

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**SURCOS ULTRA-ESTRECHOS, SU EFECTO EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DEL
ALGODÓN.**

POR:

NAHUM ALBERTO BENITEZ RIVAS

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO

TORREON, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**SURCOS ULTRA-ESTRECHOS, SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE LA FIBRA DEL ALGODÓN.**

**TESIS DE C. NAHUM ALBERTO BENITEZ RIVAS QUE SE SOMETE A
CONSIDERACION DEL COMITÉ DE ASESORES COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



DR. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:



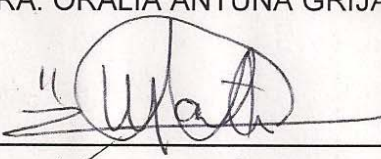
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:



DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR:



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS QUE EL C. NAHUM ALBERTO BENÍTEZ RIVAS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

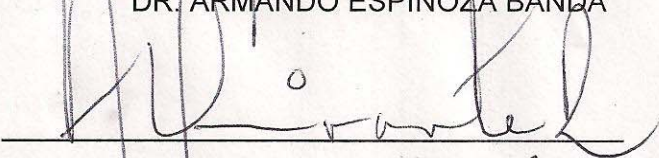
PRESIDENTE:


DR. ARTURO PALOMO GIL

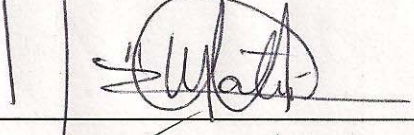
VOCAL:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:


MC. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ

VOCAL SUPLENTE:


M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO


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



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por permitirme realizar y terminar mis estudios satisfactoriamente y por darme una carrera que es uno de mis objetivos y que hoy se hace realidad en esta gran universidad que es la Antonio Narro, gracias a mi alma terra mater.

A mi comité de asesores: Dr. Arturo Palomo Gil, Dr. Armando Espinoza Banda, Dra. Oralia Antuna Grijalva. Así como a todos mis profesores que me prepararon en la formación de mi carrera profesional, y a todas aquellas personas que de alguna forma permitieron que esta investigación se realizara.

A mis compañeros que durante cuatro años y medio, convivimos y compartimos momentos de alegría, de tristezas, pero que de alguna u otra manera salimos adelante y logramos uno de los objetivos que un día soñamos alcanzar, y que ese día que tanto deseábamos hoy se hace realidad.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: *Martin Benítez Calderón y Luz Emma Rivas Nevares*

Por regalarme lo más preciado de este mundo que es la vida, nunca me cansare de agradecer todo lo que han hecho por mí, por hacer de mí la persona que ahora soy, por los apoyarme en todo momento y motivarme durante toda la vida para salir adelante gracias por hacer que uno de mis objetivos se haya realizado.

A mis hermanos: *Jesús Jaime Benítez Rivas, Martín Esaú Benites Rivas, Luz Emma Benítez Rivas.*

Por su apoyo moral y sentimental que me han brindado durante toda la vida y en el transcurso de mi carrera y sé que en cualquier cosa siempre contare con su apoyo incondicional gracias por todo hermanos mi familia es lo que más adoro gracias por estar conmigo siempre los quiero.

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y darme una familia tan maravillosa, gracias señor por darme fuerza para seguir adelante en cada momento y ayudarme a levantarme en cada tropiezo de esta vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I.-INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades del cultivo	5
2.1.1. Origen	5
2.1.2 Clasificación taxonómica (Robles, 1980)	5
2.1.3. Ciclo del algodón	6
2.2. Descripción morfológica del algodón	6
2.2.1. Forma	7
2.2.2. Raíz	7
2.2.3. Tallo	8
2.2.4. Ramas vegetativas	8
2.2.5. Ramas fructíferas	8
2.2.6. Hojas	9
2.2.7. Flor	9
2.2.8. Fruto	9
2.2.9. Semilla	9
2.3. Surcos ultra estrechos	10
2.4. Surcos estrechos	12
2.5. Variedad	12
2.6. Espaciamiento entre surcos	12
2.7. Materia seca	13
2.8. índice de área foliar	13
2.9. Calidad de fibra del algodón	14
2.9.1. Longitud de fibra	14
2.9.2. Resistencia de fibra	15
2.9.3. Finura de fibra	16
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. Localización geográfica del experimento	17
3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera	17
3.2.1. Clima	17
3.2.2. Temperatura	18
3.2.3. Precipitación	18
3.2.4. Humedad relativa	19
3.3. Origen de los suelos de la Comarca Lagunera	19
3.4. Tratamientos	19
3.5. Material genético	20
3.6. Manejo agronómico	20
3.6.1. Preparación del terreno	20
3.6.2. Siembra	21
3.6.3. Aclareo	21
3.6.4. Aporque y control de malas hierbas	21
3.6.5. Riegos	21

3.6.6. Control de plagas	22
3.7. Variables evaluadas	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
V. CONCLUSIONES	26
VI. LITERATURA CITADA	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
2.1	Longitud de fibra expresada en pulgadas.....	15
2.2	Resistencia de la fibra.....	15
2.3	Finura de fibra.....	16
3.1	Calendario de riego y días después de la siembra que se aplicaron.....	22
3.2	Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, producto químico y dosis por hectárea que se utilizo para el combate.....	22
4.1	Efecto de surcos ultra estrechos en el rendimiento ciclo 2010.....	24
4.2	Efecto de surcos ultra estrechos en los componentes de rendimiento de algodón ciclo 2010.....	25
4.3	Efecto de surcos ultra estrechos en la calidad de fibra de algodón ciclo 2010.....	25

RESUMEN

La poca redituabilidad del cultivo de algodón *Gossypium hirsutum* L., a causa de los altos costos de producción y bajo precio de la fibra en el mercado internacional, ha motivado al investigador a explorar nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y reducir costos de producción. Una alternativa es la siembra en surcos más estrechos que los actualmente utilizados (0.75 m entre surcos). El objetivo de esta investigación fue avaluar los surcos ultra-estrechos como una alternativa para aumentar los rendimientos unitarios de algodón y reducir costos de producción así mismo determinar el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. El estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila, México, localizada 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 nivel del mar es de 1139 m (INEGI). Donde se evaluaron tres sistemas de producción diferenciados por el espaciamiento entre surcos y la densidad poblacional, los cuales fueron, distancia de 75, 50 y 35 cm entre surcos correspondientes a una densidad poblacional, de 70,000 plantas ha, 80,000 y 98,000 plantas ha respectivamente; los cuales son nuevos sistemas de producción en estudio y que se les conoce como surcos ultra-estrechos. Las variables evaluadas fueron el rendimiento de algodón hueso y pluma, componentes del rendimiento (peso de capullo, porcentaje de fibra, índice de semilla y altura de planta) y calidad de fibra (longitud, finura y resistencia de la fibra). Como resultados se menciona que hubo efecto de los surcos ultra-estrechos en cuanto al rendimiento de algodón pluma y hueso ya que el espaciamiento de 0.35 m entre surcos presentó los mayores rendimientos con un rendimiento del 19% más que la de 0.75 m. para distanciamiento de 0.50 m entre surcos presentó un rendimiento de 9% más que la de 0.75 m. Mientras que los surcos de 0.50 y 0.75 m presentaron

rendimientos menores estadísticamente diferentes. Por otra parte no se presentaron diferencias estadísticas en el distanciamiento de 0.35 m, el cual presento en los rendimientos de rendimiento, el porcentaje de fibra no así para el peso del capullo, índice de semilla y altura de planta el cual si presentaron diferencias significativas. Ya que a medida que se reduce la distancia entre surcos, la altura de planta e índice de semilla tiende a aumentar mientras que el peso del capullo disminuye esto debido a la concentración de nitrógeno en el suelo. Las propiedades de calidad de fibra no fueron afectadas por el distanciamiento entre surcos.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum L., calidad de fibra rendimiento y surcos ultra-estrechos.*

I. INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera 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.

En los últimos años los productores de algodón han visto reducidas sus ganancias debido a incrementos en los costos de producción y al bajo precio de la fibra en el mercado internacional, lo cual ha conducido a que el gobierno mexicano subsidie la producción de algodón. Ante esta situación los investigadores han explorado nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y hacer más redituable su cultivo. Una alternativa para esta problemática es la siembra de algodón en surcos más estrechos que los actualmente utilizados. A esta opción se le conoce como “sistema de producción de algodón en surcos ultra-estrechos”. El concepto de surcos ultra estrechos se remota a 1920 (Perkins *et al.*, 1998).

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.

Durante el ciclo 1993-2000, el rendimiento en la región lagunera tubo una tendencia a la alza en 1993 el rendimiento se estableció en 1.736 pacas por hectárea y en el 2002 tuvo un incremento en el rendimiento considerable de

6.147 (pacas ha⁻¹). (SAGARPA-INIFAP-UPAIECH-fundación produce Chihuahua, 2002).

La producción mundial de algodón 2002-2003, alcanzo la cifra de 98.2 millones de pacas, de las cuales China fue el país líder produciendo 25.6%, seguido de Estados Unidos con 19.4%, India con 12.6%, y Paquistán con 8.8%. Mientras que México solo produce el 0.2% de la producción mundial (ACERCA, 2003).

Es importante señalar que durante los últimos 10 años el rendimiento del algodón se ha incrementado notablemente. En 1993 el rendimiento de algodón en hueso fue de 1.912 t ha⁻¹ y en el 2003 fue de 3.457 t ha⁻¹ 1.8 veces más (1545 kg). Comparando los rendimientos que se tuvieron en 1996 (2.493 t ha⁻¹), año en que se introdujeron los materiales transgénicos a México con los del 2003 se tiene un incremento de aproximadamente una tonelada mas de algodón en hueso (Martínez, 1994).

Datos estadísticos de la confederación de asociaciones algodoneras de la República Mexicana, A.C. (CAARM), indican que los principales estados productores de algodón en México durante la temporada 2000-2001 y 2001-2002 son chihuahua, Baja California Norte, Tamaulipas, Sonora, Coahuila y Sinaloa. En el primer ciclo estos estados cosecharon 71, 840 ha con una producción de 332,500 pacas de 480 lb., con un incremento en el ciclo 2001-2002 de 7,740 ha y una producción de 88,570 pacas. La reducción del distanciamiento entre surcos induce un cierre de cultivo más temprano que en los surcos convencionales (George, 1971). El más rápido cubrimiento del suelo por la cobertura vegetal reduce el periodo crítico de competencia con maleza (Snipes, 1996) incrementa la intercepción de radiación solar y disminuye la

pérdida de agua por evaporación (Kreig, 1996). Prince *et al.* (2002) señalan que con esta tecnología se logra aumentar el rendimiento unitario, reducir el ciclo del cultivo, controlar el crecimiento excesivo de la planta, disminuir costos de producción. 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 la siembra en surcos de 76 cm. La calidad de fibra de algodón obtenida bajo un sistema de producción es importante debido a que la industria textil tiene establecidos valores mínimos de calidad que pueden ser aceptados (Palomo *et al.*, 2003). Se ha encontrado que la calidad de fibra de algodón puede ser afectada por la distancia entre surcos (Bradow y Davidonis 2000).

Gaytán *et al.*, (2004) encontraron que la longitud de fibra de algodón se redujo, mientras que la finura aumentó en forma significativa al reducir la distancia entre surcos de 76 a 50 cm. Por otro lado Jost y Cothren, (2000) no encontraron diferencias significativas en finura y resistencia de fibra al reducir las distancias entre surcos de 101,6 a 19 cm, pero si en longitud de fibra la cual disminuyó significativamente. De acuerdo con lo mencionado anteriormente se tiene el siguiente objetivo.

1.1 Objetivo

Evaluar los surcos ultra estrechos como una alternativa para aumentar los rendimientos unitarios de algodón y reducir costos de producción así mismo determinar el rendimiento y calidad de la fibra del algodón en siembras a 75, 50 y 35 cm de distancias entre surcos.

1.2 Hipótesis

- 1- El sistema de producción de surcos ultra estrechos no afecta el rendimiento ni la producción de la planta de algodón.

- 2- El sistema de producción de surcos ultra estrechos afecta el rendimiento y la producción de la planta del algodón.

- 3- El sistema de producción surcos ultra estrechos afecta la calidad de fibra del algodón.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

2.1.1. Origen

Sarmiento (Hernández *et al.*, 1992) menciona 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 a.C., y pertenecen a *Gossypium arboreum* L., existen aun 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 estos 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 _____ Malvales
Familia _____ Malváceas
Tribu _____ Hibisceas
Genero _____ Gossypium
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 nacencia. 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 - 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 50 – 70 días.
- 5- Fase de la maduración de las capsulas: duración de 50 – 80 días.

2.2. Descripción morfológica del algodón

La morfología o estructura fundamental del algodón, es relativamente simple. De todos modos, varia 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; 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 varia 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 peciolo 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 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 o sexto nudo del eje principal, su crecimiento termina en una flor. En cada nudo de las ramas 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 capsula 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 capsula. La floración de la planta 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. Surcos ultra estrechos

El algodón sembrado bajo el sistema de surcos ultra estrechos, trae consigo la utilización de máquinas sembradoras de precisión, las cuales permiten tener un espacio entre surcos de diez pulgadas o menos, esto previene el uso de cultivos mecánicos y el uso de herbicidas, que requieren aspersión. En lugar de usar una cosechadora de husillos se utiliza la "Stripper" que tiene una banda para cosechar el algodón. En dicho sistema el crecimiento de la planta debe ser controlado, con un regulador de crecimiento y así facilitar, tanto el manejo de maleza, como el cosechado. (Brown *et al.*, 1996).

Kerby (1998) los surcos ultra estrechos han progresado exitosamente en suelos donde el crecimiento de la planta es limitado severamente. Bajo estas condiciones en un sistema de surcos ultra estrechos (SSU=UNR), el rendimiento puede incrementar. Además el SSU puede progresar en terrenos donde el desagüe es muy reducido. La disponibilidad de nuevos productos químicos y variedades transgénicas tolerantes a los herbicidas hacen a este sistema más atractivo. La estrategia del sistema de surcos ultra estrechos tiene cuatro componentes: control de costos de producción, mantenimiento del recurso suelo, mejoramiento de la producción del hilado y optimización de la

calidad de la fibra. Puesto que los resultados de la investigación desde 1994 indican que el algodón en el sistema de surcos ultra estrechos, es compatible con los métodos de cero labranza y reducción del daño por enfermedades y puede mejorar la producción del hilado (Jackson, 1998).

Es de gran importancia, que haya una densidad de planta uniforme para evitar cualquier espacio, ya que el distanciamiento producirá plantas grandes con desmembramientos vegetativos (kerby, 1998). El interés del algodón en el sistema de surcos ultra estrechos ha aumentado en el último año. Los estudios fueron llevados a cabo, para evaluar el crecimiento y el desarrollo del algodón en (SSU) comparado con el algodón convencional, en términos de crecimiento y desarrollo, los datos obtenidos de las plantas suministran una visión de las diferencias del algodón en SSU. El algodón en el sistema de surcos ultra estrechos tiene un mayor porcentaje de bellotas en la primera posición. El porcentaje de bellotas, la altura de la planta y número de ramas vegetativas para el SSU, fue mucho menor que para el algodón convencional, también el periodo de floración completo, ocurrió más temprano. Básicamente el SSU comparado con el algodón convencional es más precoz, es de porte más bajo, adopta una forma columnar y fija casi todas las bellotas de la primera posición. La producción del hilado no fue significativamente diferente entre los dos sistemas sin embargo el algodón en el sistema de surcos ultra estrechos fue cosechado doce días antes que el algodón convencional (Cawley *et al.*, 1998).

La producción en **SSU** es una buena alternativa para producir algodón con insumos reducidos en tierras marginales. Los retos de la producción primaria son: establecer un cultivo, en el rango óptimo de población de plantas y realizar un compromiso para reducir los insumos (Kennedy, 1998).

2.4. Surcos estrechos

La determinación de la distancia entre hileras y población de plantas óptimas para el cultivo del algodón ha sido de interés, desde que empezó a explotarse en cualquier parte del mundo, tanto para productores como para investigadores.

Anderson (1973) y Sappingfield *et al.*, (1970) reportaron que la siembra en surcos estrechos produjeron más rendimiento, más temprano y además dio como resultado que las plantas fueran de porte más bajo comparado con el sistema tradicional de hileras a un metro.

2.5. Variedad

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

2.6. Espaciamiento entre surcos

El concepto de surcos ultra estrechos (surcos menores de 75 cm entre hileras) se remota a 1920 (Perkins *et al.*, 1998), sin embargo el uso de esta tecnología a nivel comercial es resistente 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), por diferencias entre variedades, densidades de poblaciones, espaciamiento entre surcos, efecto de año o por alguna de sus interacciones (Mohamad *et al.*, 1982).

2.7. Materia seca

El crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para interceptar la radiación incidente y convertirla en materia seca. Las distintas especies vegetales difieren en la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (Andrade, 2000). La producción de materia seca, está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de intercepción y la eficiencia del cultivo para transformarla (Gardner *et al.*, 1985).

La eficiencia del proceso de partición y la producción de materia seca total posee gran importancia en los cultivos (Villar, 1996). Una de las manifestaciones más claras del crecimiento del cultivo está dada por el aumento del peso de las plantas y por la asignación de una diferente proporción de materia seca a los distintos órganos que la conforman (Andrade, 1996).

2.8. 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, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de la radiación solar. La interpretación de

la radiación solar incidente que asegura las máximas tasas de crecimiento del cultivo, se encuentra cuando el índice de área foliar (IAF) aumenta hasta el IAF crítico, que permite captar el 95% de la radiación incidente (Andrade *et al.*, 1993; Gardner *et al.*, 1985). Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de esta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos. Las hojas, principales 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). Esta intercepción es función de la densidad de plantas y del arreglo espacial de estas plantas y de sus hojas en el terreno (Willey y Health, 1996; Larcher, 1983). Algunas prácticas agronómicas tales como fertilización, altas densidades de siembra y un mejor arreglo espacial de las plantas (por ejemplo surcos ultra estrechos), son usadas para acelerar la cobertura del suelo e incrementar la intercepción de luz (Gardner *et al.*, 1985).

2.9. Calidad de fibra del algodón

2.9.1. Longitud de fibra

La longitud de 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 2.1. 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

2.9.2. Resistencia de 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. La resistencia de fibra se mide mediante el índice de Presley, 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 presentan a continuación

Cuadro 2.2. Resistencia de la fibra

Resistencia (miles de lb/in²)	Clasificación
Más de 95	Muy fuertes
86 a 95	Fuertes
76 a 85	Medias
66 a 75	Aceptables
menos de 65	Débiles

2.9.3. Finura de la fibra

El conocimiento de la finura de la fibra determina las proporciones de materia prima de diferentes características que intervienen en la mezcla utilizadas en la manufactura de las telas de diferente calidad. Para medir la finura de la fibra se hace uso del índice de “micronaire” cuyos valores se clasifican de la manera que se presenta en el cuadro No. 3.

Cuadro 2.3. Finura de la fibra

Índice de Micronaire	Clasificación
Menor de 3.0	Muy fina
de 3.0 a 3.9	Fina
de 4.0 a 4.9	Intermedia
de 5.0 a 5.9	Gruesa
mayor de 6.0	Muy gruesa

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en 2010, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, de Torreón Coahuila.

3.1. Localización geográfica del experimento

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. 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 (Quiñones, 1988), y son las siguientes:

Primavera	31.3%.
Verano	46.2%.
Otoño	52.9%.
Invierno	44.3%.

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 acarrees sucesivos de los ríos nivelaron las acumulaciones sedimentarias dando origen a casi la totalidad de los suelos regionales. (Quiñones ,1988).

3.4. Tratamientos

Se evaluaron tres sistemas de producción diferenciados por el espaciamiento entre surcos y la densidad poblacional, los cuales fueron, distancia de 75 cm entre surcos y la densidad poblacional, de 70,000 plantas ha (surcos estrechos, testigo), y distancia entre surcos de 50 y 35 cm con densidades poblacionales de 80,000 y 98,000 ha. Respectivamente, los cuales son nuevos sistemas de producción en estudio y que se les conoce como surcos ultra estrechos.

3.5. Material genético

La variedad utilizada fue Fiber max. 832. Tiene un porte alto, hoja tipo normal y ramas fructíferas largas.

3.6. Manejo agronómico

3.6.1. Preparación del 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.

3.6.2. Siembra

La siembra se realizo en seco el 5 de abril del 2010, en forma manual a chorrillo, para contar con las densidades poblacionales requeridas.

3.6.3. Aclareo

Este se realizo a los 20 días después de la siembra, dejando una distancia de 13, 15, 18 cm entre plantas aproximadamente para obtener una población de plantas deseada para cada tratamiento. Las distancias de 75, 50 y 35 cm entre surcos respectivamente.

3.6.4. Aporque y control de malas hierbas.

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

3.6.5. Riegos

El riego fue por gravedad, donde se aplico un riego de pre siembra con una lámina de riego de 20 cm y cuatro riegos de auxilio a los días después de la siembra, con una lámina de 12 cm cada uno.

Cuadro 3.1. Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron.

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
4°. Auxilio	118	25 de Julio

3.6.6. Control de Plagas

Durante el ciclo del cultivo se presentaron problemas con, Mosquita Blanca, Gusano Soldado, Pulgón, Viruela y fueron controlados con diferentes productos químicos.

Cuadro 3.2. 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 ha ⁻¹)
Pulgón (<i>Aphis gossypii</i> Glover)	2	Malation	1.5
Picudo del algodón (<i>Antonomus grandis</i> Boh.)	2	Cipermetrina y Clorpirifos	375-500 mlha ⁻¹

3.7. Variables evaluadas.

Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y algodón pluma en kg ha, y altura de planta en cm. En componentes del rendimiento se evaluó el peso del

capullo, el porcentaje de fibra (pluma) y el índice de semilla (peso de 100 semillas). Para determinar el valor de los componentes del rendimiento se tomó una muestra de 20 capullos parcela, la cual se pesó y después se separó la fibra de la semilla. El peso del capullo se obtuvo al dividir el peso de los 20 capullos entre su número, el porcentaje de fibra se obtuvo por determinar el porcentaje que representa el peso de la fibra del peso total de la muestra de 20 capullos.

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de algodón hueso tuvo diferencia significativa donde los surcos de 35 cm dieron los rendimientos más altos, así también para algodón pluma y una diferencia mostrada en los porcentajes esto se muestran en el Cuadro 4.1 lo cual nos menciona que los surcos ultra-estrechos de 50 y 35 aumentaron los rendimientos de algodón hueso y pluma en este año de siembra.

Cuadro 4.1.- Efecto de surcos ultra estrechos en el rendimiento ciclo 2010

Distanciamiento (cm)	Rendimiento algodón Hueso (Kg ha)	Rendimiento algodón Pluma (Kg ha)	Diferencia (%)
75	3894b	1726.4b	100 %
50	4249ab	1841.5ab	9
35	4651a	2003.2 ^a	19

Componentes de Rendimiento

En los componentes de rendimiento(Cuadro 4.2.) hubo diferencia en el % de fibra que mostro una diferencia para el distanciamiento de 75 cm mas no así para el de 50 y 35, y para peso de capullo en los surcos de 75 cm tuvo mayor peso que los des 50 y 35, así también se muestra que para el índice de semilla se mostro una diferencia para los surcos de 75cm con menos índice de semilla y los de 35 con mayor índice de semilla, y para altura de plantas en los surcos de 75 cm fueron los más altos y se presentaron menor altura para 50 y 35 cm.

Cuadro 4.2.- Efecto de surcos ultra estrechos en los componentes de rendimiento de algodón ciclo 2010

Distanciamiento (cm)	% de fibra	Peso de capullo (g)	Índice de semilla	Altura de planta (cm)
75	44.35b	5.7b	9.19a	86.9b
50	43.55 ^a	5.6a	9.44ab	75.5a
35	43.24 ^a	5.6a	9.81b	76.5a

Calidad de Fibra

Hablando de calidad de fibra en el Cuadro 4.3 los muestra diferencias significativas para longitud de fibra en los surcos de 50 y 35 cm siendo los más altos para los surcos de 35 con (1.16) y los menores para los de 75 cm con (1.15), Para resistencia de fibra no hubo diferencia significativa pero si para la finura de fibra donde se muestra los mas latos para los surcos de 35 cm.

Cuadro 4.3.- Efecto de surcos ultra estrechos en la calidad de fibra del algodón ciclo 2010

Distanciamiento (cm)	Longitud de fibra (pulgadas)	Resistencia de fibra (Miles de lb/in)	Finura de fibra (Micronaire)
75	1.15a	30.2 ^a	4.0b
50	1.13ab	30.0a	4.1ab
35	1.16b	30.2 ^a	4.3a

V. CONCLUSIÓN

En el año de siembra 2010, afecto el rendimiento de algodón con una diferencia de para los surcos de 50 y 19 % para los de 35cm, el rendimiento aumento a medida que se redujo la distancia entre surcos. así también afecto los componentes de rendimiento (%de fibra, índice de semilla, y altura de planta) y para calidad de fibra también afecto la longitud de fibra y finura, pero no afecto finura de la fibra. 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 decrecer a medida que se reduce la distancia de los surcos y, por el contrario, tiende a incrementarse a medida que aumenta la dosis de N.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguirre, S. O. 1981. Guía climática de la Comarca Lagunera, publicación especial, CIAN CELALA-INIA-SARH.
- Anderson, K. L. 1973. "Effects of nitrogen of rate, method of application, leaf type and row width on certain characteristics of cotton," Ph. D. Dissertation Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi.
- Andrade, F., Sadras, V 2000. Bases para el manejo de maíz, girasol y soja. Unidad integrada FCA- ANTA Balcarce. Advanta semillas. Editorial Médica Panamericana S.A. 443 p.
- Andrade, F., Uhart, S.A. and Frugone, M.I. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade vs. plant density affects. Crop Science, 33:482-485.
- Broun, A. B. 1996. Evaluación económica de BASF graficas de campo. Departamento de agricultura y recursos económicos, universidad del estado de California del Norte.
- Cawley, n. 1998. Evaluación del algodón en surcos ultra estrechos en Carolina del Norte. Departamento de la ciencia de la tierra en la universidad del estado de Carolina del Norte.
- 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.

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.

Gardner, B.R., Pearce, R.B. y Michell, R.L. 1985. Physiology of crops plants. Iowa State University Press. USA.

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 espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. ΦYTON Rev. Int. Bot. Exp. 53:57-67.

George, A.G., 1971. Narrow row cotton – A progress report. Ginn's Journal y Yearbook. 53.

Gerick T J, R G Lemon, K L Faver, T A. Hoelwyn, M Jungman (1998) Performance of ultra-narrow row cotton in Central Texas. In: Proc. Beltwide Cotton Conference. P Dugger, D Richter (Eds). San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.pp: 1406-1409.

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.

INEGI, 2000. XXI censo General de población y vivienda

Jackson, T. N. 1998. Alcanzando los objetivos del algodón de surcos ultra estrechos. Departamento de ciencias de plantas y suelo universidad de Tennessee.

Jost, P.H., Cothren, J.T., 2000. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing *Crop Science* 40: 430-435.

Kennedy, C. 1998. Potencial del algodón en el sistema de surcos ultra estrechos en el surest de Arkansas. Centro de investigación y extensión del sureste Montecillo Arkansas.

Kerby, T. 1998. Producción de algodón en el sistema de surcos ultra estrechos.

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.

Larcher, W. 1983. *Physiological Plant Ecology*. Pringer-Verlag.

Martínez C J. L. 1994. Problemática Fitosanitaria causada por la Mosquita Blanca en México. *In*: Memoria de la segunda asamblea anual del CONACOFI. 14-15 de noviembre. Montecillo, Edo de México. Pp. 77-88.

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

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.

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.

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 Council., Memphis TN.

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.

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.

SAGARPA-INIFAP-UPAECH-fundación produce chihuahua, 2002.

Snipes, C.E., 1996. Weed control in ultra-narrow row cotton- Possible strategies assuming a worst case scenario. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds.), Proc. Beltwide cotton conf. 9-12 Jan. 1996, Nashville, TN. National cotton Council, Memphis, TN. pp. 66-67.

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.

Villar, P.A.J. 1996. Conceptos básicos de ecofisiología de cultivos. EEA INTA Oliveros-santa Fe. Argentina.

Vories, E.D., Valco, T.D., Bryand, K.J. Glover, R.E., 2001. Tree-year comparison of conventional and ultra narrow row cotton production systems. *Appl. Eng. Agric.* 17:583-589.

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.

Willey, R.W. and Health, S.B. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop. *Advances in agronomy*, 21:291-321.