

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA



DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EFFECTO DE LA DOSIS DE NITRÓGENO EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN.**

POR

WILMAR ROBLERO VELÁZQUEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 201

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

TESIS DEL C. WILMAR ROBLERO VELÁZQUEZ ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

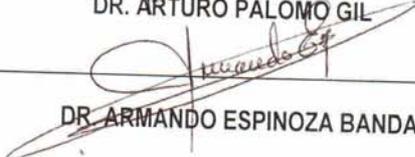
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

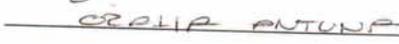
Asesor Principal:


DR. ARTURO PALOMO GIL

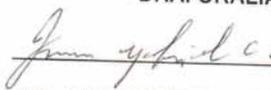
Asesor:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

Asesor:


DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

Asesor:


M.C. JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH., MEXICO

DICIEMBRE 2010

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

TESIS DEL C. WILMAR ROBLERO VELÁZQUEZ, QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

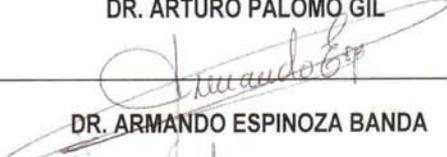
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

PRESIDENTE: _____


DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL: _____


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

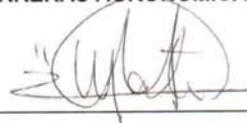
VOCAL: _____


M.C. ANA ROSA RAMÍREZ SEÑEZ

VOCAL SUPLENTE: _____


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAH., MEXICO

DICIEMBRE 2010

Dedicatorias

A DIOS, por ser mi principal guía, por darme la fuerza necesaria para salir adelante y lograr alcanzar esta meta.

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo todo el momento gracias por todo papa y mama por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado. Los quiero con todo mi corazón y este trabajo que me llevo un año hacerlo es para ustedes.

A mis hermanos por ser y estar, por compartir el espacio y los momentos significativos.

A mis familiares y amigos que tuvieron una palabra de apoyo para mí durante mis estudios.

Agradecimientos

A mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de aprender y forjarme como profesional.

Gracias a todas y a cada una de las personas que participaron en la investigación realizada, ya que invirtieron su tiempo y conocimientos para ayudarme a completar mi proyecto de tesis.

Por ultimo quiero agradecer a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron pláticas, conocimientos y diversión. A todos aquellos que durante los cuatro años y medio que duro este sueño lograron convertirlo en una realidad.

A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

RESUMEN

Desde los inicios del cultivo del algodón en la Comarca Lagunera este ha sido un factor importante en su economía como lo muestra el hecho de que en el ciclo 2006 se hayan sembrado 18 000 ha⁻¹. El sistema de producción de algodón actual es de surcos espaciados a 0.76 m y densidades de población de 10 plantas m⁻², con niveles de producción que oscilan entre 4.5 y 5.0 toneladas de algodón hueso por hectárea (Gaytán *et al.*, 2004; Palomo *et al.*, 2003). Por otro lado en los últimos años, las ganancias de los productores del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) se han reducido debido a incrementos en los costos de producción y al bajo precio de la fibra en el mercado internacional por lo que ha sido necesario subsidiar la producción, y explorar nuevas alternativas de producción como lo es el uso de tecnologías nuevas de producción como lo son los surcos más estrechos que los convencionales para elevar los rendimientos y hacer más redituable su cultivo.

El estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila, México, que se localiza en la parte central de la porción norte de los estados Unidos Mexicanos, se encuentra ubicada entre los paralelos 24° 22' y los 26° 23' de latitud Norte y los meridianos 102° 22' y 104° 47' de longitud Oeste. La altura media sobre el nivel del mar es de 1139 m (INEGI, 2000). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la dosis de nitrógeno en el rendimiento y calidad de fibra del algodón en surcos ultra estrechos.

El diseño utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones se evaluaron los sistemas de producción siguientes: surcos espaciados a 0.75

m con 70,000 plantas ha⁻¹ (surcos estrechos, testigo) y surcos espaciados a 0.50 y 0.35 m con poblaciones reales de 80,000 y 98,000 plantas ha⁻¹ (surcos ultra-estrechos). Se trabajo con la variedad Fiber Max 832. La parcela experimental total consistió de ochos surcos de cinco metros de largo. La siembra se realizo el 01 de abril del 2009 y en ese mismo día se procedió a fertilizar. Se aplico 4 riegos: 1er auxilio a los 71 dds con una lámina de 20 centímetros, 2do riego 88 dds, 3er riego 108 dds y 4to a los 127 dds.

Las plagas que se presentaron fueron: Pulgón (*Aphis Gossypii* Glover), Mosquita Blanca (*Bemisia tabaci*), y Gusano Soldado (*Spodoptera exigua*) las cuales fueron controlados con aplicaciones de insecticidas recomendadas específicamente. Las variables evaluadas fueron la producción de biomasa y su asignación, para lo cual se realizaron tres muestreos destructivos a los 67, 89 y 124 dds respectivamente.

Palabras claves. (*Gossypium hirsutum* L.). Rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra de algodón.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
Dedicatorias	i
Agradecimientos	v
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	4
1.2 Hipótesis.....	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Generalidades del cultivo.....	5
2.1.1 Origen.....	5
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	5
2.2 Ciclo del algodón	6
2.3 Descripción morfológica del algodón	6
2.3.1 Forma	7
2.3.2 Raíz	7
2.3.3 Tallo	7
2.3.4 Ramas Vegetativas	8
2.3.5 Ramas Fructíferas.....	8
2.3.6 Hojas	8
2.3.7 Flor	9
2.3.8 Fruto	9
2.3.9 Semilla	9
2.4 Requerimientos del Cultivo	10
2.5 Antecedentes de investigación	11
2.5 1 Variedad	12
2.5 2 Nitrógeno	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera	14
3.2 Aspectos Climatológicos de la Comarca Lagunera	14
3.2.1 Clima	14
3.2.2 Temperatura	15
3.2.3 Precipitación.....	15
3.2.4 Humedad Relativa.....	15
3.3 Diseño Experimental.....	16
3.3 1 Croquis del experimento	17
3.4 Localización Geográfica del Experimento.....	18
3 5 Manejo Agronómico	18
3.5.1 Preparación del Terreno	18
3.5.2 Siembra	18
3.5.3 Aclareo	19
3.5.4 Aporque y Control de Malas Hierbas	19
3.5.5 Sistema de Riegos	19
3.5.6 Control de Plagas	20
3.5.7 Altura de Plantas	21
3.5.8 Inicio de la Floración	21
3.5.9 Muestreo para Biomasa.....	22

3.5.10 Defoliación.....	22
3.5.11 Cosecha	22
3.6 Análisis estadístico.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	24
V. CONCLUSIONES	27
VI. LITERATURA CITADA	28

INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Características fisicoquímicas del suelo del sitio experimental, UAAAN Unidad Laguna, Torreón, Coah., México.....	13
Cuadro 2. Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron.....	16
Cuadro 3. Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, producto químico y dosis por hectárea que se utilizó para el combate.....	17
Cuadro 4. Evaluación de Rendimiento del cultivo de algodón.....	19
Cuadro 5. Evaluación de componentes de rendimiento y altura de la planta del algodón.....	20
Cuadro 5. Evaluación de calidad de fibra del algodón.....	21

I. INTRODUCCION

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.), es importante en la producción de fibra y factor determinante en la generación de ingresos en todas las áreas relacionadas con la industria textil. En 2010 la superficie en México que es utilizada para cultivar algodón creció en alrededor del 60 por ciento, al pasar de 72 mil 252 hectáreas, en 2009 a más de 110 mil hectáreas en el presente año, lo que representa un incremento de alrededor del 60 por ciento. Durante 2009 se produjeron 278 mil 525.62 toneladas de este producto, a nivel nacional, con un valor comercial estimado en mil 877 millones 967 mil pesos, (Sagarpa). El algodón es una planta textil de fibra suave más importante del mundo. A nivel nacional, el cultivo del algodón es importante por la gran extensión de tierra cultivada además de que es uno de los cultivos que genera importantes divisas así como muy importantes diversas fuentes de empleo tanto en la industria textil como en el sector agrícola de nuestro país. La fibra es utilizada universalmente como materia prima textil, la semilla se utiliza en la industria extractora de aceite y la pasta es utilizada como complemento alimenticio del ganado (Bautista, 2006).

Los altos costos de producción y los bajos rendimientos unitarios, han ocasionado que el algodónero y la agricultura del norte del país en general, afrontan problemas como la escasez de agua, alta incidencia de plagas, enfermedades y maleza que en un momento dado, puede ser la causa de los bajos rendimientos unitarios. La calidad de fibra del algodón obtenida bajo un sistema de producción es importante debido a que la industria textil tiene establecidos valores mínimos de calidad que pueden ser aceptados (Palomo *et al.*, 2003).

El crecimiento y el rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestra alta dependencia al (N) y al agua

durante su ciclo biológico. El N es el nutriente más crítico de un programa de fertilización en virtud de que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo, pero hay que evitar excesos que puedan ocasionar serios problemas de manejo del cultivo, y pérdidas en la producción (McConell *et al.*, 1989).

Consecuentemente existen reportes que indican que las variedades de alto desarrollo vegetativo absorben una mayor cantidad de nitrógeno que genotipos precoces y compactos, sin que esto se refleje en un mayor rendimiento (Bhatt y Appukutan, 1971; Bhatt *et al.*, 1974), lo cual es una consecuencia de la estructura cónica y el menor desarrollo vegetativo que presentan las nuevas variedades, (Hodges, 1991). La dosis de nitrógeno que prevalece como recomendación para el cultivo de algodón en esta región oscila entre los 120 – 150 kg ha⁻¹ y se determinó en variedades tardías y de mayor biomasa foliar que las variedades, que se siembran actualmente, por lo que éstas pueden requerir una menor dosis de fertilización nitrogenada para mostrar su potencial productivo.

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).

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). En un estudio preliminar en el Campo Experimental de 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).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la dosis de nitrógeno en el rendimiento y calidad de fibra del algodón.

1.1 Objetivos

Evaluar los surcos ultra-estrechos como una alternativa para aumentar los rendimientos unitarios del cultivo del cultivo de algodón.

Determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos.

Determinar el efecto de la siembra en surcos ultra-estrechos y de la dosis de N en la producción de biomasa, en los indicadores de crecimiento del cultivo, rendimiento y calidad de fibra.

1.2 Hipótesis

Ho: La siembra de algodón en surcos ultra-estrechos en combinación con dosis óptima de fertilización nitrógenada no incrementa la productividad del cultivo así como su rendimiento unitario.

Ha: siembra de algodón en surcos ultra-estrechos en combinación con dosis óptima de fertilización nitrógenada incrementa la productividad del cultivo así como su rendimiento unitario.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades del cultivo

2.1.1 Origen

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

Sarmiento (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.

2.1.2 Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica según (Manjarres, 2008).

Reino	Vegetal
División	Tracheophita
Subdivisión	Pteropsidea
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Málvaes

Familia	Malváceas
Tribu	Hibisceas
Genero	<i>Gossyphium</i>
Especie	<i>hisurtum</i> (cultivado)
Especie	barbadense (cultivado)

2.2 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.

2.3 Descripción morfológica del algodón

La morfología o estructura fundamental del algodón, es relativamente simple. De igual forma, 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:

2.3.1 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.

2.3.2 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.

2.3.3 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.

2.3.4 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.

2.3.5 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.

2.3.6 Hojas

Las hojas son pecioladas, nacen sobre el tallo principal, las hojas de las variedades cultivadas tienen de tres a cinco lóbulos pueden ser de color verde oscuro o rojizo. Tienen de tres a cinco nervaduras con nectarios en el envés que excreta un fluido dulce.

2.3.7 Flor

Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y penduladas. El cáliz de la flor está protegido por tres brácteas. La corola está formada por un haz de estambres que rodean el pistilo. Se trata de una planta autógama. Aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciéndose semillas híbridas.

2.3.8 Fruto

El fruto es una cápsula en forma ovoide. Con tres a cinco carpelos, que tiene seis a diez 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, entre 15 y 25 micras. Con un peso de 4 a 10 gramos. Es de color verde durante su desarrollo y oscuro en el proceso de maduración.

2.3.9 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.

2.4 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 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) 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 Antecedentes de investigación

La mayoría de la investigación 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 a tribuyen a una baja producción de biomasa total y una ineficiente asignación de materia seca hacia los órganos reproductivos (Unruh and Silverthooth, 1996), 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 1 Variedad

La variedad Fiber Max 832 presenta hojas de tipo okra, un porte de tallo alto y ramas fructíferas largas (Palomo *et al.*, 2003).

2.5 2 Nitrógeno

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 es responsable del 60 al 80 % del rendimiento esperado (Boquet *et al.*, 1995).

Mascagni *et al.*, (1992) y Matocha *et al.* (1992) señalan que las condiciones ambientales anuales afectan la dosis 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.

Las aplicaciones de nitrógeno al suelo afectan las características del tallo principal tales como: altura de la planta, primer nudo fructífero y número total de nudos con lo que se concluye que el nitrógeno influye en el área foliar, la producción y 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 (Díaz, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera

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

Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas y urbanas. Al norte colinda con el estado de Chihuahua los municipios de Sierra Mojada y Cuatro ciénegas en Coahuila, al este, con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila; al sur, con el estado de Zacatecas y el municipio de Guadalupe Victoria, Durango; y al oeste, con los municipios de Hidalgo, San Pedro del Gallo, Inde, Centro de Comonfort y San Juan del Río, Durango (Aguirre, 1981).

3.2 Aspectos Climatológicos de la Comarca Lagunera

3.2.1 Clima

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

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%.

Características Físico-Químicas del suelo del Sitio Experimental

Cuadro 1. Características fisicoquímicas del suelo del sitio experimental, UAAAN Unidad Laguna, Torreón, Coah., México.

Variable	Unidad	Valor
PH		7.76
Densidad aparente	g/cm ³	1.3
Nitrógeno total	%	0.11
Fosforo	Ppm	10.7
Potasio	meq/100g	1.17
Materia orgánica	%	1.3
Arena	%	24.76
Limo	%	48.72
Arcilla	%	26.52

3.3 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 de bloques al azar obteniendo un total de 36 parcelas (unidades experimentales). Los tratamientos se aplicaron al momento de la siembra. Se utilizó la variedad FIBER MAX 832.

3.3 1 Croquis del experimento

Bloque1	Bloque 2	Bloque 3
N-0 P-36	N-150 P-35	N-150 P-34
N-100 P-31	N-50 P-32	N-50 P-33
N-150 P-30	N-100 P-29	N-100 P-28
N-50 P-25	N-0 P-26	N-0 P-27
N-100 P-24	N-50 P-23	N-50 P-22
N-150 P-19	N-100 P-20	N-100 P-21
N-50 P-18	N-150 P17	N-150 P-16
N-0 P-13	N-0 P-14	N-0 P-15
N-150 P-12	N-50 P-11	N-50 P-10
N-50 P-7	N-100 P-8	N-100 P-9
N-100 P-6	N-0 P-5	N-0 P-4
N-0 P-1	N-150 P-2	N-150 P-3

3.4 Localización Geográfica del Experimento

El estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila, México. El experimento se realizó en 2009, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, de Torreón Coahuila. Este municipio forma parte de la región conocida como la comarca lagunera, la cual se ubica geográficamente entre los 24° 48' y 25° 42' de latitud Norte y entre los 102° 57' y los 103° 31' de longitud Oeste.

3.5 Manejo Agronómico

3.5.1 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.

3.5.2 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.

3.5.3 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 11, 18, 25 cm. entre plantas, para obtener una población diferentes de plantas por hectárea aproximadamente.

3.5.4 Aporque y Control de Malas Hierbas

Para aporcar y mantener el cultivo libre de malas hierbas se realizó una escarba manualmente a los 46 días después de la siembra. Se realizó 8 veces control de maleza manualmente.

3.5.5 Sistema de Riegos

En el siguiente cuadro se presenta el calendario de riego para el cultivo del algodón en donde fue por gravedad con una lámina de 20 cm.

Cuadro 2. Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron.

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	27-Jul-09

3.5.6 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.

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 (L ha⁻¹)
Pulgón (<i>Aphis gossypii glover</i>)	1 ^a	Furadan®	0.36 L
Mosquita Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	2 ^a	Endosulfan®- Herald®	0.2 L y 0.6 L
Gusano Soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	3 ^a	Clorpirifos etil *480 EM®	0.15 L

3.5.7 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.

3.5.8 Inicio de la Floración

Para determinar el inicio de la floración se llevó a cabo la contabilidad de las flores de un surco por parcelas y cuando se tuvieron 10 flores se consideró como la fecha en que inició la floración y esto ocurrió a

los 57 días después de la siembra. El cierre de la floración termina entre el día 80 y 110, tiene una duración de 3 meses aproximadamente.

3.5.9 Muestreo para Biomasa

Para determinar la dinámica de producción de materia seca se realizaron tres muestreos destructivos, a los 67, 89 y 124 días después de la siembra (dds). En cada muestreo se contaron dos plantas con competencia completa por parcela. A cada planta se le separaron los órganos vegetativos en tallos, ramas, hojas, y los órganos reproductivos en cuadros, flores, bellotas y capullos, de los cuales la suma de ambos representara el peso seco total por planta. Para el secado se estos órganos se colocaron en bolsas por separado y se sometieron al secado en una estufa de secado a una temperatura de 65° C durante 72 horas.

3.5.10 Defoliación

Esta se llevo a cabo a los 170 días después de la siembra (17 de septiembre de 2009), utilizando el defoliante DROPP FLUID a razón de 120 a 160 ml. Ha⁻¹. Obteniéndose los resultados requeridos para iniciar la cosecha.

3.5.11 Cosecha

Esta se realizo de manera manual, tomando dos surcos centrales y cosechando cuatro metros lineales, eliminando el efecto orilla al dejar medio

metro a cada extremo de la parcela experimental. Esta se realizo a partir de los 181 días después de la siembra.

3.6 Análisis estadístico

De acuerdo con el diseño experimental utilizado se realizo el análisis estadístico y cuando se detectaron diferencias entre tratamientos se utilizo la Tukey $\alpha = 0.05$ de probabilidad 1-p para comparar las medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento del algodón

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos de algodón hueso y pluma, correspondientes a las dosis de nitrógeno aplicadas, en el cual se observa que aunque no se presentaron significancias existe una tendencia en cuanto a rendimiento siendo el resultado mejor en la aplicación de 100 kg por hectárea lo cual se refuerza por lo reportado por (palomo. Et al 2007). Donde los rendimientos óptimos fluctúan entre 100 y 120 kilogramos por hectárea de nitrógeno.

Que los rendimientos aun cuando no mostro significancia están por encima de la media regional que son de 7 toneladas por hectárea de algodón hueso.

Cuadro 1. Evaluación de Rendimiento del cultivo de algodón en surcos ultra-estrechos UAAAN-UL 2010.

Dosis de Nitrógeno	Rendimiento algodón hueso	Rendimiento algodón pluma	Plantas por hectárea
0	9079.4 a	3773.3a	84735a
50	9374.3 a	4009.1a	85873a
100	9695.7 a	4038.7a	78466a
150	8936.0 a	3735.1a	82883a

Medidas con las mismas letras son estadísticamente iguales (*tukey* 0.05)

Componentes de rendimiento del algodón

En el Cuadro 2 se presentan los valores de los componentes de rendimiento, peso de fibra, peso de capullo, índice de semilla y altura de planta, para las diferentes dosis de nitrógeno, analizado en el presente trabajo. El análisis estadístico no mostro diferencia significativa en ninguno de sus componentes. La variación en cada dosis de nitrógeno estudiados se comportaron de una manera similar, esto indica que los componentes no se ven afectados por ninguno de los tratamientos de la dosis de nitrógeno.

Cuadro 2. Evaluación de componentes de rendimiento y altura de la planta del algodón en surcos ultra-estrechos UAAAN-UL 2010.

Dosis de Nitrógeno	Peso de fibra	Peso de capullo	Índice de semilla	Altura de planta
0	41.64a	5.80a	9.16a	99.10a
50	42.67a	5.88a	9.21a	97.96a
100	41.73a	5.95a	9.34a	98.55a
150	41.77a	5.73a	9.35a	100.71a

Medidas con las mismas letras son estadísticamente iguales (*tukey* 0.05)

Calidad de fibra del algodón

En el Cuadro 3 la dosis de nitrógeno no afectó la calidad de fibra, longitud, resistencia y finura. No hay diferencias significativas en calidad de fibra con relación a las diferentes dosis de nitrógeno.

Finalmente no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la calidad de fibra, lo anterior como resultado de nitrógeno existente en el suelo donde se estableció el experimento, el cual era suficiente para cubrir las necesidades del cultivo.

En lo que respecta a la resistencia, longitud y finura el análisis estadístico no mostró diferencia significativa. La cantidad de nitrógeno encontrado en el suelo cubre las necesidades del cultivo (Castellanos, 2000).

Cuadro 3. Evaluación de calidad de fibra del algodón en surcos ultra-estrechos UAAAN-UL 2010.

Dosis de Nitrógeno	Longitud	Resistencia de fibra	Finura de fibra
0	1.09 a	25.16a	4.53a
50	1.08 a	25.32a	4.48a
100	1.11 a	25.86a	4.48a
150	1.08 a	25.33a	4.46a

Medidas con las mismas letras son estadísticamente iguales (*tukey* 0.0)

V. CONCLUSIONES

En la presente investigación se concluye que debido al contenido de nitrógeno residual presente en la parcela donde se estableció el trabajo y con las cuatro dosis de nitrógeno que se llevo acabo en los tratamientos el análisis de varianza no se detecto efecto de la cantidad de nitrógeno aplicado al rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra. No se encontró diferencias significativas ya que el efecto del nitrógeno no afecta a ningún componente de rendimiento del algodón ya que con cualquier dosis se obtienen los mismos rendimientos.

VI. LITERATURA CITADA

- 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 Medica Panamericana S.A. 443 p.
- Bautista M.E.2006. Estudio de rentabilidad del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L) utilizando la variedad transgénica 448 B, en el ejido luchana, municipio de san Pedro, Coahuila. Tesis, UAAAN-UL Torreón Coahuila.
- Bhatt, J.G., T.Ramanujam and E. Appukuttan. 1974. Growth and nutrient uptake in a short branch strain of cotton. Cotton Growing Rev. 51: 130- 137.
- Bhatt, J.G., and E. Appukuttan. 1971. Nutrient uptake in cotton in relation to plant Architecture .Plant and Soil. 35: 381-388.
- Bondada, B. R., D. M. Oosterhuis, R. J. Norman, and W. H. Baker. 1996. Canopy photosynthesis, growth, yield, and boll ¹⁵N accumulation under nitrogen stress in cotton. Crop Sci. 36:127-133.
- Boquet, D, J; A, Breitenbeck, and A. B. Coco. 1995. Residual nitrogen affects on cotton following, long – time application of different N rates Proc. Beltwide cotton Conf. Vol. 12 pp. 1362 – 1364.
- 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.
- Farías, F.J.M. 1980 Producción de forrajes en la Comarca Lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios technical. Vol. 5 Num. 26. CIAN-CELALA-INIA-SARH.

- Gaylor M J, G. A Buchanan, F R Guilliland, R L Davis (1983) Interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. *Agronomy Journal* 75:903-9
- Gaytán MA, A Palomo-G, S Godoy-A. 2001 Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Fitotecnia Mexicana* 24:197.
- Hodges, S. 1991. Nutrient Uptake by cotton. A review. *Proc. Beltwide cotton conf.* pp. 938-940.
- Manjarres H.O.I 2008. Respuesta del algodón a la siembra en surcos ultra-estrechos. Tesis, UAAAN-UL Torreón Coahuila.
- 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 Conf.* Vol. 3 Pp. 1102 – 1105.
- Palomo-Gil, A. Gaytan-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.
- 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 Counc., Memphis TN.*
- Robles Sánchez R., 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. pp. 170-176.

- 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, S. R. 1985. Producción de oleaginosas y textiles. Segunda edición, Ed. LIMUSA. Pp. 137 – 140; 165 – 285.
- 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. 1984a. 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.
- Sagarpa 2010. Aumenta la siembra de algodón en Mexico. En línea, www.sagarpa.gob.mx.