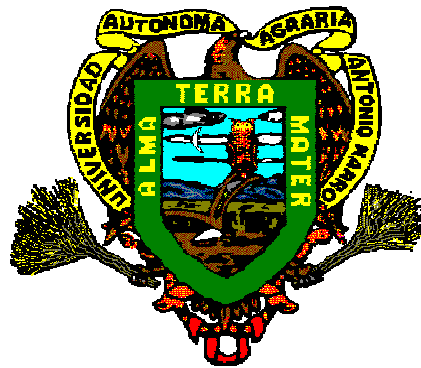


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS



**DOSIS DE NITRÓGENO Y SU EFECTO EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN
EN SURCOS ULTRA-ESTRECHOS**

POR:

MIGUEL ANGEL DIAZ LANG

TESIS:

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

INGENIERO AGRONOMO

Torreón, Coahuila, México

Febrero de 2010

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

POR:

MIGUEL ANGEL DIAZ LANG

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO

Comité Particular

Asesor principal:


Ph. D. Arturo Palomo Gil

Asesor


Dr. Armando Espinoza Banda

Asesor:

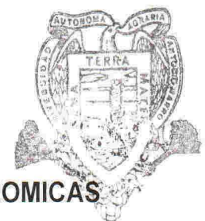

M.C. Juan Gabriel Contreras Martínez

Asesor:


M.C. Oralia Antuna Grijalva


MC. Víctor Martínez Cueto

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



Torreón, Coahuila, México

Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
Febrero de 2010

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

TESIS QUE EL C. MIGUEL ANGEL DIAZ LANG SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

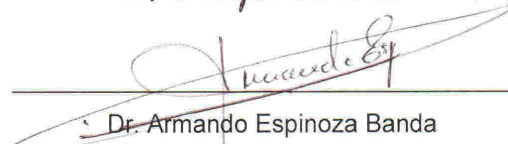
APROBADO POR:

PRESIDENTE:



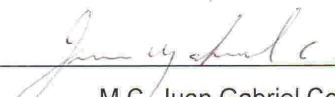
Ph. D. Arturo Palomo Gil

VOCAL:




Dr. Armando Espinoza Banda

VOCAL:

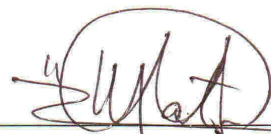


M.C. Juan Gabriel Contreras Martinez

VOCAL SUPLENTE:



MC. Víctor Martínez Cueto



MC. Víctor Martínez Cueto



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

Torreón Coahuila.

Febrero de 2010

DEDICATORIAS

A mis padres: Guilebaldo Díaz Cruz y María Delia Lang Verdugo, por darme lo mas preciado de este mundo que es la vida y por la oportunidad que me dieron para poder formarme profesionalmente y el cariño de familia que siempre me han brindado. Por eso y muchas cosas más mil gracias.

A mis hermanos: Arely, Magali, Wilian y Ana Laura por el apoyo moral y sentimental que me han brindado durante el trayecto de mi carrera y que me siguen dando hasta estos momentos de mi vida, mil gracias hermanos queridos.

A mis abuelos: Filemón (+), Basilia, Ramiro y Martha por el apoyo moral y sentimental que me brindan. En especial a mi abuelo Filemón (+) por que se fue durante el trayecto de mi formación y no pude estar con el en esos momentos gracias “papa mon” siempre estas en mi corazón.

A mis tíos: Felipe de Jesús, Benigno, Filemón, Edilberto, Eulalio por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación profesional. Mil gracias a todos mis tíos.

A toda mi familia en general: por el apoyo brindado. Mil gracias familia...

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Por la oportunidad que me ha dado de vivir y llegar hasta esta etapa de mi vida y lograr la meta que me eh propuesto en la vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por permitirme terminar mis estudios, por que gracias a ella logre un paso importante de superación en mi vida.

A mi comité de asesores: Ph. Dr. Arturo Palomo Gil, Dr. Armando Espinoza Banda, M.C. Juan Gabriel Contreras Martínez y M.C. Oralia Antuna Grijalva, así como a todos mis profesores que me prepararon para seguir adelante en mi carrera y a todas aquellas personas que de alguna forma permitieron que esta investigación se realizara.

A mis amigos, con los que durante cuatro años y medio compartimos momentos de alegrías y tristezas, pero aún así logramos nuestro objetivo; Israel, Arcelio, Julio, Nelson, Fernando, Erubiel, Enrique, y a todos mis compañeros de grupo gracias.

A dos grandes amigos que admiro y respeto, Santiago Ramírez Vera y Jazmín Gálvez Muñoz, por el apoyo incondicional que me brindaron.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del algodón	4
2.1.1. Origen geográfico del algodón	5
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	6
2.1.3 Ciclo del algodón	6
2.2. Descripción morfológica del algodón	7
2.2.1. Forma.....	8
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.....	10
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 investigación	13
2.5. Variedad.....	14

2.6. Fertilización nitrogenada	14
2.6.1. Efectos	17
2.6.2. Procesos de transformación del nitrógeno.....	17
2.6.2.1. Mineralización	17
2.6.2.2. Fijación.....	18
2.6.2.3. Nitrificación	18
2.6.2.4. Inmovilización	19
2.6.2.5. Desnitrificación.....	19
2.6.2.6. Volatilización.....	20
2.6.2.7. Amonificación.....	20
2.6.2.8. Lixiviación	20
2.6.3. Formas de asimilación del nitrógeno	20
2.6.3.1. Nítrica.....	21
2.6.3.2. Amoniacal	21
2.7. Calidad de fibra del algodón	21
2.7.1. Longitud de fibra	21
2.7.2. Resistencia de la fibra.....	22
2.7.3. Finura de la fibra	23
III. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera.	24
3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.	24
3.2.1. Clima.....	24
3.2.2. Temperatura.	25
3.2.3. Precipitación.	25
3.2.4. Humedad Relativa.	26

3.3. Origen de los suelos de la Comarca Lagunera.....	26
3.4. Características físico-químicas del sitio experimental.....	27
3.4.1. Diseño experimental	27
3.5. Actividades de campo	27
3.5.1. Preparación del terreno.....	27
3.5.2. Siembra.....	28
3.6. Labores culturales.....	28
3.6.1. Aclareo.....	28
3.6.2. Aporque y control de malezas.....	28
3.6.3. Riego.....	29
3.6.4. Control de plagas.....	29
3.7. Variables evaluadas.....	30
3.7.1. Altura de planta.....	30
3.7.2. Precocidad.....	30
3.7.3. Componentes del rendimiento	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. Rendimiento.....	32
4.2. Calidad de fibra.....	34
V. CONCLUSION.....	37
VII. LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
1	Longitud de la fibra expresada en pulgadas.....	22
2	Resistencia de la fibra.....	22
3	Finura de la fibra.....	23
4	Calendario de riego.....	29
5	Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo.....	30
6	Dosis de nitrógeno y el rendimiento del algodón.....	32
7	Distancia entre surcos y el rendimiento del algodón.....	33
8	Efecto de la dosis de N y surcos ultra-estrechos en los componentes de rendimiento del algodón.....	34
9	Dosis de nitrógeno y la calidad de fibra en el algodón.....	35
10	Surcos ultra-estrechos y la calidad de fibra del algodón...	36

RESUMEN

El cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) ha tenido una participación muy significativa en el desarrollo económico y social, tanto en el ámbito mundial como nacional de igual forma el crecimiento y el rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestran altas dependencias al nitrógeno (N) y al agua durante su ciclo biológico. El N es el nutrimento mas critico en un programa de fertilización en virtud que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo, pero hay que evitar excesos que puedan ocasionar serios problemas de manejo del cultivo y pérdidas en la producción. El presente trabajo se llevo a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna en Torreón, Coahuila, con el objetivo de determinar el efecto de la dosis de nitrógeno en el rendimiento y calidad de fibra para el cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en surcos ultra-estrechos (50 cm). Se evaluaron cuatro dosis de nitrógeno (0, 50, 100, y 150 kg/ha⁻¹) y el distanciamiento entre surcos de 50 cm y 75 cm (testigo) las cuales se distribuyeron en diseño de bloques al azar con tres repeticiones, se aplicaron cuatro riegos de auxilio. Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y pluma, componentes de rendimiento y calidad de fibra.

Los análisis estadísticos para algodón hueso y pluma no detectaron diferencias significativas en las dosis de nitrógeno. Sin embargo para el distanciamiento entre surcos si mostraron diferencias estadísticas significativas, los surcos de 50 cm rindieron 55 % más que los convencionales o testigo. Los

componentes de rendimiento no se vieron afectados por la fertilización nitrogenada y el distanciamiento entre surcos. En cuanto a la calidad de fibra el efecto de la dosis de nitrógeno y surcos estrechos los análisis estadísticos no mostraron diferencias estadísticamente significativas. De acuerdo a los resultados arrojados se dice que la calidad de fibra no es económicamente importante debido a que todos los valores son superiores a los requerimientos mínimos de la industria textil.

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

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) ha tenido una participación muy significativa en el desarrollo económico y social, tanto en el ámbito mundial como nacional. La comarca lagunera se ha dado a conocer como una de las zonas agrícolas más importantes del país. En 1998, en la comarca Lagunera, el cultivo del algodón ocupó el tercer lugar en superficie cosechada con 17, 759 ha⁻¹ 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.

El crecimiento y el rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestran altas dependencias al nitrógeno (N) y al agua durante su ciclo biológico. El N es el nutrimento mas critico en un programa de fertilización en virtud que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo, pero hay que evitar excesos que puedan ocasionar serios problemas de manejo del cultivo y pérdidas en la producción. McConell *et al.* (1989) y Boquet *et al.* (1995) enfatizan que la sobre fertilización produce plantas con gran crecimiento vegetativo sin que estos se reflejen en el rendimiento, además de que se incrementan las probabilidades de que se pierda el N del sistema del suelo-planta. Gaylor *et al.*, (1983) menciona que la dosis de N esta determinada por muchas variables ambientales como el clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, etc.

Entre 1960 y 1970, en la comarca lagunera se realizaron numerosos estudios para determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para el cultivo del algodón. Las recomendaciones emanadas de estas investigaciones aun prevalecen a pesar de que han cambiado los sistemas de producción y de que las nuevas variedades de algodón son más precoces y de menor estructura vegetativa que las utilizadas en dicha época.

La dosis de nitrógeno que prevalece como recomendación para el cultivo del algodón en la comarca lagunera oscila entre los 120 – 150 kg ha⁻¹ y esta se determino en variedades tardías de mayor biomasa foliar que las nuevas variedades, por lo que estas pueden requerir una menor dosis de fertilización nitrogenada para demostrar su potencial productivo.

1.1. Objetivo

Conocer el efecto de la dosis de nitrógeno en el rendimiento y calidad de fibra del algodón en surcos ultra-estrechos.

1.2. Hipótesis

Ho: La dosis de nitrógeno no afecta el rendimiento y calidad de fibra del algodón.

Ha: La dosis de nitrógeno si afecta el rendimiento y calidad de fibra del algodón

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del algodón

La palabra algodón es el término agrícola y tecnológico mas que botánico, utilizado para describir las especies cultivadas del genero *Gossypium*. La fecha que por primera vez se uso con su actual significado es algo incierta. Primeramente se utilizaba para referirse nada mas a un tejido fino y la palabra era tan amplia que incluía también el lino (Brown y Ware, 1961). El algodón tiene su centro de origen y diversidad en el sureste de México y Mesoamérica donde crece y se desarrolla en forma perenne bajo condiciones de temporal iniciando su fase fructífera al segundo año de vida, con el cierre de la temporada de lluvias en verano. La producción comercial de algodón requiere de la realización de mejoramiento genético para lograr la adaptación del cultivo a sistemas de producción, anuales, de riego y temporal, tanto en la franja algodонера de los estados unidos de América (EUA) y la franja norte de México. El algodón es una planta de clima caliente y no tolera bajas temperaturas; aun así, su cultivo no se limita a los trópicos, ya que se han desarrollados variedades adaptadas a regiones donde el periodo libre de heladas es menor de 180 dias.

2.1.1. Origen geográfico del algodón

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 años A.C., y pertenecen a *Gossypium arboreum L.*, existente aún en la India.

Robles (1980) menciona 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

Clasificación taxonómica según (Robles, 1980).

Reino	Vegetal
División	Tracheophita
Subdivisión	Pteropsidea
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Málvales
Familia	Malváceas
Tribu	Hibisceas
Genero	<i>Gossyphium</i>
Especie	<i>hisurtum</i> (cultivado)
Especie	barbadense (cultivado)

2.1.3 Ciclo del algodón

Según Legieré (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.
Duración 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 igual forma, 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 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 el suelo varía de 50 a 100 cm., y bajo condiciones muy favorables, en suelos que tengan buen drenaje alcanza hasta más de 2 metros 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 monopódicas se encuentran en la zona definida cerca de la base de la planta, sobre ella no se desarrollan directamente órganos reproductivos. Normalmente la planta entre dos o tres de estas ramas.

2.2.5. Ramas fructíferas

Se desarrollan 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 la variedad cultivada 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 cultivo del 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 terrenos profundo y permeable para que respiren bien. Le perjudica la acidez, por lo que requiere reacción neutra o alcalina, aunque no tolera el exceso de cal. Es bastante tolerante a la salinidad.

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

En España el algodón, se produce mucho mejor en terrenos que tienen residuos de trigo o maíz, que en los de remolacha, en contraposición a lo que ocurre en la mayor parte de las plantas. Parece que los residuos de remolacha que quedan en el terreno favorecen la producción de hongos, que producen la podredumbre de la semilla o de la raíces una vez nacida la planta. Aunque

en zonas en que se cultiva el algodón se siembra poca patata en regadío, tampoco le va bien a la patata como cultivo anterior, probablemente por misma razón que para la remolacha.

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

2.4. Antecedentes de investigación

Muchas de las investigaciones que se ha realizado para determinar los modelos de acumulación y asignación de peso seco en plantas de algodón incluyen trabajos de sistemas de cultivo, métodos de siembra, genotipos, densidades de población, fertilización, etc. Sin embargo, muchos de estos estudios se han conducido con genotipos desarrollados para sistemas de siembra de surcos amplios (Mohamad *et al.*, 1982).

Bajo condición de surcos amplios la diferencia entre especies y entre variedades de algodón se atribuyen a una baja producción de biomasa total y una ineficiente asignación de materia seca hacia los órganos reproductivos, (Unruh and Silverthooth, 1961), producto de una falta de sincronización entre la producción de órganos asimilatorios y el suplemento de asimilados (Hearn 1969). Las variedades modernas son más eficientes para producir fibra debido a que tienen una gran sincronía entre estos dos procesos; es decir, a través del aumento del desarrollo reproductivo cuando hay un máximo peso y área foliar (Wells and Meredith 1984a y 1984b.).

2.5. Variedad

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

2.6. Fertilización nitrogenada

El nitrógeno es de alta movilidad dentro de la planta. La importancia del nitrógeno es que participa en la composición de importante sustancia orgánica como la clorofila, aminoácidos, proteína, ácido nucleicos y algunos reguladores de crecimiento de las plantas, etc. El nitrógeno es el elemento más abundante en los organismos vivos. La atmósfera terrestre se encuentra constituida por un 80% de nitrógeno. En efecto el nitrógeno es uno de los metabolismos más

inertes y requiere temperatura y presión muy grandes para poder relacionar a otros elementos o compuestos.

El crecimiento y rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestra alta dependencia a la disponibilidad del nitrógeno y de agua durante su ciclo vegetativo (Díaz, 2002). La dosis óptima de nitrógeno es determinada por muchas variables, como clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, etc. Tanto las deficiencias como los excesos de nitrógeno afectan negativamente el rendimiento del algodón (Gaylor *et al.*, 1983).

En una investigación sobre fertilización nitrogenada de seis años de duración, se evaluaron dosis de 0 hasta 180 kilos de nitrógeno por hectárea dejando de fertilizar los últimos dos años, se concluyó que las diferentes dosis dejaron nitrógeno residual, que los suelos tienen la capacidad de almacenar siendo este responsable del 60 a al 80 % del rendimiento esperado (Boquet *et al.*, 1995).

Mascagni *et al.* (1992) y Matocha *et al.* (1992) mencionan que las condiciones ambientales anuales afectan la dosis óptima de fertilización nitrogenada e indican que en años de alta precipitación pluvial se requiere una dosis más alta de nitrógeno ya que una gran parte del fertilizante se pierde por desnitrificación y lixiviación.

La cantidad de nitrógeno residual disponible para la planta es un factor muy importante en la determinación de la dosis óptima de nitrógeno. Los suelos con poco nitrógeno residual requieren de 100 kg de nitrógeno ha⁻¹ y los suelos con alto contenido de nitrógeno residual solo necesitan de 55 a 100 kg de nitrógeno ha⁻¹ (Bush *et al.*, 2002).

Las aplicaciones de nitrógeno al suelo afectan las características del tallo principal tales como :altura de la planta, primer nudo fructífero y numero total de nudos con lo que se concluye que el nitrógeno influye en el área foliar, la producción y la acumulación de nitrógeno en los frutos mediante alteraciones en la arquitectura de la planta y características del crecimiento (Bondada *et al.*, 1996).

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

La preparación de los suelos es muy importante en los requerimientos del nitrógeno del algodón. En los suelos donde se realizan subsoleo, la dosis óptima de nitrógeno para la obtención de altos rendimientos es de un 35 %

inferior a la requerida por los suelos que solo se realizan barbecho tradicional. No se encontró interacción de nitrógeno por laboreo pero si interacción de nitrógeno y localidad (Guthire, citado por Díaz.2002).

2.6.1. Efectos

Es un suministro adecuado a la planta produce un rápido crecimiento, color verde intenso en las hojas, aumenta el contenido de proteína y producción de hojas, así mismo la producción de semillas e indirectamente estimula a los microorganismos del suelo que benefician a la planta (Díaz, 2002).

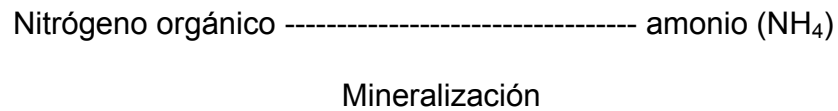
2.6.2. Procesos de transformación del nitrógeno

El ciclo del nitrógeno, es muy importante debido a los constantes procesos de transformación del elemento de una forma a otra que es llevada a cabo por mineralización, fijación, inmovilización, desnitrificación, volatilización, amonificación y lixiviación (Rojas 2000).

2.6.2.1. Mineralización

El proceso ocurre cuando los organismos descomponen los minerales orgánicos para la suplementación de energía, cuando la materia orgánica es

descompuesta los microorganismos utilizan parte de la energía liberada más otra parte de los nutrientes en la materia orgánica:



2.6.2.2. Fijación

Este proceso es la transformación del nitrógeno (N_2) de la atmosfera a nitrógeno orgánico en los tejidos de las plantas por medio de bacterias simbióticas del genero *rhizobium* que se colonizan y forman nódulos en las raíces de las plantas. Existen otros microorganismos capaces de fijar nitrógeno al suelo aunque en cantidades más pequeñas y son bacterias de vida libre (no simbióticas). Unas son aeróbicas y necesitan la presencia de oxígeno para desarrollarse. Otras son anaerobias, como los géneros *klebsiella* y *bacillus*, y no necesitan oxígeno.

2.6.2.3. Nitrificación

Es la transformación biológica por las bacterias nitrificantes de amonio a nitrato mediante dos procesos, los cuales bajo ciertas condiciones favorecen el crecimiento de la planta.

2.6.2.4. Inmovilización

En este proceso el nitrógeno es convertido de forma inorgánica a una forma orgánica a través de la absorción por la planta y los microorganismos, esta ocurre cuando los materiales orgánicos frescos de los residuos de cultivos son incorporados al suelo.

La relación de los procesos de mineralización e inmovilización depende fuertemente de la relación carbón/nitrógeno de los materiales orgánicos en descomposición, los materiales con amplio ratios de carbón/nitrógeno (>30: 1) favorecen la inmovilización, mientras que en una proporción reducida de carbón / nitrógeno (<20: 1) favorece la mineralización, y un ratio de carbón nitrógeno entre 20 – 30 los dos procesos se efectúan simultáneamente.

2.6.2.5. Desnitrificación

Es el proceso de transformación del nitrógeno y amonio (NO_3 y NH_4) a formas de nitrógeno gaseoso (N_2 y N_2O) bajo condiciones anaeróbicas, la desnitrificación se presenta generalmente en suelos pobres en materia orgánica, en periodos de inundación y con temperaturas elevadas, y se lleva a cabo cuando no existe oxígeno en el suelo.

2.6.2.6. Volatización

Es la transformación química del amonio a amoniaco (de NH_4 a NH_3).

2.6.2.7. Amonificación

Es la transformación de gas amoniaco a amonio (de NH_3 a NH_4)

2.6.2.8. Lixiviación

Es la pérdida de nitrógeno en forma de nitrato mediante en agua de riego, este es acumulado en estratos subterráneos que forman los acuíferos, niveles superiores a 6 ppm en el agua se considera elevados, el nitrato se mueve mas libremente en la solución del suelo que el amonio, por lo tanto es mas sujeto a lixiviación.

2.6.3. Formas de asimilación del nitrógeno

El nitrógeno se absorbe en dos formas:

2.6.3.1. Nítrica

La planta absorbe el ion nitrato (NO_3), que forma parte del ácido nítrico y todas sus sales: nitrato, sódico, potásico y calcio.

2.6.3.2. Amoniacal

En esta forma la planta absorbe el ion amoniacal (NH_4), que forma parte de todas las sales amoniacales y amoniacal (Bondada *et al.*, 1996).

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.

Mas de 95	Muy fuerte
85 a 95	Fuerte
76 a 84	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 máquinas textiles. El conocimiento de la finura determina las proporciones de materia prima de diferentes características que intervienen en la mezcla utilizadas en la manufactura de telas de diferente calidad. La finura se mide como el índice de “micronaire” cuyos valores se clasifican como sigue:

Cuadro 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

Este experimento se realizó en el 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, esta integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo y Mapimi, Nazas, en el estado de Durango. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05' y 26°45' de latitud norte y los meridianos 101°40' y 104°45' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar.

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, 1988).

3.2.2. Temperatura.

La temperatura en la Comarca Lagunera se divide 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, Durango., 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%. (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 acarrees sucesivos de los ríos nivelaron las acumulaciones sedimentarias dando origen a casi la totalidad de los suelos regionales. (Quiñones ,1988).

3.4. Características físico-químicas del sitio experimental

3.4.1. 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 correspondiendo para la parcela mayor el distanciamiento entre surcos (0.35, 0.50, 0.75 cm) y para la parcela menor las dosis de nitrógeno con tres repeticiones obteniendo un total de 36 parcelas (unidades experimentales) correspondiente a un factorial de 3 x 4 x 3. Los tratamientos se aplicaron al momento de la siembra. Se utilizó la variedad FIBER MAX. La parcela total estuvo compuesta por 8 surcos de 5 metros de largo y la parcela útil de 2 surcos de 3 metros de largo.

3.5. Actividades de campo

3.5.1. Preparación del terreno

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

3.5.2. 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. Labores culturales

3.6.1. Aclareo

Consistió en dejar las poblaciones de plantas deseadas para cada tratamiento. Este se realizó a los 35 días después de la siembra, dejando una distancia de 13, 20, 28 cm. entre plantas para las distancias de 75, 50 y 35 cm y obtener una población diferentes de plantas por hectárea aproximadamente 100,000 plantas ha⁻¹ por área experimental.

3.6.2. Aporque y control de malezas

Para aporcar y mantener el cultivo libre de malas hierbas se realizó una escarba manualmente a los 30 días después de la siembra. Se realizó ocho veces control de maleza manualmente.

3.6.3. Riego

La información relacionada con la aplicación de riegos se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Calendario de riegos

RIEGOS	DIAS DESPUES 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	27-Jul-09

3.6.4. Control de plagas

Durante el ciclo del cultivo se tuvo problemas de plagas como; Pulgón, Mosquita Blanca, Gusano Soldado entre otros, para su control se aplicaron diferentes productos. En el cuadro siguiente se presenta la información.

Cuadro 5. Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo.

PLAGAS	APLICACIÓN	PRODUCTO	Dosis L h ⁻¹
Pulgón (<i>Aphis gossypii glover</i>)	1 ^a	Furadan	5.0 – 8.0
Mosquita Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	2 ^a	Endosulfán	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

3.7. Variables evaluadas

3.7.1. Altura de planta

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

-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 0.05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento

En el Cuadro 6. se presentan los resultados de rendimiento tanto para algodón hueso como en algodón pluma observando que no hay diferencias estadísticas en las diferentes dosis aplicadas debido probablemente a que el nitrógeno residual no se manifestó en ese momento y la falta de respuesta a la fertilización nitrogenada sugiere que la variedad puede requerir dosis de nitrógeno más bajas que las recomendadas (Palomo et al., 1996), o que el suelo donde se estableció el trabajo tiene un alto contenido de materia orgánica (2.02 %) y una buena reserva de nitrógeno total (0.13 %), lo que de acuerdo con castellanos *et al.* (2002) indica suficiencia de nitrógeno residual para el cultivo del algodón por lo que no se espera respuesta a la adición de este nutrimento.

Cuadro 6. Dosis de nitrógeno y el rendimiento del algodón.

Dosis de Nitrógeno	Algodón Hueso (kg ha ⁻¹)	Pluma (kg ha ⁻¹)
0	9369.2 a	3897.3 a
50	9269.8 a	3971.5 a
100	9960.2 a	4139.2 a
150	8837.3 a	3647.8 a

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

En el Cuadro 7. Se muestra que el rendimientos de algodón hueso y pluma fue significativamente mayor en surcos de 50 cm con respecto al de 75 cm. Los surcos de 50 cm rindieron 55 % más que los de 75 cm y de acuerdo a lo que menciona Heitholt *et al.* (1992) indicando que esto puede deber a la intercepción de luz al inicio del cultivo o a una mayor producción de capullos por unidad de superficie.

Cuadro 7. Distancia entre surcos y el rendimiento del algodón.

Distanciamiento (cm)	Algodón hueso (kg ha ⁻¹)	Pluma (kg ha ⁻¹)	Diferencia (%)
75	7319.5 b	3065.9 b	100
50	11398.8 a	4762.0 a	155

En hileras y columnas, medias con misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

En cuanto al efecto en los componentes de rendimiento presentado en surcos ultra-estrechos y la dosis de nitrógeno aplicada podemos mencionar que para el peso de capullo, % de fibra, índice de semilla y altura de planta, no presentaron diferencias significativas observándose en el Cuadro 8. Sin embargo en la altura de planta se observó un aumento en los tratamientos de 0 y 150 kg de nitrógeno ha⁻¹ siendo las de mayor tamaño las del tratamiento sin fertilizar. Mientras que las plantas en surcos ultra-estrechos 50 cm alcanzaron mayor altura promediando 102.82 cm y las de 75 cm solo desarrollaron 98.25 cm, lo cual puede deberse a la distribución de plantas en el terreno y condiciones ambientales.

Cuadro 8. Efecto de la dosis de N y surcos ultra-estrechos en los componentes de rendimiento del algodón.

Dosis de nitrógeno	Peso de capullo	% de fibra	Índice de semilla	Altura de planta
0	5.91 a	41.71 a	9.23 a	102.15 a
50	5.96 a	41.70 a	9.33 a	98.50 a
100	6.03 a	41.61 a	9.51 a	99.88 a
150	5.88 a	41.26 a	9.51 a	101.62 a
Distancia entre surcos (cm)				
75	6.04 a	41.86 a	9.30 a	98.25 a
50	5.85 a	41.78 a	9.50 a	102.82 a

En hileras y columnas, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

4.2. Calidad de fibra

Las propiedades físicas de la fibra se deben más a factores genéticos que ambientales, sin embargo, en su expresión se manifiesta el efecto de las temperaturas y precipitaciones pluviales, prevaletientes durante el crecimiento del cultivo, en el presente trabajo la cantidad de nitrógeno aplicado no afectó la longitud, ni finura o resistencia de la fibra.

Los resultados obtenidos para resistencia de la fibra son contrastantes a los obtenidos por Palomo *et al.* (1996, 2002) quienes encontraron que la resistencia al rompimiento aumenta a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno (Cuadro 9).

Cuadro 9. Dosis de nitrógeno y la calidad de fibra en el algodón.

Dosis de Nitrógeno	Longitud (Pulgadas)	Resistencia (g/tex)	Finura (micronaire)
0	1.09 a	25.21 a	4.53 a
50	1.07 a	25.50 a	4.46 a
100	1.11 a	25.85 a	4.45 a
150	1.10 a	25.53 a	4.46 a

En la hilera y columna, medidas con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

En el Cuadro 10. Se presenta la calidad de fibra no mostrando diferencias estadísticas significativas y de acuerdo con el distanciamiento entre surcos, Heitholt *et al.* (1993) y Gaytán *et al.* (2004); Mencionan que el espaciamento de 50 cm entre surcos aumentaba el grosor pero disminuía la longitud de la fibra y Jost y Cothren (2000) reportaron que a medida que los surcos son mas estrechos disminuye la uniformidad y la longitud de la fibra, por lo tanto en el presente estudio los surcos estrechos no afectaron la calidad de la fibra lo que coincide con Gerik *et al.* (1998), la diferencia podría deberse a condiciones ambientales entre las regiones algodonerías, ya que puede diferir en calidad de suelo, temperatura, precipitación pluvial y manejo.

Cuadro 10. Surcos ultra-estrechos y la calidad de fibra del algodón.

Distancia entre surcos (cm)	Longitud (Pulgadas)	Resistencia (g/tex)	Finura (Micronaire)
75	1.10058 a	25.4917 a	4.46750 a
50	1.09175 a	25.5583 a	4.49000 a

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales. (DMS 0.05)

Los valores de finura de fibra aceptados por la industria textil sin que se afecte el precio de venta de la fibra, es de 3.5 a 4.9 micronaires, dentro de este rango, valores inferiores a 4.0 micronaires clasifican una fibra que tiende a ser más fina y, por el contrario, valores superiores a 4.0 clasifican una fibra que tiende a ser más gruesa.

V. CONCLUSION

La dosis de nitrógeno aplicada no afectó el rendimiento y de acuerdo a Palomo *et al.* (1999) quienes reportaron los mismos rendimientos con dosis de nitrógeno de 80 a 200 kg ha⁻¹ y los resultados obtenidos en la presente investigación, el requerimiento de la dosis de nitrógeno en surcos ultra-estrechos (0.35 m) es igual que en la siembra convencional (0.75 m). Sugiriendo que en la Comarca Lagunera la dosis de nitrógeno a recomendar debe oscilar entre 80 y 120 kg ha⁻¹. Por lo que se dice que podemos aplicar dosis más bajas que las recomendadas. Mientras que en el distanciamiento entre surcos el rendimiento fue mayor para los surcos de 50 cm obteniendo un 55% más que el testigo.

Para los componentes de rendimiento la dosis de nitrógeno y el distanciamiento entre surcos no afectaron significativamente.

En cuanto a la calidad de fibra se observa que tanto la dosis de nitrógeno aplicada como la distancia entre surcos no presentaron diferencias significativas, de acuerdo a los resultados obtenidos se dice que la calidad de fibra no es económicamente importante debido a que todos los valores son superiores a los requerimientos mínimos de la industria textil.

VII. LITERATURA CITADA

- Baker, W. H., R. L. Maples, and J. J. Varvil. 1991. Long term effects of nitrogen application to soil propeptides. Proc. Beltwide cotton conf. vol. 2: 941.
- Boman, R. K; Raun, W. R; Wasterman, R. L. Bankaes, J.C; 1995. Nitrogen by environment interactions in long term cotton production. Proc. Beltwide cotton conf. vol. 2: 1300-1303.
- Bondada, B. R., D. M. Oosterhuis, R. J. Norman, and W. H. Baker. 1996. Canopy photosynthesis, growth, yield, and boll N accumulation under nitrogen stress in cotton. Crop Sci. 36:127-133.
- Boquet, D. J; A. Breitenbeck, and A. B. Coco. 1995. Residual nitrogen affects on cotton following, long – time application of different N rates Proc. Beltwide cotton conf. vol. 12 pp. 1362-1364.
- Castellanos, J. Z, Uvalle-Bueno, J. X., Aguilar-Santelices, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. México, D. F.
- 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.
- Fariás, F.J.M. 1980 Producción de forrajes en la Comarca Lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios técnicos. Vol. 5 Núm. 26. CIAN-CELALA-INIA-SARH.
- Gaylor M. J, G. A, Buchanan, F R Guilliland, R L Davis (1983) Interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. Agronomy Journal 75: 903-9.
- Gaytán 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.

- Gerick T J, R G Lemon, K L Faver, T A. Hoelewyn, M Jungman (1998) Performance of ultra-narrow row cotton in Central Texas. In: Proc. Beltwide Cotton Conference. P Dugger, D Richter (Eds). San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN. pp: 1406-1409.
- Hearn A. B (1969) the growth and performance of cotton in a dessert environment. II. Dry matter production. J. Agric. Sci. Camb. 73:75-86.
- Heitholt, J.J., Pettigrew, W.T., Meredith, W.R., 1992. Light interception and lint yield on narrow row cotton. Crop Science 32:728-733.
- Heitholt J. J, W T Pettigrew, W R Meredith Jr (1993) Growth, boll opening rate, and fiber properties of narrow-row cotton. Agron. J. 85:590-594.
- Mascagni, H. J. T. C. Keisling, R. L. Maples; and P. W. Parker. 1992. Response of fast – fruiting cotton cultivars to nitrogen rate on clay soil. Proc. Beltwide cotton Conf. Vol. 13 Pp. 1179.
- Matocha, J. E; K. L. Barber, and F. L. Hopper. 1992. Fertilizer nitrogen effects on lint yield and fiber properties Proc. Beltwide cotton Cont. Vol. 3 Pp. 1102 – 1105.
- McConnell, J.S., B. S. Frizzell, R L Maples, M L Wilkerson, G A Mitchell (1989). Relationships of irrigation methods and nitrogen fertilization rates in cotton production. Arkansas Agricultural Experimental Station rep. 310.
- 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. J F Chávez, S Godoy A (1996). Respuesta de la variedad de algodón “Laguna 89” a la fertilización nitrogenada. Revista Fitotecnia Mexicana 19:185-192.
- Palomo G. A., S. Godoy A., J. F. Chávez G. (1999b). Ahorro en la fertilización nitrogenada con nuevas variedades de algodón: Rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra. Agrocienia 33:451-455.

- Palomo G A, A Gaytan M, M G Chavarría R (2002). Respuesta de una variedad precoz de algodón al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:43-47.
- Palomo Gil, A., A. Gaytán - Mascorro y S. Godoy-Ávila. (2003). Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26(3): 167-171.
- 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.
- Rojas, P. L. 2000. El fertirriego y la plasticultura. Primera edición, Ed. UAAAN. PP. 64 – 66
- Unruh, B.L., and J.C. Silverthooth. 1996. Comparisons between an Upland and a Pima Cotton Cultivars: II. Nutrient Uptake and Partitioning. *Agronomy journal*, Vol.88 July August, 589-595.
- Wells, R., and W.R Meredith, Jr. 1984 a. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. I. Vegetative Dry Matter Partitioning. *Crop Sci.*24:858-862.
- Wells, R., and W.R Meredith, Jr. 1984 b. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. I. Vegetative Dry Matter Partitioning. *Crop Sci.*24:863-868.