, 0.75 cm) con poblacionales 70,000 de 80,000 y 98,000 plantas ha respectivamente. Obteniendo un total de 36 parcelas (unidades experimentales) correspondiente a un factorial de 3 x 4 x 3. Se utilizó la variedad FIBER MAX. La parcela total estuvo compuesta por 8 surcos de 5 m de largo y la parcela útil de 2 surcos de 3 m de largo.

3.5 Actividades de campo

3.5.1 Siembra

Dos días antes de la siembra (30 de marzo – 2009). Se llevó a cabo la preparación del terreno, barbecho, rastreo y levantamiento de los respectivos bordos. La siembra se realizó en seco, en forma manual a chorrillo, junto con la siembra se realizó la fertilización (día 01 de abril del 2009), Fertilizantes utilizados fueron (sulfato de amonio, urea y map). Con cuatro dosis de nitrógeno (0,50, 100 y 150 kg ha⁻¹), para posteriormente hacer un aclareo a surco sencillo de 75 -.50-.35 cm.

3.5.2 Labores culturales.

3.5.2.1 Aclareo.

El 5 de mayo del 2009, se llevó a cabo el aclareo del algodón.

En los surcos de 75 cm de ancho se dejaron de 11–13 cm entre planta y planta con una densidad poblacional de 70,000 plantas ha.

En los surcos de 50 cm se dejaron a la distancia de 18–20 cm entre planta y planta con una densidad poblacional de 80,000 plantas ha.

En surcos de 35 cm se dejó con una distancia de 25–28 cm entre planta y planta obteniendo una densidad 98,000 plantas ha.

3.5.2.2 Aporque y control de malas hiervas.

Se realizaron deshierbes los siguientes días, 29 de abril, 07 de mayo, 16 y 17 de mayo junto con el desyerbe y se llevó a cabo el aporque.

3.5.2.3 Aplicación de riegos e insecticidas.

La información relacionada con la aplicación de riegos e insecticidas se presenta en los Cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron.

Riegos	Días después de la siembra	Fecha
1er Auxilio	71	10/junio/2009
2°. Auxilio	88	22/ junio2009

3er. Auxilio	108	17/ julio/09
4er. Auxilio	127	27/julio/09

Cuadro 5. Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, producto químico y dosis por hectárea que se utilizo para el combate.

Plaga	Aplicación	Producto	Dosis (L/h ⁻¹)
Pulgón negro (<i>Aphis gossypii glover</i>)	1 ^a	Furadan	5.0-8.0
Mosquita blanca (<i>Bemissia tabaci</i>)	2 ^a	Endosulfan y clorpirifos	2.4
	3 ^a	Herald	0.450-0.600
Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	4 ^a	Clorpirifos etil 480 EM	

3.6 Variables evaluadas.

3.6.1 Altura de planta semanal

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

3.6.2 Precocidad

- Días de la siembra a primeras flores y primeros capullos
- Rendimiento de algodón hueso a primera cosecha
- Porcentaje que representa dicho rendimiento del total

3.6.3 Componentes del rendimiento.

-Número de capullos por planta

-Peso de capullo

-Peso de semilla (100)

-% de fibra

° Rendimiento de Algodón, en hueso (fibra y semilla) y en pluma (fibra)

° Calidad de fibra (longitud, resistencia y finura)

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza de acuerdo con el diseño utilizado y cuando se detectaron diferencias entre medias la comparación de las mismas se realizó con la prueba DMS AL 0.05 para comparar medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 6. Se muestran los resultados obtenidos en el rendimiento de algodón hueso y algodón pluma se puede observar que el espaciamiento entre surcos de 35 cm rindió un 55 % más que en los de 75 cm. Lo cual concuerda con Gerik *et al* (1998) quienes reportaron que en los surcos ultra-estrechos rinden hasta un 37 % más que en los surcos estrechos (76 cm).

Cuadro 6. Efectos de surcos ultra-estrechos en el rendimiento del algodón

Distancia entre surcos (cm)	Algodón hueso (Kg ha ⁻¹)	Pluma (Kg ha ⁻¹)	Diferencia (%)
75	7319.5 b	3065 b	64
35	11398.8 a	4762.0 a	100

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

En los componentes de calidad y en relación al efecto obtenido en los surcos ultra-estrechos (35 cm), comparado con los surcos estrechos (75 cm) podemos mencionar que tanto para longitud, resistencia y finura, no hubo diferencias estadísticas significativas. Como se puede observar en el Cuadro 7. Sin embargo, en los componentes de rendimiento y a la relación que se presenta en surcos ultra-estrechos podemos mencionar que el distanciamiento entre surcos ultra-estrechos no afectó a ningún componente de rendimiento

como se puede observar en el Cuadro 8. A diferencia de lo que concluyen los siguientes autores, Estrada y Palomo *et al.* (2008) los surcos ultra-estrechos (50 y 35 cm entre surcos) rinden 10 y 26 % más que los surcos a 75 cm, sin afectar la calidad de la fibra.

Cuadro 7. Efecto de los surcos ultra-estrechos en calidad de fibra

Distancia entre surcos (cm)	Longitud (pulgadas)	Resistencia (pressley)	Finura (micronaire)
75	1.10058 a	25.4917 a	4.46750 a
35	1.09175 a	25.5583 a	4.49 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

Cuadro 8. Efecto de los surcos ultra-estrechos en componentes del rendimiento

Distancia (cm)	% de fibra	Peso de capullo	Índice de semillas	Altura
75	41.7833 a	6.0417 a	9.3000 a	98.250 a
35	41.8667 a	5.8583 a	9.5000 a	102.825 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

V. CONCLUSIÓN

El rendimiento de la fibra del algodón aumento un 58 % en surcos ultra-estrechos (35 cm), a diferencia de los surcos estrechos (75 cm). Como algunos autores lo dicen Zaragoza y Palomo (2009), Los surcos ultra-estrechos rinden 16 % más algodón hueso que la siembra en surcos estrechos (surcos de 75 cm).

En los componentes de calidad de fibra del algodón no hubo diferencia en surcos estrechos y ultra-estrechos.

En conclusión los surcos ultra estrechos tienden a rendir más que los surcos estrechos y en componentes de calidad de fibra tienden a ser los mismos.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- Allen, C.T., Kennedy, C., Robertson, B., Kharboutli, M., Bryant, K., Capps, C., Earnest, L., 1998. Potential of ultra-narrow row cotton in Southeast Arkansas.. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds), Proc. Beltwide Cotton Conf. 5-9 Jan. 1998, San Diego, CA.. Natl. Cotton Council, Memphis, TN., 1403-1406.
- Brubaker C.L. & Wendel J. F. 1994. Reevaluating the origin of domesticated cotton (*Gossypium hirsutum*; Malvaceae) using nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). *American journal of botany*. 81(10) p. 1309-1326
- Beltwide Cotton Conference (eds). Cotton Physiology Conference. Atlanta GA, 8-12 Jan.. Natl. Cotton Council, Memphis TN. p. 1481.
- BOQUET, D.J.; W.J. THOMAS and R.E.A. BROWN. 1998. Nitrogen fertilizer rates and plant density for cotton planted in a 10-inch row spacing, pag 674-676. *In*: P. Dugger and D. Richter (ed.) Proceedings of Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council of America.
- Cawley N, K. Edminsten, R. Wells, and A. Stewart. 2002. Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12. Natl. Cotton Council., 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, Palomo G A, Espinoza B A, Rodríguez H S, Ruiz T N (2008) Rendimiento y calidad de fibra del algodón cultivado en surcos ultra-estrechos. *Rev. Fitotec. Mex. Vol. 31 (Número Especial 3): x – x*, 2008
- 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 espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *YTON Rev. Int. Bot. Exp.* 53:57-67.
- Gerik T J, R G Lemon, K L Faver, T A Hoelewyn, M Jungam, (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.
- Heitholt J J, W T Pettigrew, W R Meredith Jr (1992) Light interception and lint yield of narrow-row cotton. *Crop Sci.* 32:728-733.

- Hearn A B (1969) The growth and performance of cotton in a desert environment. II. Dry matter production. *J. Agric. Sci. Camb.* 73:75-86.
- Jost P H, J T Cothren (2000) Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow spacing. *Crop sci.* 40:430-435.
- LARSON, J.A., B.C. ENGLISH, C.O. GWATHMEY and R.M. HAYES. 1997. Economic feasibility analysis of ultra-narrow-row cotton in Tennessee, pag. 315-317. In: D. Richter and P. Dugger (ed.) *Proceedings of Beltwide Cotton Conference*. National Cotton Council of America.
- McCONNELL, J.S.; R.C. KIRST, Jr.; R.E. GLOVER, and R. BENSON. 2002. Nitrogen fertilization of ultranarrow-row cotton. In: D.M. Oosterhuis (ed.) *Summaries of Arkansas Cotton Research and Progress in 2001*, pag. 129-132. Arkansas Agricultural Experiment Station, Research Series 497.
- McFARLAND, M.L.; R.G. LEMON; D.J. PIGG; F.J. MAZAC, Jr. and A. ABRAMEIT. 2000. Nitrogen management in ultra-narrow row cotton, pag. 1437-1439. In: D. Richter and P. Dugger (ed.) *Proceedings of Beltwide Cotton Conference*. National Cotton Council of America.
- MONDINO, M. 2001. Efectos del distanciamiento entre surcos y la densidad de plantas sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento de dos variedades de algodón. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, 95 pag.
- MONDINO, M.H; O. PETERLIN y F. GARAY. 1999. Optimización del rendimiento del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) mediante el manejo controlado del crecimiento, empleando diferentes combinaciones de densidades y regulaciones, pp. 100-103. In: *Congresso Brasileiro de Algodão, 2,1999, Riberão Preto. Anais...Campina Grande: EMBRAPA-CNPA.*
- 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.
- Palomo, G.A., Gaytan, M.A., Godoy, A.S., 2003. Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 26 (3): 167-171.
- Prince, W.B., J.A. Landivar, C.W. Livingston. 2002. Growth, lint yield and fiber quality as affected by 15 and 30- inch row spacing and PIX rates. *In: Proc.*

- 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.
- 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.
- Robles Sánchez R., 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. pp. 170-176.
- Smith Jr., C.E., and S.G. Stephens. 1971. Critical identification of Mexican archaeological cotton remains. *Economic Botany* 25: 160-168.
- Stephens, S.G. 1958. Factors Affecting Seed Dispersal in *Gossypium* and their Possible Evolutionary Significance. North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin No. 131. 32 pp.
- 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.
- Vavilov, N (1992) Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the New World. Origin and Geography of cultivated plants. UK. Cambridge University Press. 207-238.
- 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.
- Wells R, W R Meredith, Jr (1986) Normal vs. okra leaf yield interactions in cotton: II. Analysis of vegetative and reproductive growth. *Crop Sci.* 26:223-228.
- Wells R, W R Meredith Jr, and J R Williford (1986) Canopy photosynthesis and its relationship to plant productivity in near-isogenic cotton lines differing in leaf morphology. *Plant Physiol.* 82:635-640.
- Wendel, J.F., Albert, V.A. 1992. Phylogenetics of the cotton genus (*Gossypium*): Character-State Weighted Parsimony Analysis of chloroplast DNA restrictions site data and its systematic and biogeographic implications. *Systematics Botany* 17:115-143.
- Zaragoza M M, Palomo G A, Espinoza B A, Antuna G O. (2009).Rendimiento, producción de biomasa de algodón y su asignación en surcos ultra-estrechos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón, Coah. Coecyt.

