

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



DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

POR:

JACOBO VERDUGO ORTIZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2010

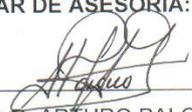
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
"UNIDAD LAGUNA"
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

TESIS DEL C. JACOBO VERDUGO ORTIZ ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

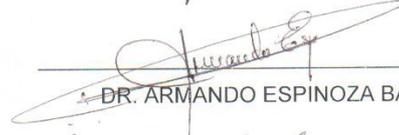
INGENIERO AGRONOMO

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA:

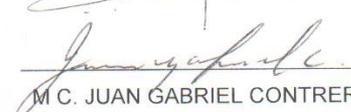
Asesor principal:


PH.D. ARTURO PALOMO GIL

Asesor:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

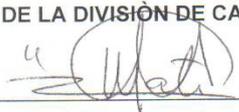
Asesor:


M.C. JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ

Asesor:


M.C. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

Coordinación de Carreras Agronómicas
MARZO 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
"UNIDAD LAGUNA"

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

TESIS DEL C. JACOBO VERDUGO ORTIZ QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE.

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

PRESIDENTE:



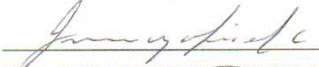
Ph. D. ARTURO PALOMO GIL.

VOCAL:



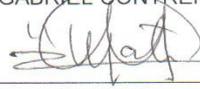
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA.

VOCAL:



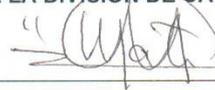
M.C. JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ.

VOCAL SUPLENTE:

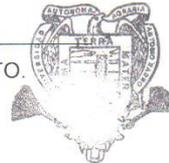


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.



TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO

Coordinación de **MARZO** 2010
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 era mi principal objetivo que hoy se hace realidad en una universidad como la Antonio Narro, gracias a mi alma terra mater.

A mi comité de asesores: Ph. D. Arturo Palomo Gil, Dr. Armando Espinoza Banda y MC. Juan Gabriel contreras Martínez, MC. 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 nuestro principal objetivo que un día soñamos alcanzar, y que ese día que tanto deseábamos hoy se hace realidad.

DEDICATORIA

Especial y absoluta dedicación a:

A DIOS PADRE: Por la oportunidad que me dio de vivir y por haberme permitido de lograr mis objetivo y metas que me he propuesto en la vida.

A MIS PADRES: Alfonso Verdugo Pérez y Oralia Ortiz Roblero

Por regalarme lo más preciado de este mundo que es la vida, por la formación profesional que me dieron, gracias por la motivación, durante mi formación en mi carrera y en mi vida personal y por todas las cosas que me han dado y que aun me siguen apoyando mil gracias.

A MIS HERMANOS: A mis hermanos Ernesto Verdugo Ortiz, Severiano Verdugo Ortiz, Mario Antonio Verdugo Ortiz, Rosibel Verdugo Ortiz, por su apoyo moral y sentimental que me han brindado durante el transcurso de mi carrera y que me siguen dando incondicionalmente hasta estos momentos de mi vida. Les agradezco por este apoyo tan grande que me brindaron durante toda mi formación en mi carrera profesional.

INDICE DE CONTENIDO

Página

RESUMEN	VI
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo	5
1.2 Hipótesis.....	5
II. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Origen.....	6
2.1.3 Ciclo del algodón.....	7
2.2 Descripción morfológica del algodón	8
2.2.1 Forma	8
2.2.2 Raíz	9
2.2.3 Tallo	9
2.2.4 Ramas vegetativas.....	10
2.2.5 Ramas fructíferas	10
2.2.6 Hojas	10
2.2.7 Flor.....	11
2.2.8 Fruto	11
2.2.9 Semilla.....	11
2.3 Surcos ultra estrechos	12
2.4 Requerimientos del cultivo	14
2.5 Variedad	16
2.6 Espaciamiento de surcos y densidad poblacional.....	16
2.7 Materia seca	16
2.8 Índice de área foliar	17
2.9 Calidad de fibra del algodón	18
2.9.1 Longitud de fibra.....	18
2.9.2 Resistencia de la fibra	19
2.9.3 Finura de la fibra.....	19
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 Tratamientos.....	24
3.5 Material genético.....	24
3.6 Manejo Agronómico	24
3.6.1 Preparación del Terreno	24
3.6.2 Siembra.....	25
3.6.3 Aclareo	25

3.6.4 Aporque y Control de Malas Hierbas	26
3.6.5 Sistema de Riegos	26
3.6.6 Control de Plagas	27
3.6.7 Altura de Plantas	27
3.6.8 Inicio de la Floración	28
3.7 Variables evaluadas	28
3.7.2 Precocidad	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES	32
VI. BIBLIOGRAFÍA	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
1. Longitud de la fibra expresada en pulgadas.....	18
2. Resistencia de la fibra.....	19
3. Finura de la fibra.....	20
4. Calendarios de riego y días después de la siembra.....	26
5. Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, producto químico y dosis por hectárea que se utilizó para el combate.....	27
6. Rendimiento de algodón pluma y hueso (kg/a ⁻¹) con la dosis de nitrógeno, en la producción de surcos ultra-estrechos. UAAAN-UL 2009.....	30
7. Componentes de rendimiento.....	31
8. Calidad de fibra del algodón.....	31

RESUMEN

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 estado explorando nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y hacer más redituable su cultivo. Una alternativa 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 remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998).

El presente trabajo se llevó a cabo en el 2009 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna localizado en Torreón, Coah., México (25° 32' LN, 103° 14' LW y 1120 msnm). El suelo del área experimental es de textura franco limosa, medianamente alcalino (pH de

7.85), con un 2.02 % de contenido de materia orgánica y 0.13 % de nitrógeno total.

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.

Palabras claves: Rendimiento, Algodón, Surcos ultra-estrechos.

I. INTRODUCCION

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 estado explorando nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y hacer más redituable su cultivo. Una alternativa 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 remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998).

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.

Durante el ciclo 1993-2000, el rendimiento en la Región Lagunera tuvo 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). (Sagarpa-inifap-upaech-fundacion produce chihuahua, 2002). La producción mundial de algodón 2002/03, alcanzo la cifra de 98.2 millones de

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

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 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).

Es importante señalar que durante los últimos diez años el rendimiento de algodón se ha incrementado notablemente. En 1993 el rendimiento de algodón en hueso fue de 1.912 t ha^{-1} y en 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 más de algodón en hueso (Martínez Carrillo 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 2001/02 de 7,740 ha y una producción de 88,570 pacas.

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 sí en la longitud de fibra la cual disminuyó significativamente.

De acuerdo a la presente de investigación los objetivos son los siguientes:

1.1 Objetivo

Evaluar los surcos ultra-estrechos como una alternativa para aumentar los rendimientos unitarios de algodón y reducir costos de producción.

Reducir los costos de producción así mismo determinar el rendimiento y calidad de la fibra del algodón en siembras a 75, 50 y 35 cm de distancia entre surcos.

1.2 Hipótesis

H₀₁: El sistema de producción de surcos ultra-estrechos no afecta el rendimiento ni la producción.

H₀₂: El sistema de producción de surcos ultra-estrechos afecta el rendimiento y la producción de la planta de algodón.

H₀₃: El sistema de producción surcos ultra-estrechos afecta la calidad de fibra del algodón.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 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 del algodónero

Sánchez (2004), menciona que la clasificación taxonómica del algodónero es la siguiente:

Reino -----Vegetal

División -----Tracheophyta

Subdivisión -----Pteropsidae
Clase ----- Angiospermae
Subclase ----- Dicotiledoneae
Orden ----- Malvales
Familia ----- Malvaceas
Tribu ----- Hibiceas
Genero -----Gossypium
Especie ----- hirsutum (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 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, 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 (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. La variedad Fiber Max tiene un porte alto, hoja tipo normal y ramas fructíferas largas. (Palomo *et al.*, 2003).

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 Surcos ultra estrechos

El algodón sembrado bajo el sistema de surcos ultra estrechos, trae consigo la utilización de maquinas sembradoras de precisión, las cuales permite tener un espacio entre surcos de diez pulgadas o menos, esto previene el uso de cultivos mecánicos y el uso de herbicidas, que requieren aspersion. 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 desarrollo del algodón en Sistemas de Surcos Ultra-estrechos (**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 tierra 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 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 a 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.

2.5 Variedad

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

2.6 Espaciamiento de surcos y densidad poblacional

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), 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 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 interpretar los resultados en rendimiento en SSU).

Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de esta debe ser 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, 1969 y 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 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.

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

2.9.2 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 en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Resistencia de la fibra.

Más de 95	Muy fuerte
85 a 95	Fuerte
76 a 84	Intermedio
66 a 75	Débil

2.9.3 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 se observa en el 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 METODOS

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.

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.

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 esta 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%.

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 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 plantas 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. Tiene un porte alto, hoja tipo normal y ramas fructíferas largas.

3.6 Manejo Agronómico

3.6.1 Preparación del Terreno

Esta se realizó con anticipación, 2 días antes de llevarse a cabo la siembra. Iniciando con la empareje del terreno y el rayado de las corrugaciones o bordos sencillos.

3.6.2 Siembra

La siembra se realizó en seco el 01 de abril del 2009, en forma manual a “chorrillo”, para contar con las densidades poblacionales requeridas en nuestro experimento.

3.6.3 Aclareo

Consistió en dejar las poblaciones de plantas deseadas para cada tratamiento. Este se realizó a los 35 días después de la siembra. Para obtener una población diferente de plantas por hectárea aproximadamente.

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.

3.6.4 Aporque y Control de Malas Hierbas

Para aporcar y mantener el cultivo libre de malas hierbas se realizó un aporque manual a los 30 días después de la siembra. Se realizaron ocho veces el control de maleza la cual fue manual.

3.6.5 Sistema de Riegos

En el Cuadro 4. se presenta el calendario de riego para el cultivo del algodón en donde fue por gravedad con una lámina de 20 centímetros y cuatro riegos de auxilio a los días después de la siembra, con una lamina de 12 centímetros cada uno considerando el riego al que se sometió para el emergimiento de la plántula antes del riego pesado.

Cuadro 4. Calendarios de riego y días después de la siembra.

Riegos	Días después de la siembra	Fecha
1 ^{er} auxilio	71	10-jun-09
2 ^{do} auxilio	88	27-jun-09
3 ^{er} auxilio	108	17-jul-09
4 ^{to} auxilio	127	07-ago-09

3.6.6 Control de Plagas

Durante el ciclo del cultivo se tuvo problemas con Pulgón, Mosquita Blanca, Gusano Soldado entre otros, en donde fueron controlados con diferentes productos. A continuación se presenta la información en el Cuadro 5.

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

PLAGAS	APLICACIÓN	PRODUCTO	Dosis (lt/ha-1)
Pulgón (<i>Aphis gossypii glover</i>)	1 ^a	Furadan	5.0 – 8.0
Mosquita Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	2 ^a	Endosulfan	2.4
	2 ^a	Herald	0.450 - 0.600
Gusano Soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	3 ^a	Clorpirifos etil *480 EM	1.0 - 2.0

3.6.7 Altura de Plantas

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.

3.6.8 Inicio de la Floración

Para determinar el inicio de la floración se llevo a cabo la contabilidad de las flores de un surco por parcelas y cuando se tuvieron 10 flores se considero como la fecha en que inicio la floración y esto ocurrió a los 57 días después de la siembra.

3.7 Variables evaluadas

3.7.1 Altura de planta semanal

Para tomar lectura de altura se consideraron tres plantas de cada parcela, la actividad se llevo a cabo semanalmente.

3.7.2 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
-

3.7.3 Componentes del rendimiento:

- Numero 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 (**parcelas divididas en bloques al azar**), 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 presenta los resultados obtenidos para el rendimiento de algodón hueso y algodón pluma observándose que para la distancia entre surcos hubo efectos estadísticos significativos en el rendimiento. El espaciamiento de 35 cm entre surcos mostró los mayores rendimientos con una diferencia del 36% más que el surco de 75 cm. Lo cual concuerda Cawley *et al.* (2002) donde obtuvieron incrementos más modestos en la producción (5 a 11%) y con lo obtenido por Gerik *et al.* (1998) quienes reportan que los surcos ultra-estrechos rinden hasta 37 % más que los surcos amplios (de 0.90 a 1.0 m de ancho).

Cuadro 6. Rendimiento de algodón pluma y hueso kg/a^{-1} con la dosis de nitrógeno, en la producción de surcos ultra-estrechos. UAAAN-UL 2009.

Distancia/surco	Repp	Rah (kg ha^{-1})	Rap (kg ha^{-1})	%
75	2250 a	7500 b	3163.9 b	64
35	1568.8 b	11651.8 a	4859.4 a	100
Promedio	1909.4	9575.9	5593.6	

En la hilera y columna, medidas con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)
Repp= Rendimiento por parcela; **Rah**= Rendimiento algodón hueso y **Rap**= Rendimiento algodón pluma.

Componentes de rendimiento

Hablando de los componentes de rendimiento y a la relación en el efecto que se presenta en surcos ultra-estrechos podemos mencionar que tanto para peso de capullo, % de fibra e índice de semilla, no hubo diferencias estadísticas, pero sí las hubo con altura de planta donde se puede observar en el Cuadro 7,

que en la altura de planta aumento su altura la distancia más corta entre surcos. Finalmente las plantas en solo surcos de 0.75 m promediaron 98.042 cm de altura y las plantas de los surcos de 0.35 m desarrollaron 102.75 cm, lo cual puede deberse a la distribución de las plantas en el terreno. Lo cual concuerda con lo que menciona heitholt *et. Al.* (1992). Indicaron que el mayor rendimiento de los surcos más estrechos se debe al incremento en la intercepción de la luz al inicio del ciclo del cultivo, y a una mayor producción de capullos por unidad de superficie.

Cuadro 7. Componentes de rendimiento

Distancia/surco	%Fibra	Pc	Is	Alt
75	42.17 a	5.93 a	9.18 a	98.04 a
35	41.69 a	5.99 a	9.45 b	102.75 a
Promedio	41.91	5.96	9.31	96.39

En la hilera y columna, medidas con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05); % **Fibra**= Porcentaje de fibra; **Pc**= Peso de capullo; **Is**= Índice de semilla y **Alt**= Altura.

En relación a la longitud, resistencia y finura del algodón se observa que la distancia entre surcos no presentó diferencias significativas como puede observar en el Cuadro 8. Lo cual concuerdan con lo que reporto Jost y Cothren, (2000) que no encontraron diferencias significativas en finura y resistencia de fibra al reducir las distancias entre surcos de 101,6 a 190cm.

Cuadro 8. Calidades de fibra del algodón

Distancia/surco	Long (Pulgadas)	Res (g/tex)	Fin (micronaire)
75	1.09 a	25.40 a	4.44 a
35	1.09 a	25.72 a	4.48 a
Promedio	1.09	25.56	4.46

En la hilera y columna, medidas con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05); **Long**= Longitud, **Res**= Resistencia, **Fin**= Finura.

V. CONCLUSIONES

En esta investigación se puede mencionar que la siembra de algodón en surcos de 35 cm, aun cuando la calidad de fibra tienden a tener los mismos resultados sin presentar diferencias significativas y no verse influenciados por la distancia entre surcos, mostro mayores rendimientos en algodón pluma y algodón hueso, con una diferencia de 36% más que el de 75 cm. Por lo tanto la siembra en surcos ultra-estrechos es una alternativa viable para aumentar el rendimiento del algodón y la rentabilidad del cultivo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, S. O. 1981. Guía climática de la Comarca Lagunera, publicación Especial, CIAN CELALA-INIA-SARH.
- Andrade, F., Sadras, V 2000. Bases para el manejo de maíz, girasol y soja. Unidad integrada FCA-INTA Balcarce. Advanta semillas. Editorial Médica Panamericana S.A. 443 p.
- Andrade, F., Cirilo, A., Uhart, S. y Otegui, m.1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Unidad Integrada FCA-INTA Balcarce. Dekalb Press. Editorial La Barrosa. 292 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.
- Brown, A. B. 1996. Evaluación económica de BASF graficas de campo. Departamento de agricultura y recursos económicos, universidad del estado de Carolina del Norte.
- Cawley, N., Edminsten, K., Wells, R., Stewart, A., 2002. Cotton physiology conference. Proc. Beltwide Cotton Conf., 8-12 Jan. 2002, Atlanta GA., National Cotton Council, Memphis TN.
- 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.
- 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 M. A., A. Palomo-G, S. Godoy-A. 2001. Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Fitotecnia Mexicana* 24: 197.

- Gerik T J, R G Lemon, K L Faver, T A Hoelewyn, & M. Jungman (1998) Performance of ultra-narrow row cotton in Central Texas. Proc. Belt-wide Cotton Conference. San Diego CA, 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN. pp. 1406-1409.
- Heitholt, J.J., Pettigrew, W.T., Meredith, W.R., 1992. Light interception and lint yield on narrow row cotton. *Crop Science* 32:728-733.
- 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 sureste de Arkansas. Centro de investigación y extensión del sureste Montecillo Arkansas.
- Kerby, T. 1998. Producción de algodón en el sistema de surcos ultra estrechos.
- Larcher, W. 1983. *Physiological Plant Ecology*. Pringer-Verlag.
- Martínez Carrillo 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 eco fisiología aplicados en el manejo de cultivos. UBA – CONICET. Buenos Aires Argentina.
- Mohamad K, G Kassman, J.M. Pohelman (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 Counc., 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. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12 Jan. Natl.Cotton coun. 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
- Sánchez, R. C. S. 2004. Estudio genético de las características de calidad de fibra del algodón. Tesis, ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila México.
- Villar, P.A.J. 1996. Conceptos básicos de ecofisiología de cultivos. EEA INTA Oliveros-Santa Fe. Argentina.
- Willey, R.W. and Health, S.B. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop. *Advances in Agronomy*, 21:291-321.