

SURCOS ULTRA ESTRECHOS, DOSIS DE NITROGENO Y SU EFECTO EN:

I. EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN, Y II.

PRODUCCION Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA

JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTINEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO

DE:

DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

Asesor principal: Ph.D. ARTURO PALOMO GIL

Torreón, Coahuila, México,

Diciembre de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

SURCOS ULTRA ESTRECHOS, DOSIS DE NITROGENO Y SU EFECTO EN:

I. EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN, Y II.

PRODUCCION Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA

T E S I S

POR

JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTINEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS

Comité particular de asesoría:

Asesor Principal:

Ph.D. Arturo Palomo Gil

Asesor:

Ph.D. Vicente de Paul Álvarez Reyna

Asesor:

Ph.D. Vicente Hernández Hernández

Asesor:

Ph.D. Uriel Figueroa Viramontes

Asesor:

Ph.D. Sergio A. Rodríguez Herrera

Dr. Fernando Ruiz Zárate
Director de Postgrado

Dr. Pedro Robles Trillo
Jefe del Departamento de Postgrado

Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2011.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Dios, por darme vida, salud y permitirme culminar una de las metas que me había propuesto en el transcurso de mi vida personal y profesional.

A mis padres, Juan y Anita, mi hermano Héctor, mis hermanas Olga y Ana María, que siempre y en cada momento han estado al pendiente de mí, y a quienes amo con todo mi corazón.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme otorgado una beca económica, la cual atribuyo en mi soporte y a mi formación doctoral.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), por haberme acogido en sus instalaciones y permitir aun más mi desarrollo y crecimiento profesional.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al Doctor Arturo Palomo Gil, por su paciencia, enseñanzas y por haber sido mi guía en la investigación y estudios de Postgrado.

A mis asesores: Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera, Dr. Vicente de Paul Álvarez Reyna, Dr. Vicente Hernández Hernández y el Dr. Uriel Figueroa Viramontes, por sus consejos, enseñanzas y el valioso apoyo brindado hacia mi persona.

Al Doctor Pedro Cano Ríos, por haber compartido sus conocimientos, consejos y el valioso apoyo como persona, amigo y como un gran ser humano.

A mis maestros, compañeros y amigos quienes convivieron conmigo, pero muy en especial a mi querida y gran amiga **Ana Rosa Ramírez Seañez**, mi amigo **Jorge Armando Chávez Simental**, mi amigo **Ausencio Olan Sánchez** y **Esther Peña Revuelta** quienes siempre me brindaron su apoyo y cariño incondicional.

¡A todos muchas gracias!

DEDICATORIAS

Especialmente a mis padres:

Juan Contreras Camarillo y Ana María Martínez Camarillo, quienes con mucho cariño y amor han apoyado siempre mis decisiones y disfrutan conmigo los logros alcanzados y darme siempre ánimos para no decaer y seguir siempre adelante con todos mis proyectos de vida.

A mis hermanos:

Héctor Contreras Martínez, Olga Lidia Contreras Martínez y Ana María Contreras Martínez, porque son y siempre serán parte esencial de mi vida, y porque siempre están cuando más los necesito en los buenos y en los malos momentos que se me han presentado.

A mis cuñados y cuñadas:

Orlando Crispín, Juan Rayos y Manuela Torres, por pertenecer a mi hermosa familia la cual está constituida y creada con buenos principios y educación.

A mis hermosos sobrinos:

Héctor Manuel, Edwin Orlando, Dulce Wendolín y Dana Carolina, que amo y son como mis hijos.

A la familia Ramírez:

Sra. Rosy, y Sr. Guillermo, Mary, esposo e hijos, Damián y esposa, Perla e hijos, y Mauricio, esposa e hijos, por haberme abierto las puertas de su casa, cobijarme y brindarme todo su amor, y no olvidándome de **Ana Rosa**, quien es una persona tan especial, la cual desde que conocí siempre ha estado a mi lado, y me ha dado su cariño y comprensión.

COMPENDIO

SURCOS ULTRA ESTRECHOS, DOSIS DE NITROGENO Y SU EFECTO EN:
I. EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN, Y II.
PRODUCCION Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA

Por

JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ

DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

Torreón, Coahuila, México, Noviembre 2011

Palabras claves: *Gossypium hirsutum L.*, surcos ultra-estrechos, rendimiento de algodón, calidad de fibra, biomasa, índices de crecimiento.

Se realizaron dos experimentos en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, en 2008 y 2009. El objetivo del experimento I fue evaluar la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos como alternativa para aumentar el rendimiento de algodón, y definir si las necesidades de N del cultivo son las mismas para los diferentes espaciamientos de surcos. El objetivo del experimento II fue el determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para algodón cultivado en surcos ultra-

estrechos así como su efecto en la producción y distribución de biomasa en base a indicadores de crecimiento del cultivo.

El arreglo experimental utilizado fue parcelas divididas en bloques completamente al azar con 3 repeticiones, en ambos experimentos. Los espaciamentos entre surcos, de 0.35, 0.50 y 0.75 m constituyeron la parcela grande; las dosis de N, de 0, 50, 100 y 150 kg ha⁻¹, ocuparon la parcela chica, con una densidad poblacional uniforme de 100,000 plantas ha⁻¹.

Para evaluar el rendimiento de algodón hueso y algodón pluma, se cosecharon 2 surcos de 3 m de largo de la parcela experimental la cual consistió de 8 surcos por 5 m de largo. Además, se evaluó el peso de capullo, fibra (%), e índice de semilla, altura de planta, calidad de fibra, la relación del N de la planta con rendimiento y el contenido de clorofila por medio del determinador SPAD (SPAD-502), como indicador del contenido de N en la planta.

Para conocer la eficiencia en la producción de materia seca y su asignación a estructuras vegetativas y reproductivas, a partir de muestreos efectuados a los 59, 79 y 100 días después de la siembra (DDS), se tomaron dos plantas con competencia completa por parcela, para determinar área foliar, peso seco total y peso seco de órganos vegetativos y reproductivos. Con los datos de peso seco y área foliar se estimó la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), la tasa de asimilación neta (TAN), índice de área foliar (IAF), relación de área foliar (RAF), índice de área foliar (IAF) y relación de peso foliar (RPF).

Los análisis de varianza para el primer experimento no mostraron significancia en años respecto a rendimiento de algodón, peso del capullo, pero sí en porcentaje de fibra, índice de semilla, longitud, resistencia de la fibra, y la altura del cultivo.

El rendimiento aumentó a medida que se redujo la distancia entre surcos. El espaciamiento de 0.35 m rindió 24 % más algodón hueso y pluma que el de 0.50 m, y un 44% más que el de 0.75 m. Las dosis de N no afectaron el rendimiento, componentes de rendimiento, ni la calidad de fibra. Sin embargo, aun cuando no se obtuvieron significancias en la lectura de clorofila del cultivo, se pudo observar un incremento de la misma a medida que avanzó el ciclo del cultivo.

Los resultados de análisis de varianza para el segundo experimento no presentaron diferencias anuales para la acumulación de materia seca por unidad de superficie (m^2) ni en la asignación a órganos vegetativos y fructíferos. En los surcos de 0.75 m las plantas acumularon mayor cantidad de materia seca (MS) en los órganos vegetativos que en los otros dos espaciamientos. En los surcos de 0.75 y 0.35 m la cantidad de MS asignada a los órganos fructíferos fue estadísticamente igual, pero con ventaja para los surcos de 0.35 m. La distancia entre surcos no afectó la magnitud del aparato fotosintético tal y como lo manifestaron los valores de RAF, AFE y RPF. La dosis de N no influyó en la producción y distribución de MS, la TCC, TAN o IAF, ni en los índices que indican el tamaño del aparato fotosintético.

ABSTRACT

ULTRA-NARROW ROWS, NITROGEN DOSAGES AND ITS EFFECT ON: I. COTTON YIELD AND FIBER QUALITY, AND II. BIOMASS PRODUCTION AND DISTRIBUTION.

By

JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ

DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

Torreón, Coahuila, México, November 2011

Index words: *Gossypium hirsutum* L., ultra-narrow rows, cotton yield, fiber quality biomass, growth index.

Two experiments were carried out at the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna experimental station. The objective of experiment I was to evaluate the ultra-narrow rows cotton production system, as an alternative to increase cotton yield and, to know if different row spacing need a different nitrogen (N) dosage. The objective of experiment II was to determine the cotton optimal N dosage in ultra-narrow rows as well as their effect on biomass production and distribution and indicators of cotton growth.

In both years ultra-narrow rows spacing evaluated were 0.35 and 0.50 m wide, including the 0.75 m distance between rows as a check. N fertilizer rates

evaluated were: 0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹. A split plot arrangement with completely randomized blocks and three replications was used. Row spacing was the main plot. A uniform plant population density of 100,000 plants ha⁻¹ was given. Total plot consisted of 8 rows 5 m long, three m of the two central rows were harvested to measure seed-cotton and lint cotton yields. Yield components (boll weight, fiber percentage, seed index), fiber quality (length, strength and fineness), and plant height were also measured. SPAD 502 was used to know the leaf chlorophyll content and the lectures were related with the N status in the plant.

In both years, at the end of the crop, two plants plots⁻¹ were taken to determine plant dry matter production and distribution efficiency. In 2008 only, three destructive samples were taken at 59, 79 and 100 days after planting (DAP to determine crop and plant growth indices. Total dry weight and leaf area data were used to estimate crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR), leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), specific leaf area (SLA), and leaf weight ratio (LWR).

Cotton yield (lint and seed-cotton) and boll weight were not affected by years, but the others yield components and fiber length and strength showed year effects. Seed and lint cotton yields of 0.35 m row spacing were 24 % and 44 % highest than yields of 0.50 m and 0.75 m rows spacing, respectively. N rate did not affect cotton yield, yield components, fiber quality or plant height, neither chlorophyll activity values. Chlorophyll values, as measured by SPAD 502, increased as plant growth increased.

There were not statistical differences in dry matter m^{-2} accumulated among rows spacing. Dry matter accumulated in vegetative organs in 0.75 m rows, was higher than in the other two rows spacing. Dry matter accumulated in reproductive organs was no statistically different in rows 0.75 and 0.35 m apart. However, in 0.35 m row spacing, dry matter m^{-2} of reproductive organs was higher than in 0.75 m. According with RAF, AFE and RPF values, plant spacing did not affect the magnitude of the photosynthetic apparatus. N rates did not affect plant dry matter production and distribution, CGR, NAR, LAI, or indexes that indicate the photosynthetic apparatus size.

INDICE

| | Paginas |
|---|----------------|
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| DEDICATORIA..... | v |
| COMPENDIO..... | vii |
| ABSTRACT..... | x |
| I.INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. Objetivos..... | 5 |
| 1.2. Hipótesis..... | 5 |
| II. REVISION DE LITERATURA..... | 6 |
| 2.1. Origen citogenético y especies del cultivo del algodón..... | 7 |
| 2.2. Condiciones ecológicas del cultivo..... | 8 |
| 2.2.1. Temperatura..... | 8 |
| 2.2.2. Fotoperiodo..... | 8 |
| 2.2.3. Altitud..... | 8 |
| 2.2.4. Latitud..... | 8 |
| 2.2.5. Suelo..... | 9 |
| 2.2.6. Calidad del cultivo..... | 9 |
| 2.2.7. Surcos ultra-estrechos..... | 10 |
| 2.2.8. Importancia del nitrógeno en el algodón..... | 13 |
| 2.2.9 Biomasa e índices de crecimiento..... | 16 |
| Artículo I. Surcos ultra estrechos, dosis de nitrógeno y su efecto en Producción y rendimiento de algodón..... | 19 |
| Artículo II. Surcos ultra estrechos, dosis de nitrógeno y su efecto en producción y distribución de biomasa del algodón..... | 42 |
| CONCLUSIONES GENERALES..... | 72 |
| LITERATURA CITADA..... | 73 |
| APENDICE..... | 79 |
| Anexo 1. Carta recepción del artículo I Revista Fitotecnia Mexicana..... | 81 |
| Anexo 2. Carta recepción del artículo II Revista Terra Latinoamericana..... | 83 |

I. INTRODUCCION

La historia de la Comarca Lagunera no podría entenderse sin la explotación del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.), ya que siendo esta zona del país, tierra de emigrantes, varios de ellos introdujeron el cultivo, lo que ocasionó que desde 1851, esta planta se esté produciendo en la región (Guerra, 1953).

La Comarca Lagunera, considerada como una de las zonas agrícolas más importantes del país, donde el cultivo del algodón, es uno de los principales y ha sido un factor importante en la economía del país y de la región, como lo muestra el hecho de que en el ciclo primavera – verano del 2008 se hayan sembrado 12,044.00 hectáreas, con un valor de producción de 369,632,660 pesos y en el 2009, 16,076.50 hectáreas, con un valor de producción de 550,116,370 pesos (SIAP-SAGARPA, 2008; 2009); lo cual representó un 25% del valor total anual de la producción nacional. Sin embargo, a través de los años, se han tenido altibajos en los niveles de superficie sembrada debido a la disponibilidad de agua, o bien a los bajos precios en la comercialización de este producto, entre otros factores.

Debido a los altos costos de producción del cultivo y a la inestabilidad en el valor de la fibra, se hace indispensable la búsqueda de sistemas de producción que incrementen la rentabilidad del cultivo.

El sistema de producción de algodón que se utiliza actualmente es de siembras a 0.76 m de distancia entre surcos y densidades de población de 100,000 plantas ha⁻¹, con niveles de producción que oscilan en 4.5 y 5.0

toneladas de algodón hueso por hectárea (Gaytán *et al.*, 2004; Palomo *et al.*, 2003). Aunado a esto, el incremento de la productividad unitaria y la reducción de costos requieren de genotipos con mayor eficiencia fotosintética, aplicaciones eficientes de nutrimentos y de nuevos sistemas de producción. En la actualidad se realizan trabajos para inducir cambios morfológicos (número de nudos, altura de planta) y fisiológicos (precocidad, sincronización entre la relación peso vegetativo y peso reproductivo) que permitan aumentar la eficiencia para producir fibra. Lo anterior se busca a través de la adecuación o modificación de prácticas de cultivo y la reducción en la aplicación de insumos, siempre y cuando no se afecte la productividad.

Resultados de investigaciones han dado origen al sistema de producción de algodón en surcos ultra-estrechos, concepto que se ha aplicado desde 1920 (Perkins *et al.*, 1998) mediante la utilización de surcos con una separación inferior a los 0.75 m.

Además, es conocido que el crecimiento y rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies, muestran una alta dependencia al nitrógeno (N) y al agua durante su ciclo biológico (Orozco *et al.*, 2008). El N es el nutrimento más crítico en 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. La sobre-fertilización produce plantas con gran crecimiento vegetativo sin que esto se refleje en el rendimiento; además, puntualiza que se incrementan las posibilidades de que se pierda el N del sistema suelo-planta,

(McConnell *et al.* 1989). Resultado de lo anterior, dosis altas de N también impactan negativamente al ambiente ya que aumentan la contaminación del aire, suelo, plantas y acuíferos (Wojcij, 2001) y propician la lixiviación de nitratos que contaminan los acuíferos (Medina y Cano, 2001). La dosis óptima de N está determinada por muchas variables ambientales, como clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, entre otros factores (Gaylor *et al.*, 1983; McConnell *et al.*, 1989).

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, la cual se situó en 120 a 150 kg de N ha⁻¹ (Palomo *et al.*, 1999; 2003). Estos estudios se realizaron con variedades de gran desarrollo vegetativo y de ciclo más largo que las variedades actualmente cultivadas (como Nucofn 35B, NuCofn 33B, Fiber Max 832, etc.), así como en sistemas de producción obsoletos (surcos espaciados de 0.90 a 1.00 m), se desconoce el requerimiento de N para que las nuevas variedades muestren su potencial productivo y si esa dosis es la misma si se les cultiva en surcos más angostos que los actualmente utilizados.

El rendimiento del cultivo del algodón al igual que en la mayoría de las especies es influenciado por el desarrollo y distribución de materia seca a cada uno de los órganos de la planta, así como por su eficiencia fotosintética, por lo que los indicadores de crecimiento, como la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y tasa de asimilación neta (TAN), y del tamaño del aparato fotosintético, como la relación del área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), (Hunt *et al.*,

1990; Orozco *et al.*, 2008; Carranza *et al.*, 2009) son de gran utilidad para conocer cómo el ambiente o las prácticas de manejo del cultivo afectan la eficiencia fotosintética de las plantas. Sin embargo, en la actualidad hay pocos estudios relacionados con el cultivo del algodón la mayoría de ellos son muy antiguos y se han conducido con genotipos frondosos y de ciclos largo, y que originalmente fueron desarrollados para sistemas de producción en el que se utilizaban surcos más amplios de 0.90 m a 1.00 m (Mohamad *et al.*, 1982).

Por lo anterior, se llevó a cabo la presente investigación con el objetivo de: 1). Evaluar la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos como alternativa para aumentar el rendimiento de algodón, y definir si las necesidades de N del cultivo son las mismas para los diferentes espaciamientos de surcos y 2). Determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para algodón cultivado en surcos ultra-estrechos así como su efecto en la producción y distribución de biomasa en base a indicadores de crecimiento del cultivo de algodón. Para lograr éstos, se establecieron dos experimentos de investigación en 2008 y 2009 en los cuales se involucraron distanciamientos de surcos de 0.75, 0.50 y 0.35 m y dosis de 0, 50, 100 y 150 kg de N ha⁻¹ en los dos ciclos del cultivo.

1.1. Objetivos

- 1) Evaluar la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos como alternativa para aumentar el rendimiento de algodón, y definir si las necesidades de N del cultivo son las mismas para los diferentes espaciamientos de surcos.
- 2) Determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para algodón cultivado en surcos ultra-estrechos así como su efecto en la producción y distribución de biomasa en base a indicadores de crecimiento del cultivo de algodón.

1.2. Hipótesis

H₀ La siembra de algodón en surcos ultra-estrechos en combinación con dosis óptima de fertilización nitrogenada no incrementan la productividad y el rendimiento unitario del cultivo.

H₀ El sistema de producción de surcos ultra-estrechos en combinación con dosis de N no afectan la producción y asignación de biomasa del algodón.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El algodón es un cultivo de gran tradición en México y en la Comarca Lagunera, ya que además de su importancia económica como generador de ingresos y divisas, destaca su importancia social debido a su alta demanda de mano de obra desde la preparación de la tierra hasta la cosecha y después de ella en labores de transporte y despepite (Espinoza *et al.*, 2009).

El cultivo del algodón llegó a ser, si no el más importante, sí uno de los principales cultivos que se establecieron en la región hasta el año de 1990, existiendo en la actualidad un importante repunte en el establecimiento de éste.

En la década de los 60s los registros de rendimiento promediaban niveles de una tonelada en hueso por hectárea, los cuales se incrementaron a través de los años, conforme se desarrollaban y aplicaban los paquetes tecnológicos (Espinoza *et al.*, 2009). En los años 2008 y 2009 los rendimientos promedio nacionales alcanzaron las 3.6 y 3.8 toneladas por hectárea; sin embargo, en algunas regiones, como la Comarca Lagunera, gran parte de los productores alcanzaron rendimientos de más de 4 toneladas en hueso por hectárea (SIAP-SAGARPA).

En México, la necesidad de una mayor eficiencia en los sistemas de producción de algodón ha dado importancia a los estudios que ayuden a comprender la eficiencia en el rendimiento, producción y asignación de biomasa con fertilizaciones apropiadas y al variar algún componente de manejo en el cultivo. El desarrollo y aplicación de los paquetes tecnológicos, particularmente la tecnología de surcos estrechos (González *et al.*, 2003), desarrollada

conjuntamente con la utilización de variedades transgénicas ha permitido alcanzar rendimientos de hasta 8 pacas por hectárea, los cuales son los más altos a nivel nacional.

2.1. Origen citogenético y especies del cultivo del algodón.

El género *Gossypium*, miembro de la familia Malvaceae, cuenta con más de 20 especies distribuidas por el mundo, todas ellas de origen tropical y de regiones de temperaturas cálidas, entre las que se encuentran plantas anuales, bienales y perennes, herbáceas, arbustivas y arbóreas, de las cuales cuatro especies han sido domesticadas y de éstas, *Gossypium hirsutum* L., se ha convertido en la especie comercial predominante en la producción mundial de algodón (Ferrer *et al.* 2007).

Las otras especies cultivadas son *G. barbadense* L., *G. herbaceum* L. y *G. arboreum* L. Se han reconocido sólo 20 especies de algodón clasificados de acuerdo a su número cromosómico y distribución geográfica de origen. De las 20 especies de algodón, nueve pertenecen al Viejo Mundo (Asia, África y Australia), con un número cromosómico de $2n=26$ cromosomas grandes, de estas nueve especies sólo se cultivan comercialmente dos, la *G. arboreum* y la *G. herbaceum* (Robles, 1980).

Las 11 especies restantes pertenecen al Nuevo Mundo (Continente Americano), de ellas ocho poseen número cromosómico $2n=26$ de tamaño pequeño, las otras tres poseen número cromosómico $2n=52$, (*G. hirsutum*, *G. barbadense* y *G. tomentosum*), cultivándose comercialmente sólo las dos primeras.

El algodón de tierras altas (*G. hirsutum*) es una especie alotetraploide de constitución genómica 2(AD)1 (2n=52), producido de la hibridización de *G. herbaceum* (2n=26, A1) × *G. thurberi* (2n=26, D1; 9). *G. hirsutum* junto con *G. barbadense* actualmente dominan la producción mundial de algodón (Endrizzi *et al.*, 1984).

2.2. Condiciones ecológicas del cultivo

2.2.1. Temperatura

Temperaturas de 15 °C causan lentitud en la germinación. Temperaturas próximas a los 30°C facilitan una normal y rápida emergencia de las plántulas. Cuando la temperatura es mayor a los 40°C la germinación se ve poco afectada.

2.2.2. Fotoperiodo

Existen variedades de fotoperiodo corto y largo, pero en general las variedades cultivadas son indiferentes al fotoperiodo. En regiones donde se siembra el algodón de temporal, la mínima precipitación pluvial requerida dentro del ciclo vegetativo del algodón es de 500 a 700 mm.

2.2.3. Altitud

Las regiones más prósperas del algodón, están situadas a altitudes de 0 a 500 metros sobre el nivel del mar (msnm); cuando se siembra a mas de 1000 msnm, el rendimiento y la calidad de la fibra se ven afectados.

2.2.4. Latitud

Las mejores regiones productoras de algodón se encuentran hacia los 40° de latitud norte y 30° de latitud sur.

El desprendimiento de las flores y de las bellotas en la planta de algodón es influenciado por las temperaturas del suelo, así en las variedades denominadas Upland la temperatura mínima del suelo es de 17°C, la máxima de 40°C y la óptima de 34°C, de esta forma se obtiene la mejor producción derivada de un mínimo de desprendimiento de flores y bellotas. La cantidad de agua se ha estimado en más o menos 260 litros por cada kilo de peso de la planta, pero esto dependerá de la variedad que se use, de la textura, de las condiciones edáficas y de las condiciones ecológicas.

2.2.5. Suelo

Los mejores suelos son los de textura tipo migajón y no debe de contener exceso de sales ya que el algodón se ve perjudicado en los procesos fisiológicos, sin embargo, existen variedades que son más resistentes que otras a este factor.

2.2.6. Calidad del cultivo

El algodón que produce la planta, es la fibra o el algodón pluma la que adquiere mayor precio en el mercado; la fibra representa alrededor de un 36.5% en relación con algodón hueso, en tanto que un 54% aproximadamente corresponde a la semilla y el 9.5% restante es merma (Bordallo y García, 1986). Además, señalan que en el proceso de formación de la fibra primeramente tiene lugar un periodo de alargamiento; una vez que la fibra ha alcanzado su longitud definitiva, ocurre un engrosamiento o desarrollo de las paredes secundarias.

Al final de dicho proceso queda definido el porcentaje del peso total del algodón en hueso que corresponde a la fibra o algodón pluma.

2.2.7. Surcos ultra-estrechos

El concepto de surcos ultra-estrechos, espaciamientos de 0.25 m o menos se remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998), cuando el objetivo era, como lo es también ahora, reducir los costos de producción (Bullen and Brown, 2000; Jones *et al.*, 2000), eliminando de dos a tres pasos de maquinaria, ya que el follaje cubre más rápidamente el suelo, disminuye la competencia con la maleza, aumenta la intercepción de energía radiante y se reduce la evaporación del suelo (Heitholt *et al.*, 1992; Steglich *et al.*, 2000). La dificultad en el control de maleza, el excesivo crecimiento de los genotipos y la falta de maquinaria y equipo para siembra y cosecha del algodón con este sistema, limitó su establecimiento (Wannamaker, 1971).

Sin embargo en la actualidad, la disponibilidad de genotipos de algodón resistentes a herbicidas (Gerik *et al.*, 1998; Snipes, 1996), reguladores del crecimiento del algodón (Atwell, 1996), maquinaria y equipo para siembra y cosecha (Vories y Glover, 2006; Karnei, 2005), permiten su establecimiento como sistema de producción, lo cual ha renovado el interés en su estudio.

Las características ambientales prevalecientes de un ciclo a otro, inciden en respuesta del rendimiento del cultivo. Incrementos significativos en rendimiento de algodón a medida que la distancia entre surcos disminuyó de 1.00 a 0.19 m en un año seco comparado con uno lluvioso (Jost y Cothren, 2000).

Se han encontrado rendimientos de algodón hueso significativamente más altos a medida que se disminuyó la distancia entre surcos de 0.97 a 0.19 m (Vories *et al.*, 2001). Respuesta diferente del algodón al evaluar los surcos

ultra-estrechos en riego y temporal, obteniendo rendimientos superiores en surcos estrechos que en surcos ultra-estrechos (Boquet, 2005).

La siembra de algodón en surcos ultra-estrechos incrementa el rendimiento hasta en 37 % y reduce en 12 días el ciclo del cultivo, en comparación con la siembra en surcos de 0.76 m, además de haber obtenido un mayor número de bellotas por hectárea que en surcos convencionales, lo cual fue responsable de los altos rendimientos de algodón en surcos ultra-estrechos, además de capturar una mayor cantidad de radiación solar en una época más temprana del ciclo del cultivo (Gerik *et al.*, 1998).

A una misma densidad poblacional, las siembras en surcos de un metro tardaron 10 días más en alcanzar la misma captación de radiación solar que las siembras a 0.50 m., (Johnson *et al.*, 1973).

La altura de planta, el número de ramas fructíferas y el total de bellotas por planta fueron reducidas a medida que se acortó la distancia entre surcos (Nichols *et al.*, 2004). El número de bellotas por unidad de área de suelo es el contribuidor de mayor peso en el incremento del rendimiento de algodón, seguido por el componente número de semillas por bellota y el componente cantidad de fibra por semilla (Worley *et al.*, 1974).

Más estructuras fructíferas por unidad de área de suelo fueron encontradas en el sistema de surcos ultra-estrechos al compararlo con el sistema de surcos convencionales sin embargo, no se encontraron diferencias en madurez (Fowler y Ray, 1977). La falta de madurez más temprana fue atribuida a la posición de la primera rama fructífera siendo un nudo más alto en las altas densidades, y con una baja relación en la relación peso de órganos

reproductivos a peso de órganos vegetativos (R/V), sugiriendo lo anterior que una relación alta de R/V puede ser un factor clave para tener genotipos adecuados para un sistema de surcos ultra-estrechos y altas densidades de población.

La calidad de fibra de algodón obtenida bajo un sistema de producción es importante debido a que la industria textil tiene establecidos valores mínimos de calidad que pueden ser aceptados (Palomo *et al.*, 2003).

Diversos estudios hechos en surcos ultra-estrechos han reportado que la calidad de fibra de algodón puede ser afectada por la distancia entre surcos y la densidad de población (Bradow y Davidonis, 2000). Las diferencias en la calidad de la fibra de algodón en el sistema de surcos ultra-estrechos y el sistema de surcos convencionales son posibles debido a que, la localización de las bellotas en la planta, su establecimiento temporal y su desarrollo, influyen en las propiedades de la fibra y éstas son afectadas por la distancia entre surcos (Bradow and Davidonis, 2000). Sin embargo, estudios con variedades actuales han fallado en mostrar cualquier influencia detectable del sistema de surcos ultra-estrechos en la calidad de la fibra (Heitholt *et al.*, 1993; Gerik *et al.*, 1998).

Las propiedades de la fibra de algodón determinadas por el aparato de HVI para algodón del sistema surcos ultra-estrechos pueden no ser diferentes de las obtenidas para el algodón en el sistema de surcos convencionales (Jost and Cothren, 2001). 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 a 0.92 m (Cawley, *et al.*, 2002). Resultados similares fueron reportados por Estrada *et al.* (2008). Por otro lado Vories *et al.* (2001), reportó que las propiedades de calidad de fibra de algodón producido en surcos ultra-estrechos en Arkansas fueron menos deseables que las tenidas para algodón producido en distancia entre surcos de 0.97 m. Los parámetros de calidad de fibra fueron más bajos para surcos ultra-estrechos principalmente por influencia del proceso de despepitado (McAlister, 2001).

No se detectó diferencias significativas entre la longitud de fibra y la resistencia de la fibra en surcos ultra-estrechos y surcos convencionales (Baker, 1976). No se encontró diferencias entre surcos ultra-estrechos y surcos convencionales en longitud de fibra, pero si disminuyó la resistencia en surcos ultra-estrechos en uno de dos años.

Longitud de fibra de algodón se redujo, mientras que la finura aumentó en forma significativa al reducir la distancia entre surcos de 0.76 a 0.50 m., (Gaytán *et al.*, 2004). Por otro lado, no encontró diferencias significativas en finura y resistencia de fibra al reducir las distancias entre surcos de 1.00 a 0.19 m, pero sí en la longitud de fibra, la cual disminuyó significativamente (Jost y Cothren, 2000).

2.2.8. Importancia del nitrógeno en el algodón

El nitrógeno (N) es el nutrimento más crítico en un programa de fertilización del algodón, en virtud por ser considerado esencial en el

cumplimiento de las necesidades y requerimientos básicos del N en la mayoría de las etapas más importantes del crecimiento del cultivo (Patel *et al.*, 1996; Sampathkumar *et al.*, 2006). El crecimiento y rendimiento, así como la calidad de fibra del algodón muestran alta dependencia a la disponibilidad de N y de agua durante su ciclo vegetativo (Orozco *et al.*, 2008). Sin embargo tanto las deficiencias como los excesos también pueden disminuir los procesos vegetativos y reproductivos que conllevan a pérdidas en el rendimiento potencial (Gerik *et al.*, 1994; Kandil *et al.*, 2004).

Incrementos moderados de N, pueden dar como resultado mayor acumulación de asimilados fotosintéticos y la absorción del mineral del suelo que resulte en un mayor crecimiento y peso del fruto (Anjum *et al.*, 2007).

La dosis óptima de N está determinada por muchas variables ambientales, como clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, entre otros factores (Gaylor *et al.*, 1983; McConnell *et al.*, 1989).

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 (Mascagni *et al.*, 1992 y Matocha *et al.*, 1992). La mayoría de las investigaciones sitúan la dosis óptima entre 35 y 135 kg ha⁻¹ de N (Matocha *et al.*, 1992; Boman *et al.*, 1995).

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 N influye en el área foliar, la producción y la acumulación de N en los frutos mediante alteraciones en la arquitectura de la planta y características del crecimiento (Bondada *et al.*, 1996).

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, la cual se situó en 120 a 150 kg ha⁻¹ de N. Como estos estudios se realizaron con variedades más frondosas y de ciclo más largo que las actualmente cultivadas, a partir de 1992 se reanudaron las investigaciones sobre la fertilización nitrogenada de las cuales se concluyó que las nuevas variedades solo requieren de 80 kg ha⁻¹ de N para mostrar su potencial productivo (Palomo *et al.*, 1999; 2003).

Existen diferentes formas y metodologías para corroborar los resultados de respuesta al N en los cultivos, en este caso del algodón, que pueden ser por medio de un balance entre la demanda y el suministro del N (Palma *et al.*, 2002), los cuales por su naturaleza necesitan de análisis de laboratorio; pero también hay otras metodologías basadas en medición de nitratos en savia como los equipos portátiles (Rangel *et al.*, 2002), hasta el medidor de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co., Japan), el cual determina el contenido de clorofila y cuyas lecturas tienen una alta correlación con el contenido de N en las plantas (Sainz-Rozas y Echeverría, 1998; Zebarth *et al.*, 2002).

2.2.9. Biomasa e índices de crecimiento

La mayoría de las investigaciones que se han realizado para determinar los modelos de acumulación y asignación de biomasa en plantas de algodón incluyen trabajos de 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 en surcos amplios (Mohamad *et al.*, 1982). Bajo esta condición, las diferencias entre variedades se atribuyen a una baja producción de biomasa total y a una ineficiente asignación de materia seca hacia los órganos reproductivos (Unruh y Silverthooth, 1996).

El rendimiento del cultivo de algodón es influenciado por el desarrollo y distribución de materia seca a cada uno de los órganos de la planta, así como por su eficiencia fotosintética, por lo que el análisis de índices de crecimiento como tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), índice de área foliar (IAF), relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) y relación de peso específico (RPF) son de gran utilidad para conocer cómo un ambiente o práctica de manejo afectan la eficiencia fotosintética de una planta con respecto a otra (Hunt *et al.*, 1990; Carranza *et al.*, 2009).

Las diferencias en rendimiento entre cultivares de algodón se deben más a la capacidad asimilatoria de sus órganos reproductivos que a su capacidad fotosintética (Hearn, 1969).

Sin embargo, el crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para interceptar la radiación incidente y convertirla en materia seca,

difiriendo entre especies vegetales de acuerdo a la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (Andrade y Sadras, 2000). La producción de materia seca, está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de intercepción y la eficiencia del cultivo para transformarla (Gardner *et al.*, 1985).

La eficiencia del proceso de partición y la producción de materia seca total posee gran importancia en los cultivos (Villar, 1996). Siendo una de las manifestaciones más claras del crecimiento del cultivo la diferenciación en la proporción de materia seca asignada a los distintos órganos que la conforman (Andrade *et al.*, 1996).

El rendimiento de algodón depende en gran parte de la cantidad de biomasa producida y de la eficiencia con que ésta es asignada a las estructuras reproductivas lo cual es medido mediante el índice de cosecha. La superioridad productiva de las nuevas variedades se debía a que acumulaban una mayor cantidad de materia seca en los órganos reproductivos y a que su mayor desarrollo reproductivo ocurría cuando el área foliar alcanzaba su valor más alto (Wells y Meredith, 1984 y Unruh y Silverthoath, 1996). Estos mismos investigadores señalaron que ese mayor potencial productivo se debía a la gran sincronía existente entre esos dos procesos, es decir, a través del aumento del desarrollo reproductivo cuando hay un máximo peso y área foliar. Algunas características de la planta que influye en esta sincronía de procesos son precocidad, poca altura, ramas cortas, estructura foliar eficiente en la captura de

luz, y una alta tasa de crecimiento del cultivo hacia la formación de fibra (Kerby *et al.*, 1990).

Al evaluar dosis de N en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico no se encontró significancia al evaluar la biomasa total, la distribución de órganos vegetativos así como los reproductivo además de los indicadores de crecimiento, sin embargo, se marcó la diferencia entre épocas de muestreo (Orozco *et al.*, 2008).

Los índices RAF, AFE y RPF son útiles en el establecimiento de diferencias entre variedades en cuanto al grosor de la hoja y vigor de la planta, pues a medida que se incrementó el vigor de la planta decrece el grosor de la hoja (Gaytán *et al.*, 2001).

En variedades precoces y tardías con la estimación de los valores de RAF, AFE, RPF se pudieron establecer diferencias entre variedades en el grosor de la hoja y vigor de la planta, pues a medida que se incrementó el vigor de la planta, decreció el grosor de la hoja (Palomo y Godoy, 2001). Además, estos autores indicaron que la frondosidad de la planta depende más de AFE que de RPF. Innumerables trabajos se realizan actualmente para inducir cambios en la morfología de las plantas (número de nudos y altura de planta) y en la fisiología (precocidad, sincronización entre la relación peso vegetativo y peso reproductivo) que permitan aumentar la eficiencia para el rendimiento, producción y distribución de biomasa.

**SURCOS ULTRAESTRECHOS, DOSIS DE NITROGENO Y SU EFECTO EN
LA PRODUCCIÓN DEL ALGODÓN**

**COTTON PRODUCTION AS AFFECTED BY ULTRA-NARROW ROWS AND
NITROGEN RATE**

**Juan Gabriel Contreras Martínez^{1*}, Arturo Palomo Gil², Ana Rosa Ramírez
Seañez¹, Vicente de Paul Álvarez Reyna², Uriel Figueroa Viramontes³,
Pedro Cano Ríos².**

¹ Estudiante de Postgrado en Ciencias Agrarias, ² Profesor investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez Km. 2, C.P. 27059, Torreón Coahuila, México Tel. 01 (871) 729-7676.³ Investigador del Campo Experimental La Laguna, INIFAP. Blvd. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Matamoros, Coahuila. Tel. (871) 18 23 081.

*Autor para correspondencia (juan_gabriel_c@hotmail.com.)

RESUMEN

El estudio fue realizado en 2008 y 2009 y tuvo como objetivos evaluar el sistema de producción en surcos ultra-estrechos como alternativa para aumentar el rendimiento de algodón, y determinar si las necesidades de nitrógeno (N) son las mismas para los diferentes espaciamientos de surcos. El diseño utilizado fue parcelas divididas en bloques completamente al azar con 3

repeticiones. Los espaciamientos entre surcos de 0.35, 0.50 y 0.75 m ocuparon la parcela grande y la parcela chica fueron las dosis de N de 0, 50, 100 y 150 kg ha⁻¹. La parcela experimental fue de 8 surcos por 5 m de largo y, se cosecharon 2 surcos de 3 m de largo para medir el rendimiento del algodón hueso y algodón pluma. Además, se evaluó el peso de capullo, fibra (%), e índice de semilla, altura de planta, calidad de fibra y la relación del N de la planta con rendimiento y la actividad de clorofila por medio del determinador SPAD (SPAD 502). El rendimiento de algodón (hueso y pluma) y el peso de capullo no mostraron efecto de año, pero sí el porcentaje de fibra, índice de semilla, longitud y resistencia de la fibra, y altura del cultivo. El rendimiento aumentó a medida que se redujo la distancia entre surcos. El espaciamiento de 0.35 m rindió 24 % más algodón hueso y pluma que el espaciamiento de 0.50 m, y un 44% más que el de 0.75 m. El espaciamiento de los surcos no afectó el peso de capullo ni la fibra (%), pero sí el índice de semilla (peso de 100 semillas). Debido a que el nitrógeno residual del suelo donde se realizó el trabajo era suficiente para cubrir la demanda del cultivo, la dosis de N no afectó el rendimiento ni sus componentes así como la calidad de la fibra ni la actividad de clorofila. Sin embargo a medida que el cultivo creció, también se incrementó la actividad de la clorofila.

Palabras clave: *Algodón, surcos ultra-estrechos, dosis de nitrógeno, rendimiento de algodón, calidad de fibra.*

ABSTRACT

The objectives of this study, carried out in 2008 and 2009, were to evaluate the ultra-narrow rows cotton production system, as an alternative to increase cotton yield and, to know if different row spacings need a different nitrogen (N) dosage. Ultra narrow-rows spacings evaluated were of 0.35 and 0.50 m, including the 0.75 m distance between rows as a check. N fertilizer rates of 0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹ were also evaluated. A split plot design with completely randomized blocks and three replications was used; rows spacings were in the main plot. Total plot consisted of 8 rows of 5 m long, and two rows 3 m long were harvested to measure seed-cotton and lint cotton yields. Yield components (boll weight, fiber percentage, seed index), fiber quality (length, strength and fineness), and plant height were also measured. SPAD 502 was used to know the leaf chlorophyll activity values, related with, indirectly measures of N status in the plant. Cotton yield (lint and seed-cotton), and boll weight were not affected by years, but the others yield components and fiber length and strength showed year effects. Seed and lint cotton yields of 0.35 m rows spacing were 24 % and 44 % highest than yields of 0.50 m and 0.75 m rows spacing. Boll weight and fiber percentage were not affected by row spacing. Plant height decreased as row spacing decreased. Because soil residual N content was sufficient to cover the crop demand, N dosages did not affect cotton yield, yield components, fiber quality or plant height, neither chlorophyll activity values. Chlorophyll values, as measured by SPAD 502, increased as plant growth increased.

Key words: *Cotton, ultra-narrow rows, nitrogen rate, cotton yield, fiber quality.*

INTRODUCCIÓN

Los productores de algodón afrontan un problema tradicional y recurrente que son las reducidas utilidades del cultivo debido al constante incremento en los costos de producción y el bajo precio de la fibra en el mercado internacional. El precio de la fibra está sujeto a la producción, reserva y demanda mundial de la misma. Esta situación ha generado la necesidad de buscar nuevas alternativas para elevar el rendimiento unitario y hacer más redituable el cultivo. El aumento de la productividad unitaria y reducción de costos, requiere de genotipos con mayor eficiencia fotosintética y nuevos sistemas de producción. Una alternativa que ha mostrado ventajas, es la siembra de algodón en surcos más estrechos que los actualmente utilizados (Estrada *et al.*, 2008). A esta opción se le conoce como sistema de producción de algodón en surcos ultra-estrechos (Perkins *et al.*, 1998).

Esta tecnología aumenta el rendimiento unitario, acorta el ciclo del cultivo, el crecimiento excesivo de la planta y disminuye los costos de producción (Prince *et al.*, 2002). La siembra de algodón en surcos ultra-estrechos incrementa los rendimientos hasta 37 %, y acorta en 12 días el ciclo del cultivo, en comparación con la siembra en surcos a 0.76 m (Gerik *et al.*, 1998); resultados similares fueron reportados por Estrada *et al.*, (2008). Por otro lado Gaytán *et al.* (2004) no encontraron diferencias en rendimiento al sembrar en surcos distanciados a 0.50 y 0.76 m, ni entre densidades poblacionales que

oscilaron entre 80,000 y 200,000 plantas ha^{-1} , pero indicaron que la siembra en surcos de 0.50 m disminuye en siete días el ciclo del cultivo.

La reducción del ciclo del cultivo traería consigo una disminución en el número de aplicaciones de insecticidas para proteger la fructificación (Allen, 1998). Al cubrirse más rápidamente el suelo, se tiene un incremento en la intercepción de radiación solar y disminución de la pérdida de agua por evaporación (Kreig, 1996). Este mismo investigador señala que en el Oeste de Texas, en el sistema de siembra convencional en surcos de 0.90 a 1.00 m, el 40% del agua disponible para el cultivo se pierde por evaporación por lo que, el uso de surcos ultra-estrechos permitiría que una mayor cantidad de agua sea absorbida por la planta.

La alta dependencia al nitrógeno (N) y agua durante el ciclo biológico de la mayoría de las plantas cultivadas influye, en combinación con otros factores como los climáticos y nutricionales del suelo, en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. De los elementos mayores, el N es el nutrimento más crítico en un programa de fertilización para un desarrollo óptimo de la planta, así como para evitar excesos que puedan ocasionar problemas de manejo y pérdidas en la producción. McConnell *et al.* (1989) enfatizan que la sobre-fertilización produce plantas con gran crecimiento vegetativo vigoroso sin que esto se refleje en el rendimiento, además de que se incrementan las probabilidades de que se pierda el N del sistema suelo-planta. Dosis altas de N también impactan negativamente el medio ambiente, ya que aumentan la contaminación de aire, suelo, y acuíferos. Los fertilizantes nitrogenados propician la lixiviación de

nitratos que contaminan los acuíferos (Medina y Cano, 2001). La contaminación del aire es producto de la volatilización del N en forma de óxido nitroso, el cual destruye la capa de ozono en la estratosfera, creando “agujeros de ozono” (Wojcik, 2001). La dosis óptima de N está determinada por muchas variables ambientales, como clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, entre otros factores (Gaylor *et al.*, 1983; McConnell *et al.*, 1989). Promoviendo el crecimiento y desarrollo vegetativo, influyendo en la producción, y calidad de la fibra de algodón. Por otro lado algunos investigadores indican que la calidad de la fibra puede verse afectada por deficiencia de humedad o de N, o por diferencia entre variedades, densidades de siembra, espaciamento entre surcos, efecto de año, o por alguna de sus interacciones (Mohamad *et al.*, 1982).

Para corroborar los resultados de la respuesta de los cultivos al N, en este caso del algodón, existen diferentes formas y metodologías, que pueden ser por medio de un balance entre la demanda y el suministro del N (Palma *et al.*, 2002), los cuales por su naturaleza necesitan de análisis de laboratorio; sin embargo también hay otras metodologías basadas en la medición de nitratos en la savia con equipos portátiles (Rangel *et al.*, 2002), hasta el medidor de la actividad de la clorofila determinada con el SPAD-502 (Minolta Camera Co., Japan), y cuyas lecturas tienen una alta correlación con el contenido de N en las plantas (Sainz-Rozas y Echeverría, 1998; Zebarth *et al.*, 2002). El objetivo de este trabajo fue evaluar la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos como alternativa para aumentar el rendimiento de algodón, y definir si las

necesidades de N del cultivo son las mismas para los diferentes espaciamientos de surcos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los años 2008 y 2009 en condiciones de riego en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón, Coah., municipio de la Comarca Lagunera, la cual se ubica geográficamente entre los 24° 30' y 27° de LN y entre 102° y 105° de LO, a 1120 msnm de altitud. El clima es seco, la temperatura media mensual durante el ciclo del cultivo (abril a septiembre) es de 25° C, con precipitación media anual de 220 mm. El suelo del sitio experimental se clasifica como Xerosol de la serie Coyote con una textura franca limosa, densidad aparente de 1.3 g.cm³, y un contenido de materia orgánica de 1.3%, pH medianamente alcalino de 7.76 con un contenido de nitrógeno total de 1.1 g.kg⁻¹. Las características físico-químicas necesarias en estos tipos de estudio realizados, de acuerdo a la norma NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2000), se determinaron utilizando los métodos de Bouyoucos para la textura (AS-09), método de la parafina para la densidad aparente (AS-03) de N y P correspondientes al procedimiento de digestado (AS- 25) y procedimiento Olsen (AS_10), método electrométrico para el pH (AS-02) y para la determinación de materia orgánica el método de Walkley y Black (AS-07).

En los dos años, el estudio se llevó a cabo en el mismo sitio experimental, con fecha de siembra en el mes de abril. Se utilizó el diseño experimental en parcelas divididas en bloques completamente al azar, donde la

parcela mayor correspondió a los espaciamientos de surcos: los surcos ultra-estrechos evaluados fueron 0.35 y 0.50 m, incluyéndose como testigo el distanciamiento convencional de 0.75m; la parcela menor estuvo constituida por las dosis de N: 0, 50, 100 y 150 kg ha⁻¹; se utilizaron tres repeticiones.

El N se aplicó al momento de la siembra. Se utilizó la variedad Fiber Max 963, caracterizada por presentar rendimientos potenciales de 4,600 kg ha⁻¹ y un ciclo de crecimiento intermedio precoz. La densidad poblacional se mantuvo uniforme de 100,000 plantas ha⁻¹ para la cual se dio un distanciamiento de 0.12, 0.20 y 0.28 m entre plantas en los surcos espaciados a 0.75, 0.50 y 0.35 m, respectivamente. La parcela experimental estuvo compuesta por 8 surcos de 5.0 m de largo y la parcela útil por 2 surcos de 3.0 m de largo. Se aplicaron cuatro riegos, uno de pre-siembra y tres de auxilio. La maleza se controló manual y químicamente. Las plagas que se presentaron fueron gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*), que se controlaron químicamente. El gusano soldado se controló con clorpirifós CE 44® a razón de 1.5 L ha⁻¹ y methamidofós LM 50® en dosis de 1 l ha⁻¹. La mosquita blanca se controló químicamente con dimetoato 40® en dosis de 0.5 l ha⁻¹.

Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y algodón pluma (kg ha⁻¹), componentes del rendimiento; número de capullos por planta, peso de capullo (g), fibra (%) e índice de semilla (peso de 100 semillas), y calidad de fibra; longitud (mm), resistencia (g/tex), y finura (índices de micronaire). Para determinar componentes del rendimiento se tomó aleatoriamente una muestra de 20 capullos parcela⁻¹ y se pesó. El peso del capullo se obtuvo al dividir el

peso de los 20 capullos entre su número. Después se separó la fibra de la semilla para determinar el porcentaje de fibra que representa el peso de la fibra del peso total de la muestra de 20 capullos.

También se determinó al instante la posible relación del elemento N con el rendimiento y la actividad de clorofila en la planta con el medidor SPAD-502, el cual mide la absorción de la hoja en dos regiones de longitud de onda; en las regiones roja y cercanas a infra-roja, utilizando estas dos transmisiones el medidor calcula el valor numérico SPAD que es proporcional a la cantidad de clorofila presente en la hoja; ésto se hizo en la quinta hoja a partir del meristemo apical (Nieves *et al.*, 1998). Se llevaron a cabo seis mediciones de conteos SPAD con un intervalo de tiempo de 10 a 15 días, tomando la lectura de tres plantas con competencia por bloque y obteniendo el promedio de ellas procurando las mismas condiciones ambientales y hora de lectura (12:00 pm). La primera lectura se realizó a los a los 70 dds (inicio de floración) en cada uno de los años, finalizando las tomas a los 134 dds (maduración de bellotas y apertura de capullos) en cada año. La misma aleatorización de parcela mayor y menor se usó en los dos años de estudio; después de la ubicación de las dosis de N y de los distanciamientos determinados el primer año, las parcelas permanecieron fijas en el mismo lugar para el segundo año. El análisis de varianza (ANOVA) para el diseño de parcelas divididas, fue aplicado para determinar la significancia de los tratamientos y las interacciones para cada año y combinado sobre años (Steel y Torrie., 1980; SAS Institute, 1996), la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

En esta variable se encontraron diferencias significativas entre surcos ($P \leq 0.01$). Sin embargo el año de siembra no afectó el rendimiento de algodón hueso o algodón pluma, así como tampoco hubo interacción de año con los factores en estudio. El rendimiento aumentó a medida que se redujo la distancia entre surcos, rindiendo 24% más algodón hueso y pluma el espaciamiento de 0.35 m que el de 0.50 m, y un 44% más que el de 0.75 m (Cuadro 1). La ausencia de efecto de año sobre rendimiento difiere de lo encontrado por Jost y Cothren (2000), Palomo *et al.*, (2004) y Estrada *et al.*, (2008) quienes señalan que las variaciones climáticas (en lluvia y temperatura) que persisten de un ciclo a otro afectan el comportamiento de las plantas.

El rendimiento promedio de algodón hueso de ambos años ($9,227 \text{ kg ha}^{-1}$) es muy superior a la media regional y nacional el cual fluctúa entre 3,500 y $4,500 \text{ kg ha}^{-1}$ con variedades convencionales como la 'CIAN-precoz' y la 'Nu Cotn 35B' (SIAP-SAGARPA, 2009).

Estos resultados, aunque no son similares en rendimiento, coinciden con los obtenidos por Palomo *et al.*, (2008) en los años 2005 y 2006 donde los surcos a 0.35 m rindieron 10 y 26% más que los surcos a 0.50 y 0.75m, respectivamente. Gerik *et al.*, (1998) también señalan que los surcos ultra-estrechos rinden más que los surcos amplios, difiriendo solo en la magnitud del incremento.

Componentes de Rendimiento

En los componentes del rendimiento, el peso de capullo no mostró efecto de año, sin embargo, el índice de semilla y el porcentaje de fibra fueron afectados de manera significativa (Cuadro 1). Galanopoulou-Sendouka *et al.*, (1980) mencionan que de un año a otro los componentes de rendimiento, en especial el porcentaje de fibra, pueden ser diferentes cuando se cultiva en surcos muy estrechos (0.19 m) respecto a los convencionales a 0.76 m. Jost y Cothren, (2000), por otra parte no encontraron diferencias significativas.

El espaciamiento de los surcos no afectó el peso del capullo ni el porcentaje de fibra, pero sí el índice de semilla. Los surcos de 0.50 m de ancho produjeron semilla de menor peso (Cuadro 1). A diferencia del índice de semilla, estos resultados concuerdan con un estudio realizado por Gaytan *et al.*, (2004), quienes confirmaron la ausencia de respuesta a diferentes distanciamientos y densidades de plantas.

Cuadro 1. Efecto de año y distancia entre surcos en el rendimiento de algodón y sus componentes UAAAN-UL 2008-2009.

| Factores | Rendimiento de algodón (kg ha ⁻¹) | | Peso de capullo (g) | Fibra (%) | Índice de semilla | Altura de planta (cm) | Actividad de clorofila (SPAD) |
|------------------------------------|---|--------|---------------------|-----------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | Hueso | Pluma | | | | | |
| Año | | | | | | | |
| 2008 | 9394 a† | 4045 a | 6.1 a | 43.1 a | 10.6 a | 91.1 b | 50.3 a |
| 2009 | 9061 a | 3804 a | 5.8 a | 42.1 b | 9.3 b | 99.1 a | 40.8 b |
| Media | 9227 | 3924 | 5.9 | 42.5 | 9.9 | 95.1 | 45.5 |
| CV (%) | 16.6 | 17.4 | 6.2 | 3.2 | 3.0 | 6.2 | 7.8 |
| Distancias entre surcos (m) | | | | | | | |
| 0.75 | 7659 c | 3262 c | 6.1 a | 42.6 a | 9.9 a | 97.7a | 44.9 a |
| 0.50 | 8937 b | 3795 b | 5.7 a | 42.5 a | 9.7 b | 94.2 ab | 46.2 a |
| 0.35 | 11086 a | 4716 a | 6.1 a | 42.5 a | 10.0 a | 93.2 ab | 45.4 a |
| Media | 9227 | 4151 | 5.9 | 42.5 | 9.8 | 95.0 | 45.5 |
| CV (%) | 16.6 | 16.5 | 6.2 | 3.3 | 3.0 | 6.3 | 7.9 |

†Letras similares en cada columna dentro de cada factor son estadísticamente iguales Tukey ($P \leq 0.05$).

Las condiciones climáticas reportadas de un año a otro (2008-2009) presentadas en el Cuadro 2, muestran que aunque las temperaturas promedio no difirieron de manera significativa, la cantidad de agua precipitada si marcó la diferencia con un 50% más de agua (243.3 y 162.2 mm) en el 2008 que en el 2009 respectivamente, lo cual tuvo influencia en las diferentes condiciones del cultivo.

Cuadro 2. Datos climatológicos para el sitio experimental UAAAN-UL para los años 2008-2009.

| Factor | Mes | Año | |
|---|------------|-------|-------|
| | | 2008 | 2009 |
| Precipitación (mm) | Enero | 0.0 | 0.0 |
| | Febrero | 0.2 | 0.0 |
| | Marzo | 1.4 | 0.0 |
| | Abril | 36.6 | 0.0 |
| | Mayo | 3.4 | 12.2 |
| | Junio | 2.6 | 27.0 |
| | Julio | 12.8 | 4.2 |
| | Agosto | 169.6 | 36.2 |
| | Septiembre | 13.2 | 31.4 |
| | Octubre | 3.2 | 32.0 |
| | Noviembre | 0.0 | 9.8 |
| | Diciembre | 0.0 | 9.4 |
| Precipitación (mm) Acumulada | | 243.3 | 162.2 |
| Temperatura media del aire (°C) | Enero | 13.1 | 15.6 |
| | Febrero | 17.3 | 17.7 |
| | Marzo | 18.7 | 21.1 |
| | Abril | 23.8 | 23.8 |
| | Mayo | 26.6 | 26.9 |
| | Junio | 29.6 | 28.5 |
| | Julio | 27.3 | 29.2 |
| | Agosto | 26.0 | 27.6 |
| | Septiembre | 23.7 | 23.9 |
| | Octubre | 21.8 | 22.6 |
| | Noviembre | 16.4 | 16.3 |
| | Diciembre | 14.8 | 13.0 |
| Media anual | | 21.6 | 22.2 |

La interacción entre años y el espaciamiento de surcos no se vieron afectadas con las dosis de N aplicadas al evaluar el rendimiento y sus componentes (Cuadro 3). En términos nutrimentales del suelo el N mineral (NH_4^+ y NO_3^-) encontrado, que corresponde a 150 kg ha^{-1} , y el nitrógeno asimilable (64.35 kg ha^{-1}) cumplen con los requerimientos necesarios para un buen desarrollo de este cultivo (Castellanos *et al.*, 2000). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Palomo *et al.*, (2004), y por Orozco *et al.*, (2008) quienes tampoco encontraron respuesta a la cantidad de N aplicado, la razón fue que el terreno donde se estableció el trabajo contenía cantidades moderadas de N (0.13 % de N total). Aunado a los resultados de los resultados de actividad de clorofila con los conteos de valores SPAD relacionados con el rendimiento y sus componentes, mostraron diferencias altamente significativas entre años, más no así entre espaciamientos ni en dosis de nitrógeno (Cuadros 2 y 3). Estas diferencias se vieron reflejadas tal vez por las diversas condiciones ambientales que prevalecieron de un año a otro (precipitaciones, granizadas y temperaturas variables que oscilaron de 35 a 42 °C), lo cual de acuerdo a Hiderman *et al.*, (1992) y Piekielek y Fox (1992), el comportamiento del nitrógeno correlacionado con las unidades SPAD se ve afectado por las variaciones en diversas condiciones ambientales como la intensidad luminosa, temperatura, humedad relativa, plagas, densidad de población, etc.

Cuadro 3. Efecto de año, dosis de nitrógeno en el rendimiento y componentes de algodón. UAAAN-UL 2008-2009.

| Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹) | Rendimiento de algodón (kg ha ⁻¹) | | Peso de capullo | Fibra | Índice de semilla | Altura de planta | Actividad de clorofila |
|---|---|-------|-----------------|--------|-------------------|------------------|------------------------|
| | Hueso | Pluma | (g) | (%) | | (cm) | Spad |
| 0 | 9215 a† | 3925a | 5.9 a | 42.7 a | 9.9 a | 93.0 a | 45.8 a |
| 50 | 9027 a | 3884a | 5.9 a | 42.9 a | 9.8 a | 94.7 a | 43.9 a |
| 100 | 9687 a | 4093a | 6.1 a | 42.2 a | 9.9 a | 94.8 a | 46.4 a |
| 150 | 8981 a | 3796a | 5.9 a | 42.3 a | 9.9 a | 97.6 a | 45.9 a |
| Media | 9227 | 3924 | 5.9 | 42.5 | 9.8 | 95.0 | 45.5 |
| CV | | | | | | | |
| (%) | 16.7 | 17.5 | 6.3 | 3.3 | 3.1 | 6.3 | 7.9 |

†Letras similares en cada columna dentro de cada factor son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05)

La concentración de clorofila mostró valores ascendentes desde el primer muestreo en la etapa de floración e inicio de llenado de bellota (79 dds), hasta la fase de maduración de bellotas (129 dds) de 42.7 hasta 50.3 en el 2008 y 31.5 a 40.8 para el 2009 (Cuadro 4). Este incremento probablemente es una consecuencia del contenido de N total de 1.1 g.kg⁻¹ del sitio experimental, que lo clasifica como nivel medio y de acuerdo a esta categoría se encuentra a niveles generales de suficiencia para el desarrollo (Castellanos *et al*, 2000). La misma tendencia en cuanto al contenido de clorofila, en el cultivo de menta fueron reportados por Wescott y Wraith (2003), con valores de 51.9 a 54.3,

en 1992 y de 42.7 a 49.2 en 1993, en el periodo primera-sexta semana de desarrollo de la planta.

Los niveles críticos del contenido de clorofila del cultivo de algodón de acuerdo a Wu *et al.*, (1998), varían entre 32.4 – 43.5 en su máximo pico de floración, por lo que en el presente estudio, éste ocurrió en las primeras semanas de floración (68 a 90 dds). En diferentes cultivos la variación de unidades entre la mínima y máxima lectura SPAD disminuye conforme la distribución de N se da hacia los órganos reproductores (Wilcox, 1994), sin embargo, conforme a las diferencias de contenido de nitrógeno entre un nivel y otro el estado nutrimental de la planta es pieza clave para mantener el buen desarrollo de la planta. Por otro lado se subraya la dificultad en desarrollar sistemas de manejo basados en criterios absolutos de lecturas SPAD, por lo que en la mayoría de los trabajos publicados donde correlacionan las unidades SPAD con N o clorofila, se presenta la misma tendencia.

Es factible dar seguimiento al contenido de N en el desarrollo del cultivo con el manejo del SPAD-502 tal y como lo hicieron Wood *et al.*, (1992) en algodón y lo correlacionaron con el rendimiento.

Cuadro 4. Comportamiento de la actividad de clorofila (unidades SPAD) respecto año, distanciamiento de surcos y dosis de nitrógeno. UAAAN-UL 2008-2009.

| Tiempo (dds) | Años | | Distancias de surcos (m) | | | Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹) | | | |
|--------------|--------|-------|--------------------------|--------|-------|---|-------|-------|-------|
| | 2008 | 2009 | 0.75 | 0.50 | 0.35 | 0 | 50 | 100 | 150 |
| 79 | 42.7a† | 31.5b | 37.0a | 36.9a | 37.3a | 37.4a | 37.2a | 36.5a | 37.1a |
| 89 | 46.3a | 37.3b | 42.6a | 41.9a | 40.9a | 41.7a | 41.4a | 41.6a | 42.4a |
| 99 | 44.2a | 39.8b | 42.9a | 42.0a | 40.9a | 42.0a | 41.5a | 42.5a | 41.7a |
| 109 | 47.6a | 41.5b | 44.8a | 44.6a | 44.2a | 44.2a | 44.9a | 44.9a | 44.1a |
| 119 | 49.6a | 42.2b | 46.1a | 46.2 a | 45.4a | 44.9a | 47.1a | 45.6a | 46.0a |
| 129 | 50.3a | 40.8b | 44.9a | 46.2a | 45.4a | 46.8a | 44.1a | 46.2a | 45.1a |

dds= días después de la siembra. †En la hilera dentro del mismo factor, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

La altura de planta mostró efecto de año y de espaciamento entre surcos más no de dosis de nitrógeno (Cuadros 2 y 3). La planta promedió 0.08 m más de altura en 2009 que en 2008. La altura de planta tendió a disminuir a medida que se redujo la distancia entre surcos, lo cual puede deberse a la distribución de las plantas en el terreno ya que la densidad poblacional ha⁻¹ fue la misma.

Estos resultados difieren de los reportados por Gwathmey (1996) y Gerik *et al.*, (1998) quienes señalan que los surcos ultra-estrechos no afectan la altura de planta.

Calidad de fibra

La longitud y la resistencia de la fibra fueron afectadas por el año de siembra, obteniéndose fibra de mejor calidad en 2008 que en 2009 (Cuadro 5), mas no así en relación al distanciamiento y las dosis de nitrógeno. El efecto de año sobre la calidad de la fibra depende de las condiciones ambientales prevalecientes durante el periodo de crecimiento de la bellota. En años con altas temperaturas se obtiene fibra con menor longitud y resistencia, pero de mayor grosor (Palomo *et al.*, 2001). La información obtenida corrobora los resultados obtenidos por Estrada *et al.*, (2008) quienes en un estudio de dos años con espaciamientos de 0.75, 0.50 y 0.35 m y densidad de población de 100,000 plantas ha⁻¹, no encontraron efecto de espaciamiento de surco en la calidad de la fibra.

La cantidad de N aplicado no afectó la calidad de la fibra, la cual es superior a los estándares mínimos de calidad establecidos por la industria textil. Los valores mínimos de calidad que acepta el industrial es una finura que oscile entre 3.5 y 4.9 micronaires y una longitud de 26.7 a 27.2 mm (de 1 1/16 pulgadas). Los resultados del presente estudio difieren de los reportados por Heitholt *et al.*, (1993) y Gaytán *et al.*, (2004) quienes mencionan que el espaciamiento de 0.50 m entre surcos aumentaba el grosor pero disminuía la longitud de la fibra, y de los obtenidos por Jost y Cothren (2000) quienes indican

que a medida que se reduce el espaciamiento entre surcos disminuye la uniformidad y la longitud de la fibra. También difieren de los resultados obtenidos por Palomo *et al.*, (1996, 2002) quienes encontraron que la resistencia al rompimiento aumentaba a medida que se incrementaba la dosis de N. La discrepancia podría deberse a diferencias en condiciones ambientales entre las regiones algodonerías, ya que pueden diferir en calidad de suelo, temperatura, precipitación pluvial y manejo.

Cuadro 4. Efecto de año, distanciamiento de surcos y dosis de nitrógeno en la calidad de la fibra. UAAAN-UL 2008-2009.

| Calidad de fibra | Años | | <u>Distancias de surcos (m)</u> | | | <u>Dosis de nitrógeno (kg ha⁻¹)</u> | | | |
|----------------------|--------|-------|---------------------------------|-------|-------|--|-------|-------|-------|
| | 2008 | 2009 | 0.75 | 0.50 | 0.35 | 0 | 50 | 100 | 150 |
| Longitud (mm) | 30.2a† | 27.7b | 29.0a | 29.0a | 29.0a | 29.0a | 29.0a | 29.0a | 29.0a |
| Resistencia (g/tex) | 32.0a | 25.4b | 29.0a | 29.0a | 29.0a | 29.0a | 20.0a | 29.0a | 29.0a |
| Finura (micrón aire) | 4.5a | 4.5a | 4.5 a | 4.5a | 4.5a | 4.5a | 4.5a | 4.5a | 4.5a |

†En la hilera dentro del mismo factor, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

CONCLUSIONES

El año de siembra no afectó el rendimiento de algodón ni el peso del capullo, pero sí el porcentaje de fibra, el índice de semilla, longitud y resistencia de la fibra, y la altura del cultivo. El rendimiento aumentó a medida que se

redujo la distancia entre surcos. El espaciamiento de 0.35 m rindió 24 % más algodón hueso y pluma que el de 0.50 m, y un 44% más que el de 0.75 m. El espaciamiento de los surcos no afectó el peso de capullo ni el porcentaje de fibra, pero sí el índice de semilla. Debido a que la cantidad de N residual era suficiente para un buen desarrollo del cultivo, la dosis de N no afectó el rendimiento ni sus componentes así como tampoco la calidad de la fibra, sin embargo aun cuando no se obtuvieron significancias en la actividad de clorofila del cultivo, se pudo observar el incremento de dicha actividad a medida que avanzo el ciclo.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, C. T., C. Kennedy, B. Robertson, M. Kharboutli, K. Bryant, C. Capps, and L. Earnest (1998). Potential of ultra-narrow row cotton in Southeast Arkansas. p.1403-1406. *In: Proc. Belt-wide Cotton Conf. San Diego CA, 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.*
- Castellanos, J. Z., J. Uvalle-Bueno y A. Aguilar-Santelices (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. México, D. F. p. 66-85 Ed. New York. McGraw-Hill Book Company. pp:384-386
- Estrada, T. O., A. Palomo-Gil, A. Espinoza-Banda, S. Rodríguez-Herrera y N. Rodríguez-Torres (2008). Rendimiento y calidad de fibra del algodón cultivado en surcos ultra-estrechos. *Rev. Fitotec. Mex.* 31:79-83.
- Galanopoulou-Sendouka, S. G. Sficas, N. A. Fotiadis, A. A. Gagianas, and A. Gerakis (1980). Effect of population density, planting date, and genotype on plant growth and development of cotton. *Agron. J.* 72:347-353.
- Gaylor, M. J., G. A. Buchanan, F. R. Guilliland, and R. L. Davis (1983). Interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. *Agron. J.* 75: 903-907.
- Gaytán, M. A., A. Palomo-Gil, D. G. Reta-Sánchez, S. Godoy-Ávila y 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. *PHYTON Rev. Int. Bot. Exp.* 53:57-67.

- Gerik, T. J., R. G. Lemon, K. L. Faver, T. A. Hoelewyn, and M. Jungman (1998). Performance of ultra- narrow row cotton in Central Texas. p.1406-1409 *In: Proc. Belt-wide Cotton Conference. San Diego CA, 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.*
- Gwathmey, C. O. (1996). Ultra-narrow row cotton research in Tennessee. Ln p. Dugger and D Richter (ed). p.1406-1409. *In: Proc. Beltwide Cotton Conf. Nashville, TN. 9-12 jan.1996. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.*
- Heitholt, J. J., W. T. Pettigrew, and W.R. Meredith Jr. (1993). Growth, boll opening rate, and fiber properties of narrow-row Cotton. *Agron. J.* 85:590-594.
- Hiderman, J. A, Makino, Y. Kurita, T. Masa, and K. Ojima (1992). Changes in the levels of chlorophyll and light-harvesting chlorophyll a/b protein of PS II in senescence. *Plant Cell Physiol.* 53: 1209-1214.
- Jost, P. H., and J. T. Cothren (2000). Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing. *Crop Sci.* 40: 430-435.
- Kreig D R (1996). Physiological aspects of ultra-narrow row cotton production. p. 1406-1409 *In: Proc. Beltwide Cotton Conference. Nashville TN, 9-12 Janand., Natl. Cotton Council, Memphis TN.*
- Mc Connell 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.
- Medina M C y P Cano R (2001). Contaminación por nitratos en agua, suelo y cultivos de la Comarca Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas.* 2: 9-14
- Mohamad K B, W P Sappenfield, J W Pohelman (1982). Cotton cultivars response to plant population in a short season narrow-row cultural system. *Agron. J.* 74:619-625.
- Orozco V J A, A Palomo-Gil, E Gutiérrez-Del Río, A Espinoza-Banda y V Hernández-Hernández (2008). Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. *Terra Latinoamericana* 26:29-35.
- Palma-López D J, S Salgado-García, J J Obrador-Olan, A Trujillo-Narcia, L del C Lagunes-Espinoza, J Zavala-Cruz, A Ruiz-Bello, M A Carrera-Martel (2002). Sistema integrado para recomendar dosis de fertilización en caña de azúcar. *Terra* 20:347-358.
- Palomo G A y S Godoy-Ávila (1996) Análisis del crecimiento de la nueva variedad “Laguna 89” y del cultivar “Deltapine 80”. *Agricultura Técnica en México* 22: 145-156.

- Palomo G A, A Gaytán-Mascorro, R Faz-Contreras, D G Reta-Sánchez, E Gutiérrez Del Río (2004). Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana* 22:299-305.
- Palomo G A, A Gaytan-Mascorro, M G Chavarria R (2002). Respuesta de una variedad precoz de algodón al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Rev. Fitotec. Mex.* 25:43-47.
- Palomo G A, A Gaytán-Mascorro, S Godoy-Ávila (2001). Efecto de los riegos de auxilio y densidad de población en el rendimiento y calidad de fibra del algodón. *Terra* 19:265-271
- Palomo G A, O Estrada-Torres, A Espinoza-Banda, O Antuna-Grijalva, A Ruíz-Torres (2008). Surcos ultra-estrechos, variedades y su efecto en el rendimiento del algodón. P. 72-78 *In: Libro Científico Anual: Agricultura, Ganadería y Ciencia Forestal. UAAAN 2006.*
- Perkins W R (1998) Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. pp. 91 *In: Proc. Belt-wide Cotton Conference. Nashville TN. 9-12 Jan. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.*
- Piekielek W P, R H Fox (1992) Use of a chlorophyll meter to predict nitrogen requirements for maize. *Agron. J.* 84: 59-65.
- Prince W B, J A Landivar , C W Livingston (2002). Growth, lint yield and fiber quality as affected by 15 and 30- inch row spacing and PIX rates. p. 1481. *In: Proc. Belt-wide Cotton Conference. Cotton Physiology Conference. Atlanta GA, 8-12 Jan.. Natl. Cotton Council, Memphis TN..*
- Rangel-Lucio J A, G Alcántar-González, J Z Castellanos-Ramos, E García-Moya, C Trejo-López, H Vaquera-Huerta (2002) Comparación de dos pruebas para diagnosticar nitrógeno en sorgo. *Terra* 20:383-390.
- Sainz-Rozas H ,H E Echeverría (1998) Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502 en distintos estadios del ciclo del cultivo del maíz y el rendimiento en grano. *Rev. Fac. de Agron., La plata, Argentina* 103:37-44.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).2000. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. México, D. F.
- SIAP-SAGARPA (2009) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Cierre de producción por cultivo (algodón), Estado Coahuila. <http://www.siap.gob.mx/>.

- Statistical Analysis System, SAS (1996) SAS/STAT User Guide, Carey, NC, Release 6.12.
- Steel R G and Torrie J H (1980). Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd
- Westcott M P, J M Wraith (2003) Correlation of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint, Western Nutrient Conference, Salt Lake City, USA, 5:185-189.
- Wilcox E G (1994) Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. APS Press. American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota. USA Tomato. p: 127-141.
- Wojciz P (2001) Ecological impact of nitrogen fertilization. Journal of Fruit and Ornamental Plant. Research p: 117-127.
- Wood C W, P W Tracy, D W Reeves K L Edmisted (1992) Determination of cotton nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter. J. Plant Nutr. 15: 1435-1448.
- Wu F, W Lianghuan , Xu fuhua (1998) Chlorophyll meter to predict nitrogen sidedress requirements for short-season cotton (*Gossypium Hirsutum L.*). Field Crops Res. 56:309-314.
- Zebarth B J, M Younie, J W Paul, S Bittman (2002) Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in high fertility environment. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 33:665-684.

SURCOS ULTRAESTRECHOS, DOSIS DE NITRÓGENO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA DEL ALGODÓN

Cotton Biomass Production and Distribution as Affected by Ultra-narrow Rows and Nitrogen Dosage

Juan G. Contreras-Martínez^{1‡}, Arturo Palomo-Gil¹, Ana R. Ramírez-Seañez¹, Uriel Figueroa-Viramontes², Vicente Hernández-Hernández¹ y Oralía Antuna-Grijalva¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez Km. 2, C.P. 27059, Torreón Coahuila, México Tel. 01 (871) 729-7676. ² Investigador del Campo Experimental La Laguna, INIFAP. Blvd. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Matamoros, Coahuila. Tel. (871) 18 23 081.

‡ Autor para correspondencia (juan_gabriel_c@hotmail.com)

RESUMEN

Para evaluar la producción y distribución de biomasa, el objetivo del presente estudio fue determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada en algodón cultivado en surcos ultra-estrechos (0.50, 0.35m) y 0.75m (testigo), con la aplicación de 0, 50, 100 y 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N). El diseño utilizado fue parcelas divididas en bloques completamente al azar con 3 repeticiones, y una densidad poblacional uniforme de 100,000 plantas ha⁻¹. En 2008 y 2009 se realizó un solo muestreo de plantas a los 100 días después de la siembra (DDS), para conocer la eficiencia en la producción de materia seca y su asignación a estructuras vegetativas y reproductivas, y solo en 2008 a partir de

muestreos destructivos efectuados a los 59, 79 y 100 DDS se calcularon índices de crecimiento. En cada muestreo se tomaron dos plantas por parcela, para determinar área foliar, peso seco total y peso seco de órganos vegetativos y reproductivos. Con los datos de peso seco y área foliar se estimó la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), índice de área foliar (IAF), relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) y relación de peso foliar (RPF). En los surcos de 0.75 m las plantas acumularon mayor cantidad de materia seca (MS) en los órganos vegetativos que en los otros dos espaciamientos. Los surcos de 0.35 m mostraron ventaja en la cantidad de MS asignada a los órganos reproductivos. La distancia entre surcos y las dosis de N no afectaron RAF, AFE y RPF. La dosis de N no influyó en la producción y distribución de MS, ni en la TCC, TAN o IAF. El rendimiento de algodón en los surcos de 0.35 m fue 16 y 44 % superior al obtenido en los surcos de 0.5 y 0.75 m, respectivamente.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., Análisis de crecimiento, materia seca, surcos ultra-estrechos, dosis de N.

SUMMARY

To assess the production and distribution of biomass, the objective of this study was to determine the optimal nitrogen (N) dosage of cotton grown in ultra-narrow rows (0.50, 0.35m) and 0.75m (control), with N rates of 0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹. A split plot arrangement in completely randomized blocks experimental design with three replications were used. A uniform plant

population density of 100,000 plants ha⁻¹ was used. In 2008 and 2009 a single plants sample was taken at 100 days after planting (DAP), in order to know plant biomass production efficiency and its distribution to vegetative and reproductive structures. In 2008, only, plant grow indices were calculated from three destructive plant samples carried out at 59, 79 and 100 days after planting (DAP). Two plants by plot were taken at each sample date to calculate plant leaf area, total dry weight, and dry matter accumulated in vegetative and reproductive plant organs. Plant total dry weight and leaf area data were used to estimate crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR), leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), specific leaf area (SLA), and leaf weight ratio (LWR). In 0.75m rows dry matter (DM) accumulated in vegetative organs was higher than in the other two rows spacing. The rows of 0.35 m showed advantage in the amount of dry matter (DM) assigned to the reproductive organs. The distance between rows and N dosage did not affect LAR, SLA and LWR. N rates did not affect the plant dry matter production and distribution or CGR, NAR, LAI. Cotton yield of 0.35 m rows was 16 and 44 % higher than those obtained with 0.50 and 0.75 m rows.

Index word: *Gossypium hirsutum L., Growth analysis, dry matter, ultra narrow-rows, N fertilizer rates.*

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de algodón, y en las especies cultivadas en lo general, se requiere mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales (suelo, agua) y en los insumos que se utilizan para aumentar la redituabilidad del cultivo, por lo que la realización de estudios que ayuden a comprender los factores que inciden en el rendimiento, producción y asignación de biomasa de la planta, es de gran importancia para hacer los ajustes necesarios en el manejo del cultivo que conlleven a una mayor eficiencia y productividad. En la mayoría de las investigaciones que se han realizado para determinar los modelos de acumulación y asignación de biomasa en plantas de algodón incluyen trabajos de 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 este hecho el espaciamiento entre surcos, en especial el sistema de producción de surcos ultra-estrechos, así como otras técnicas de manejo de los cultivos se han estudiado ampliamente no solo en algodón, sino también en otras especies cultivadas. En cada sistema de producción tanto el desarrollo vegetativo como el reproductivo, se ven alterados, y más aun si se disminuye el espaciamiento entre surcos a 0.50 m o menos (Clawson *et al.*, 2008). En estudios recientes el rendimiento de algodón y distribución de biomasa en surcos ultra-estrechos y surcos convencionales, no han mostrado diferencias notables (Clawson *et al.*, 2006). Más bien los resultados han sido inconsistentes (Jost y Cothren, 2000; 2001), o alguna

característica ha sobresalido, o se ha visto reducida por diferentes circunstancias o variaciones en la respuesta de la planta (Boquet *et al.*, 2005). Aunado a esto el rendimiento de los cultivos se puede incrementar a través del incremento de la materia seca total (biomasa), del incremento en el índice de cosecha, o de ambos (Gardner *et al.*, 1985). Hearn (1969) señaló que las diferencias en rendimiento entre cultivares de algodón se deben al tamaño de la demanda de sus órganos reproductivos (numero y tamaño), más que a su capacidad fotosintética o al tamaño de la fuente y que la única forma de incrementar el rendimiento, es que la planta trasloque mas carbohidratos, a los órganos reproductivos (Meredith y Wells, 1989). Berdnarz *et al.* (1999) reportaron mas frutos por unidad de superficie y de menor peso para algodón, mientras que Nichols *et al.* (2004), encontraron una reducción en la altura de planta, número de ramas fructíferas, número de nudos y número de capullos por planta en surcos ultra-estrechos con respecto a los convencionales.

Wells y Meredith (1984) y Unruh y Silverthooth (1996) indicaron que la superioridad productiva de las nuevas variedades se debía a que acumulaban una mayor cantidad de materia seca en los órganos reproductivos y a que su mayor desarrollo reproductivo ocurría cuando el área foliar alcanzaba su valor más alto. Estos mismos investigadores señalaron que ese mayor potencial productivo se debía a la gran sincronía existente entre esos dos procesos, es decir, a través del aumento del desarrollo reproductivo cuando hay un máximo peso y área foliar. Algunas características de la planta que influyen en esta sincronía de procesos son precocidad, poca altura, ramas cortas, estructura

foliar eficiente en la captura de luz, y una alta tasa de crecimiento del cultivo hacia la formación de fibra (Kerby *et al.*, 1990). El rendimiento de fibra del cultivo de algodón es una función de la tasa de crecimiento, de la tasa de producción de flores, de la retención de flores y bellotas y de una sumatoria de la tasa de crecimiento individual de las bellotas durante el período de fructificación (Reddy *et al.*, 1992).

Indicadores del crecimiento, como tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), etc., son de gran utilidad para conocer como el ambiente o una práctica de manejo del cultivo afecta la eficiencia fotosintética de las plantas. Las plantas cultivadas en surcos muy estrechos interceptan y utilizan más eficientemente la radiación solar. La reducción de la distancia entre surcos es el desarrollo tecnológico más reciente en el cultivo de algodón, debido a los beneficios potenciales que estos sistemas han demostrado en la reducción de los costos de producción, la menor erosión del suelo, mayores rendimientos, menor pudrición de bellotas y mayor precocidad a cosecha (Larson *et al.*, 1997; Mc Connell *et al.*, 2002). Por otro lado, las investigaciones que proveen información acerca de algunos parámetros de producción del algodón en surcos ultra-estrechos como lo serian las dosis de nitrógeno necesarias para estos tipos de sistemas, son escasas a nivel mundial (Boquet *et al.*, 1998; McFarland *et al.*, 2000; Mc Connell *et al.*, 2002). Aunque los requerimientos de nitrógeno en el cultivo del algodón, sembrado en espaciamientos convencionales de 0.76 m son razonablemente conocidos, la adopción de este sistema productivo

podría modificar las necesidades y la eficiencia de uso del nutriente, mediante estos hechos el objetivo de este trabajo fue determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para algodón cultivado en surcos ultra-estrechos así como su efecto en la producción y distribución de biomasa en base a indicadores de crecimiento del cultivo de algodón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los años 2008 y 2009, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón, Coah., municipio de la Comarca Lagunera, la cual se ubica geográficamente entre los 24° 30' y 27° de latitud Norte y entre 102° y 105° de longitud Oeste, a 1120 msnm de altitud. De clima seco, y una temperatura media mensual durante el ciclo del cultivo (abril a septiembre) de 25° C, con precipitación media anual de 220 mm. En los dos años, el estudio se llevo a cabo en el mismo sitio experimental, evaluándose en el ciclo 2008 la dinámica de crecimiento del cultivo y, en ambos años, la producción y distribución de biomasa de la planta de algodón. El suelo del sitio experimental se clasifica como Xerosol de la serie Coyote de textura franca limosa, con una densidad aparente de 1.3 g cm³⁻¹, y un contenido de materia orgánica de 1.3%, pH medianamente alcalino de 7.76 con un contenido de nitrógeno total de 1.1 g kg⁻¹. Características físico-químicas necesarias en estos tipos de estudio realizados de acuerdo a la norma NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2000), utilizando los métodos de Bouyoucos para la determinación de textura (AS-09), método de la parafina para la densidad aparente (AS-03) de N y P

correspondientes al procedimiento de digestado (AS- 25) y procedimiento Olsen (AS_10), método electrométrico para el pH (AS-02) y para la determinación de materia orgánica el método de Walkley y Black (AS-07).

En los dos ciclos, el cultivo se estableció en la primer semana del mes de abril, se evaluaron espaciamientos entre surcos, de 0.35 y 0.50 m (surcos ultra-estrechos), y de 0.75 m (testigo); en combinación con dosis de N de 0, 50, 100 y 150 kg ha⁻¹. Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo de parcelas divididas con el espaciamiento de surcos en la parcela grande, y las dosis de N en la chica, con diseño de bloques al azar y tres repeticiones. Las dosis de N evaluadas se dieron al momento de la siembra. Se utilizó la variedad Fiber Max 963, manteniéndose una densidad poblacional uniforme de 100,000 plantas ha⁻¹ para la cual se dio un distanciamiento de 12, 20 y 28 cm entre plantas en los surcos espaciados a 0.75, 0.50 y 0.35 m, respectivamente. La parcela total estuvo compuesta por 8 surcos de 5 metros de largo y la parcela útil, para evaluar rendimiento, de 2 surcos de 3 metros de largo. Se aplicaron cuatro riegos, uno de pre-siembra y tres de auxilio. La maleza se controló manual y químicamente. Las plagas que se presentaron fueron gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*), éstas se controlaron químicamente. El gusano soldado se controló con Clorpirifos CE 44® a razón de 1.5 L ha⁻¹ y Methamidofos LM 50® en dosis de 1 L ha⁻¹. La mosquita blanca se controló químicamente con Dimetoato 40® en dosis de 0.5 L ha⁻¹. Se obtuvieron las unidades calor (UC) disponibles durante el ciclo de crecimiento del cultivo, que comprende de abril a agosto, éstas se calcularon

considerando los límites de temperatura para el algodón propuesto por (Baskerville *et al.*, 1969; Supak, 1984), y que son: temperatura base mínima de 15.5° C y temperatura máxima de 38° C. Para la determinación de la dinámica de crecimiento del cultivo, en 2009 se realizaron tres muestreos destructivos, a los 58, 79 y 100 días después de la siembra (DDS), épocas en que las plantas fenológicamente se encontraban a una semana del inicio de la floración, segunda semana de floración y máxima floración, respectivamente. En cada muestreo se tomaron dos plantas con competencia completa por parcela. A cada planta se le separaron los órganos vegetativos (hojas, tallos y ramas) y los reproductivos. Para el secado de estos órganos, los tallos y ramas, las hojas, y los frutos se colocaron en bolsas de papel por separado y se sometieron a secado en estufa marca “Felisa” a una temperatura de 65 °C durante 72 horas, después de lo cual se obtuvo su peso seco, la suma de éstos representó el peso seco total por planta (rendimiento biológico). El área foliar por planta (AF), se determinó tomando muestras de láminas foliares de área foliar conocida, formando grupos de diferentes tamaños de área foliar ascendente, A cada grupo de área foliar conocida se les determinó el peso seco (PS). Con la información obtenida se realizó un análisis de regresión simple en la cual la variable dependiente (Y) fue el AF y la variable independiente (X) el PS de las muestras. La ecuación de regresión resultante fue:

$$y = 50.99 + 70.69x$$

Con los valores de materia seca de las láminas foliares, materia seca total, área foliar y del intervalo de tiempo entre muestreos, se calcularon los siguientes índices de crecimiento propuestos por Radford (1967) y Hunt (1982; 1990):

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC). Mide la ganancia de biomasa vegetal en el área de superficie ocupada por la planta por unidad de tiempo. Es aplicable a plantas que crecen juntas en cultivos cerrados.

$$TCC = P_2 - P_1 / A (t_2 - t_1), \quad (\text{g m}^{-2} \text{ día}^{-1}) \quad (1)$$

donde: A = área donde el peso seco fue registrado; P_1 = peso seco de muestra 1; P_2 = peso seco de muestra 2; t_1 = fecha de muestreo 1 expresado en días después de la siembra; t_2 = fecha de muestreo 2, en días después de la siembra.

Tasa de asimilación neta (TAN). Indica la eficiencia fotosintética promedio, individual o en una comunidad de plantas. La capacidad de la planta para incrementar su masa seca en función del área asimilatoria en periodos cortos a lo largo del ciclo de crecimiento depende del área foliar, de la disposición y edad de las hojas y de los procesos de regulación interna relacionados con la demanda de los asimilados.

$$TAN = [(PS_2 - PS_1) / (AF_2 - AF_1)] \times [(Ln_e AF_2 - Ln_e AF_1) / (t_2 - t_1)], (\text{gm}^2 \text{ dia}^{-1}) \quad (2)$$

donde: Ln_e = logaritmo natural ; PS = peso seco de las muestras en t_1 y t_2 ; AF = área foliar en el periodo t_1 y t_2 .

Relación de área foliar (RAF). Es un índice de la superficie foliar de la planta con base en la masa seca. Se define como la fracción de masa seca total que corresponde a las hojas siendo un indicador del tamaño del aparato fotosintético y se obtiene de dividir el área foliar de la planta entre el peso seco total de la misma.

$$RAF = AF/PS, (\text{cm}^2 \text{g}^{-1}) \quad (3)$$

donde: AF = área foliar; PS = peso seco total

Área foliar específica (AFE). Es una medida de la superficie foliar de la planta en términos de densidad o grosor relativo de la hoja. Se define como la relación entre el área total de la hoja y la masa del área foliar de la planta en gramos de peso seco de la hoja.

$$AFE = AF/PSAF, (\text{cm}^2 \text{g}^{-1}) \quad (4)$$

donde: PSAF = peso seco del área foliar

Relación de Peso Foliar (RPF), determina la distribución de asimilados hacia las hojas, y es un indicador de la frondosidad de la planta.

$$RPF = PSAF/PS, (\text{g g}^{-1}) \quad (5)$$

Índice de Área Foliar (IAF). Es el área foliar presente por unidad de superficie de suelo. Aumentando con el crecimiento del cultivo hasta alcanzar un valor máximo en el cual se alcanza la máxima capacidad para interceptar la energía solar, momento en que la TCC es a su vez máxima.

$$IAF = AFT/S, (\text{m}^2 \text{m}^{-2}) \quad (6)$$

donde: AFT = área foliar total; S = área de suelo ocupada

A partir de los datos de peso seco obtenidos en la superficie de muestreo, se calcularon los datos por planta y por metro cuadrado. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (SAS Inst., 2002-2003) de acuerdo con el diseño utilizado, y cuando se detectaron diferencias, en la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al ($P \leq 0.05$) de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción y Distribución de Biomasa

Al evaluar la producción de biomasa por unidad de superficie (m^2) no se detectaron diferencias estadísticas para materia seca total en las evaluaciones anuales (2008 y 2009), lo cual está acorde con las unidades calor acumuladas (UCA) durante el ciclo de crecimiento del cultivo (1707 en 2008 y 1742 UC en 2009) que comprende los meses de abril a agosto sin embargo, para espaciamiento de surco, si se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

En el espaciamiento de 0.75 m entre surcos las plantas acumularon un 24 y 18 % más materia seca en órganos vegetativos, que en los surcos espaciados a 0.50 y 0.35 m, respectivamente (Cuadro 1). Por el contrario, la acumulación de biomasa en frutos en los surco de 0.35 m fue superior en 9 y 18% a la acumulada en surcos de 0.75 y 0.50 m, respectivamente.

Las dosis de N no mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), ni influyeron en la cantidad de biomasa asignada a los órganos vegetativos y reproductivos. Lo cual reafirma la suficiencia de N, tal y como lo señalan Castellanos *et al.* (2000) quienes indican que un suelo con un contenido de

nitrógeno total de 1.1 g kg^{-1} , es suficiente para que el cultivo de algodón muestre su potencial productivo, y es de esperar que solo los cultivos de alta demanda del nutrimento o de sistema radical limitado respondan a la adición del nutrimento. Marois *et al.* (2004), sugieren que dosis de 67 a $112 \text{ kg de N ha}^{-1}$ son adecuadas para que la planta de algodón, realice sus funciones de crecimiento y productividad.

Estudios realizados por Palomo *et al.* (1999; 2003) concuerdan con los encontrados por Marois y colaboradores ya que ellos encontraron que de 80 a $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$ son suficientes para que las plantas muestren su potencial productivo.

Cuadro1. Efecto de año, distancia entre surcos y dosis de nitrógeno en la producción y distribución de biomasa. UAAAN-UL 2008-2009.

| Factor de variación | Peso seco (g m ⁻²) | | | |
|------------------------|---|-------------|---------|----------|
| | Hojas | Tallo/ramas | Frutos | total |
| | -----Año----- | | | |
| 2008 | 387.5 a† | 433.4 a | 840.3 a | 1661.1a |
| 2009 | 420.8 a | 413.2 a | 826.5 a | 1660.5 a |
| Promedios | 404.1 | 423.3 | 833.4 | 1660.8 |
| | -----Distancias entre surcos (m)----- | | | |
| 0.75 | 459.7 a | 502.2 a | 834.3 a | 1796.1 a |
| 0.50 | 355.9 b | 375.9 b | 750.4 b | 1482.2 b |
| 0.35 | 396.8 b | 391.7 b | 915.5 a | 1704.0 a |
| Promedios | 404.1 | 423.3 | 833.4 | 1660.8 |
| | -----Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹)----- | | | |
| 0 | 383.2 a | 399.7 a | 853.1 a | 1636.0 a |
| 50 | 410.5 a | 421.0 a | 901.8 a | 1733.3 a |
| 100 | 401.3 a | 428.9 a | 751.0 a | 1581.2 a |
| 150 | 421.5 a | 443.4a | 827.6 a | 1692.6 a |
| Promedios | 404.1 | 423.3 | 833.4 | 1660.8 |

†Letras similares en cada columna dentro de cada factor son estadísticamente iguales (Tukey ≤ 0.05)

Índices de Crecimiento y Distanciamientos Entre Surcos

Es importante poder expresar la producción de un cultivo en términos de crecimiento. La estimación de los índices de eficiencia en el crecimiento requiere de la medición del peso seco total de las plantas, así como de sus diferentes órganos y área foliar, en determinados intervalos de tiempo durante el desarrollo de la planta (Radford, 1967; Hunt, 1990); estas mediciones brindan una información más precisa acerca de la eficiencia de las plantas en la acumulación y transporte de asimilados que las mediciones de índole agronómica (Borrego *et al.*, 2000).

Los indicadores del crecimiento evaluados fueron la TCC, TAN e IAF. Al respecto, los análisis de varianza detectaron diferencias significativas para TCC entre espaciamientos de surco en los dos períodos evaluados. En el primer período (59-79 dds) la TCC de las plantas cultivadas en surcos de 0.75 m fue mayor que en los otros dos espaciamientos, estas diferencias pueden deberse a la distribución de las plantas en el terreno ya que la densidad poblacional ha^{-1} fue la misma sin embargo, en el segundo período (79-100 dds) las plantas cultivadas en surcos espaciados a 0.75 y 0.35 m mostraron la misma TCC (Cuadro 2). Los valores de TCC obtenidos en el presente estudio en el período comprendido de los 79 a los 100 dds son muy superiores a los reportados por Gaytan-Mascorro *et al.* (2001) quienes en estudios de distribución de biomasa en variedades precoces promediaron, entre los 71 y 85 dds, una TCC de $26.5 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

En TAN no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre espaciamientos de surco, si bien, la tendencia muestra que en el primer período (59-79 DDS) la TAN de las plantas en los surcos de 0.75 m es mayor que en los surcos de 0.35 m, sucediendo lo opuesto en el segundo período (79-100dds) Cuadro 2. La estimación de TAN ocurrida entre los 59-100 DDS fue igual en los tres espaciamientos lo cual significa que finalmente, su eficiencia fotosintética fue similar (Cuadro 2). La TAN en el desarrollo del cultivo declinó a medida que avanzó el ciclo del cultivo, corroborando así la asociación negativa existente entre el IAF y la TAN, ya que; como una consecuencia del incremento en sombreo mutuo de las laminas foliares a medida que aumenta el IAF disminuye la TAN (Orozco *et al*; 2008), evidenciando la eficiencia fotosintética que puede tener un cultivo al acortar el espacio entre surcos y el arreglo espacial que tienen las plantas (Gardner *et al.*, 1985).

En las tres fases de crecimiento del cultivo muestreadas el IAF fue mayor en los surcos de 0.75 m que en los otros dos espaciamientos, una posible causa de esta situación lo es el arreglo espacial de las plantas en el terreno ya que hubo más espacio entre ellas en los surcos de 0.75 m que en los 0.50 y 0.35 m (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distancia entre surcos y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN) e índice de área foliar (IAF) del cultivo de algodón. Torreón, Coah., México. Ciclo 2008.

| Periodo | Distancia entre surcos (m) | | | Media |
|--|----------------------------|--------|--------|-------|
| | 0.75 | 0.50 | 0.35 | |
| DDS | | | | |
| -----Tasa de crecimiento del cultivo (g m ⁻² d ⁻¹)----- | | | | |
| 59-79 | 35.4 a† | 28.8 b | 25.8b | 30.0 |
| 79-100 | 39.6 a | 28.3 b | 36.2 a | 34.7 |
| 59-100 | 34.5 a | 28.6 a | 31.0 a | 32.3 |
| -----Tasa de asimilación neta (g m ⁻² d ⁻¹)----- | | | | |
| -- | | | | |
| 59-79 | 20.4 a | 19.1 a | 17.3 a | 18.9 |
| 79-100 | 15.0 a | 13.1 a | 16.7 a | 14.9 |
| 59-100 | 17.1 a | 16.2 a | 17.4 a | 16.9 |
| -----Índice de área foliar ----- | | | | |
| 59 | 1.4 a | 1.2 a | 1.2 a | 1.3 |
| 79 | 2.2 a | 1.9 b | 1.9 b | 1.9 |
| 100 | 3.2 a | 2.5 b | 2.6 b | 2.8 |

DDS= días después de la siembra

†Letras similares en cada fila dentro de cada factor son estadísticamente iguales (Tukey ≤ 0.05).

Surcos Ultra-estrechos y el Tamaño Relativo del Aparato Fotosintético

En los componentes del tamaño relativo del aparato fotosintético la relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) y relación de peso foliar (RPF) no presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre espaciamientos de surco lo cual significa que la magnitud del aparato fotosintético permanece igual independientemente de la anchura de los surcos. Tanto RAF como RPF fueron más altos a los 59 dds y después tendieron a disminuir a medida que avanzó el desarrollo de las plantas, lo cual es natural ya que en las primeras fases del crecimiento de las plantas emplean los fotoasimilados en estructurar su aparato fotosintético y posteriormente en la producción y desarrollo de los órganos fructíferos (Escalante-Estrada, 1995). Este comportamiento fue similar a lo reportado por Orozco *et al.* (2008) a diferencia de Gaytan-Mascorro *et al.* (2001), que solo mostró diferencias en el AFE. En este estudio el AFE se mantuvo igual, independientemente de la fase de crecimiento de la planta y por tanto, el tamaño y grosor de las láminas foliares se mantuvieron inalterables a través del tiempo y estado de desarrollo del cultivo.

Los valores de RPF indican que la planta, independientemente de la anchura del surco, envía la misma cantidad de foto-asimilados a la constitución de su aparato fotosintético.

Cuadro 3. Espaciamiento de surco y la relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) y relación de peso foliar (RPF) del cultivo de algodón. Torreón, Coah., México. Ciclo 2008.

| Periodo | Distancia entre surcos (m) | | | Media |
|--|----------------------------|--------|--------|-------|
| | 0.75 | 0.50 | 0.35 | |
| DDS | | | | |
| -----Relación de área foliar (cm ² g ⁻¹)----- | | | | |
| 59 | 37.9 a† | 37.5 a | 36.6 a | 37.4 |
| 79 | 19.8 a | 20.4 a | 22.0 a | 20.7 |
| 100 | 17.5 a | 16.5 a | 16.2 a | 16.7 |
| -----Área foliar específica (cm ² g ⁻¹)----- | | | | |
| 59 | 73.6 a | 74.1 a | 74.1 a | 74.9 |
| 79 | 72.7 a | 73.0 a | 73.0 a | 72.9 |
| 100 | 72.2 a | 72.5 a | 72.4 a | 72.4 |
| -----Relación de peso foliar (g g ⁻¹)----- | | | | |
| 59 | 0.5 a | 0.5 a | 0.5 a | 0.5 |
| 79 | 0.3 a | 0.3 a | 0.3 a | 0.3 |
| 100 | 0.2 a | 0.2 a | 0.2 a | 0.2 |

DDS= días después de la siembra

†Letras similares en cada fila dentro de cada factor son estadísticamente iguales (Tukey \leq 0.05).

Índices de Crecimiento y Dosis de Nitrógeno

A diferencia del espaciamiento de surco, la dosis de N no afectó la TCC en los dos períodos evaluados. De acuerdo con Flórez *et al.* (2006) la máxima TCC ocurre cuando las plantas son suficientemente grandes o densas para explotar todos los factores ambientales en mayor grado, lo cual constata los datos obtenidos en el segundo período de crecimiento de la planta (79 a 100 dds). Al igual que la distancia de surco, la cantidad de N aplicado no afectó la TAN, manteniéndose la tendencia a que ésta disminuya a medida que se desarrolla la planta y aumenta su área foliar. El IAF mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), dentro de un misma época de muestreo. En la primera evaluación (59 dds) el mayor IAF se presentó en el tratamiento que no recibió N, el cual fue estadísticamente superior a los IAF desarrollados por los tratamientos que recibieron N. A los 79 dds sucedió lo opuesto, dado que las plantas donde no se aplicó N, obtuvieron el menor IAF (Cuadro 4). Finalmente a los 100 dds, época en que las plantas alcanzan su máxima área foliar (Orozco *et al.*, 2008), tanto el tratamiento que no recibió N como aquellos en los que se aplicaron hasta 150 kg ha^{-1} , no mostraron diferencias estadísticas en el IAF desarrollado si bien, el IAF en la dosis de $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$ fue mayor al obtenido por las otras dosis (Cuadro 4). Estos resultados no van de acuerdo con lo expresado por (McCullough *et al.*, 1994) quienes indican que el N ocasiona incrementos en el área foliar (AF) y en el IAF, lo cual puede ser producto de un mayor número y tamaño de hojas.

Cuadro 4. Dosis de nitrógeno y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN) e índice de área foliar (IAF) del cultivo de algodón. Torreón, Coah., México. Ciclo 2008.

| Periodo | Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹) | | | | Media |
|--|---|--------|--------|--------|-------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| DDS | | | | | |
| -----Tasa de crecimiento del cultivo (g m ⁻² d ⁻¹)----- | | | | | |
| 59-79 | 29.6 a† | 30.6 a | 29.8 a | 30.0 a | 30.0 |
| 79-100 | 32.8 a | 33.5 a | 34.3 a | 30.3 a | 32.7 |
| 59-100 | 31.2 a | 32.0 a | 32.0 a | 30.2 a | 32.3 |
| -----Tasa de asimilación neta (g m ⁻² d ⁻¹)----- | | | | | |
| 59-79 | 19.5 a | 17.9 a | 20.0 a | 18.3 a | 18.9 |
| 79-100 | 15.1 a | 16.3 a | 14.6 a | 13.7 a | 14.9 |
| 59-100 | 15.6 a | 17.6 a | 18.5 a | 15.9 a | 16.9 |
| -----Índice de área foliar----- | | | | | |
| 59 | 1.4 a | 1.3 b | 1.1 b | 1.4 a | 1.3 |
| 79 | 1.7 b | 2.1 a | 2.1 a | 2.0 b | 2.0 |
| 100 | 2.7 a | 3.0 a | 2.7 a | 2.7 a | 2.8 |

DDS= días después de la siembra

†Letras similares en cada fila dentro de cada factor son estadísticamente iguales (Tukey ≤ 0.05).

El Nitrógeno y la Magnitud del Aparato Fotosintético

Únicamente en la evaluación efectuada a los 79 dds el estimador de RAF mostró diferencias estadísticas entre dosis de N, donde el tratamiento que no recibió fertilizante nitrogenado presentó la menor área foliar por peso seco total de la planta, lo cual se mantuvo en la evaluación realizada a los 100 dds. Lo anterior es un efecto de la falta de N ya que la planta lo concentró más en los otros órganos vegetativos y reproductivos y corrobora lo encontrado por Sarmah *et al.* (1994), quienes señalan que las hojas son el primer órgano afectado por una deficiencia. En las estimaciones realizadas a los 59 y 100 dds todos los indicadores relativos del tamaño del aparato fotosintético no fueron afectados por la cantidad de N aplicado (Cuadro 5). Como ya se indicó en el caso de espaciamientos de surco, los valores de RAF y AFE tienden a disminuir a medida que avanza el desarrollo de las plantas y como esto también sucede con TAN se infiere que los tres indicadores obedecen a cambios en el IAF, o sea, a medida que incrementa el IAF disminuyen la RAF, AFE y TAN (cuadros 4 y 5). Los valores de RPF en la mayoría de las dosificaciones de N, a través del desarrollo del cultivo, fueron similares lo cual demuestra que la planta, independientemente de la cantidad de N aplicado, regula y distribuye equitativamente en sus órganos, los fotoasimilados que produce.

Cuadro 5. Dosis de nitrógeno y la relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) y la relación de peso foliar (RPF) del algodón. Torreón, Coah., México. Ciclo 2008.

| Periodo | Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹) | | | | Media |
|---------|--|--------|--------|--------|-------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| DDS | | | | | |
| | -----Relación de área foliar (cm ² g ⁻¹)----- | | | | |
| 59 | 36.0a† | 38.7 a | 38.5 a | 36.0 a | 37.3 |
| 79 | 16.9 b | 22.2 a | 23.3 a | 20.5 a | 20.7 |
| 100 | 16.6 a | 16.6 a | 16.7 a | 17.1 a | 16.7 |
| | -----Área foliar específica (cm ² g ⁻¹)----- | | | | |
| 59 | 73.6 a | 73.8 a | 74.5 a | 73.7 a | 73.9 |
| 79 | 73.2 a | 72.7 a | 72.8 a | 72.9 a | 72.9 |
| 100 | 72.4 a | 72.2 a | 72.4 a | 72.4 a | 72.4 |
| | -----Relación de peso foliar (g g ⁻¹)----- | | | | |
| 59 | 0.5 a | 0.5 a | 0.5 a | 0.5 a | 0.5 |
| 79 | 0.2 b | 0.3 a | 0.3 a | 0.3 a | 0.3 |
| 100 | 0.2 a | 0.2 a | 0.2 a | 0.2 a | 0.2 |

DDS= días después de la siembra

†Letras similares en cada fila dentro de cada factor son estadísticamente iguales (Tukey ≤ 0.05)

Rendimiento

El análisis estadístico del rendimiento obtenido en los años bajo estudio, no manifestó diferencias significativas entre años, dosis de N, o en las interacciones de año con espaciamiento de surco y dosis de N, pero si las hubo para distancia de surcos donde el mejor rendimiento promedio se obtuvo con la distancia de 0.35 m el cual superó en 16 y 44 % al rendimiento obtenido en surcos espaciados a 0.50 y 0.75 m (testigo), respectivamente.

Estos resultados corroboran los obtenidos por Estrada *et al.* (2008) y Gerik *et al.* (1998). Éste investigador y sus colaboradores al evaluar la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos reportan incrementos en rendimientos hasta de 37 %, donde además, se acortó en 12 días el ciclo del cultivo, en comparación con la siembra en surcos de 0.76 m.

Aun cuando no se reflejo respuesta a las aplicaciones de N, por el hecho de contar con cantidad suficiente de N residual (11%), de acuerdo con Castellanos *et al.* (2000), la tendencia muestra que la máxima producción de algodón se obtiene con la aplicación de 100 kg de N ha⁻¹, lo cual confirma los resultados obtenidos por Palomo *et al.* (2004).

Cuadro 6. Efecto de año, distancia entre surcos y dosis de N en el rendimiento de algodón. UAAAN-UL 2008-2009.

| Factores | Rendimiento de algodón (kg ha ⁻¹) | | | |
|---|---|-----|--------|-----|
| | Hueso | (%) | Pluma | (%) |
| Año | | | | |
| 2008 | 9394 a† | | 4045 a | |
| 2009 | 9061 a | | 3804 a | |
| Media | 9227 | | 3924 | |
| Distancias entre surcos (m) | | | | |
| 0.75 | 7659 c | 100 | 3262 c | 100 |
| 0.50 | 8937 b | 116 | 3795 b | 116 |
| 0.35 | 11086 a | 144 | 4716 a | 144 |
| Media | 9227 | | 4151 | |
| Dosis de nitrógeno (kg ha ⁻¹) | | | | |
| 0 | 9215 a | 100 | 3925 a | 100 |
| 50 | 9027 a | 98 | 3884 a | 99 |
| 100 | 9687 a | 105 | 4093 a | 104 |
| 150 | 8981 a | 97 | 3796 a | 97 |
| Media | 9227 | | 3924 | |

†Letras similares en cada columna dentro de cada factor son estadísticamente iguales Tukey ($P \leq 0.05$)

Es normal obtener diferentes rendimientos a través de los años por causas como: diferencias en las condiciones climatológicas prevalecientes

durante el ciclo del cultivo, calidad del suelo y manejo del mismo (Palomo *et al.*, 2004). Por otro lado también, se ven influenciados por las diferencias en unidades calor (UC), las cuales son una medida en cantidad de los acumulados de energía calorífica en la planta presentes durante el día a través del ciclo de crecimiento y los cuales se han usado para describir el desarrollo del los cultivos (Peng *et al.*, 1989; Wanjura y Supak, 1985). Sin embargo ante estas condiciones las diferencias en temperatura y UC acumuladas entre ciclos 2008 y 2009 fue mínima (Cuadro 7), y no puede ser un factor de diferencia tal y como lo muestran los rendimientos obtenidos.

Cuadro 7. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas y unidades calor acumuladas mensualmente y durante el ciclo del cultivo. UAAAN-UL. 2008 y 2009.

| Factor | Máxima | Mínima | UC | UCA | Máxima | Mínima | UC | UCA |
|--------|--------------------|--------|-----|------|--------------------|--------|-----|------|
| Meses | -----Año 2008----- | | | | -----Año 2009----- | | | |
| Abril | 32.8 | 13.6 | 263 | 263 | 32.3 | 13.7 | 225 | 225 |
| Mayo | 34.3 | 18.0 | 330 | 593 | 34.3 | 19.4 | 351 | 576 |
| Junio | 36.1 | 22.5 | 413 | 1006 | 35.3 | 21.2 | 383 | 959 |
| Julio | 33.1 | 21.0 | 368 | 1374 | 35.3 | 22.7 | 419 | 1378 |
| Agosto | 32.2 | 20.3 | 333 | 1707 | 33.6 | 20.9 | 364 | 1742 |

U.C.= unidades calor acumuladas mensualmente.

U.C.A.= unidades calor acumuladas

CONCLUSIONES

No hubo diferencias anuales para la acumulación de materia seca por unidad de superficie (m^2) ni en la asignación a órganos vegetativos y fructíferos. En los surcos de 0.75 m las plantas acumularon mayor cantidad de materia seca (MS) en los órganos vegetativos que en los otros dos espaciamientos. En los surcos de 0.75 y 0.35 m la cantidad de MS asignada a los órganos fructíferos fue estadísticamente igual, pero con ventaja para los surcos de 0.35 m. La distancia entre surcos no afectó la magnitud del aparato fotosintético tal y como lo manifiestan los valores de RAF, AFE y RPF. La dosis de N no influyó en el rendimiento, en la producción y distribución de MS, ni en la TCC, TAN o IAF, así como tampoco en los índices que indican el tamaño del aparato fotosintético.

LITERATURA CITADA

- Baskerville, G. L. and P. Emin. 1969. Rapid estimation of heat unit accumulation from maximum and minimum temperatures. *Ecol.* 50:514-517.
- Berdnarz, C. W., S. M. Brown, and M. J. Bader. 1999. Ultra narrow row cotton research. p. 580. *In: Proc. Beltwide Cotton Conf.* Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council of America. Memphis, TN, USA.
- Boquet, D. J. 2005. Cotton in ultra-narrow row spacing: Plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agron. J.* 97:279-287.
- Boquet, D.J., W.J. Thomas, and R.E. A. Brown. 1998. Nitrogen fertilizer rates and plant density for cotton planted in a 10-inch row spacing. p. 674-676. *In: Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.* National Cotton Council of America. Memphis, TN, USA.
- Borrego, F., J. Fernandez, A. Lopez, V. Parga, M. Murillo y A. Carvajal. 2000. Análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agron. Meso.* 11:145-149.

- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle-Bueno y A. Aguilar-Santelises. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. Celaya, Guanajuato, México.
- Clawson, E. L., J. T. Cothren, and D.C. Blouin. 2006. Nitrogen fertilization and yield of cotton in ultra-narrow and conventional row spacings. *Agron. J.* 98:72-79.
- Clawson, E. L., J. T. Cothren, D.C. Blouin, and L.S. Jason. 2008. Timing of maturity in ultra narrow and conventional row cotton as affected by nitrogen fertilizer rate. *Agron. J.* 100:421-431.
- Escalante-Estrada, J. A. 1995. Aprovechamiento del recurso agua en cultivos de secano. p. 28-32. *In: Agroproductividad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.*
- Estrada, T. O., A. Palomo-Gil, A. Espinoza-Banda, S. Rodríguez-Herrera, N. Rodríguez-Torres. 2008 Rendimiento y calidad de fibra del algodón cultivado en surcos ultra-estrechos. *Rev. Fitotec. Mex.* 31:79-83.
- Florez, V., D. Miranda, B. Chaves, L. Chaparro, C. Cárdenas y A. Farías. 2006. Parámetros considerados en el análisis de crecimiento en rosa y clavel en los sistemas de cultivo en suelo y en sustrato. *In: Florez, V., A. De la C. Fernández., D. Miranda., B. Chaves y J.M. Guzmán (eds.). Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Bogota.*
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1985. Carbon fixation by crop canopies. p. 31-57. *In: Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press, USA.*
- Gaytán-Mascorro, A., A. Palomo-Gil y S. Godoy-Avila. 2001. Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Rev. Fitotec. Mex.* 24:197-202.
- Gerik, T. J., R. G. Lemon, K. L. Faver, T. A. Hoelwryn, M. Jungman. 1998. Performance of ultra- narrow row cotton in central Texas. p. 1406-1409. *In: Proc. Beltwide Cotton Conference. San Diego CA, 5-9 Jan. 1998. National Cotton Council, Memphis, TN, USA.*
- Hearn, A. B. 1969. The growth and performance of cotton in a desert environment. II. Dry matter production. *J. Agric. Sci. Camb.* 73:75-86
- Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Publishers, London.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. London UNWIN HYMAN: 112

- Jost, P. H., and J. T. Cothren. 2000. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacings. *Crop Sci.* 40:430-435.
- Jost, P. H., and J. T. Cothren. 2001. Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. *Crop Sci.* 41:1150-1159.
- Kerby, T. A., K. G. Cassman, M. Keerly. 1990. Genotypes and plant density for narrow rows cotton systems. I. Height, nudes, earliness, and location of yield. *Crop Sci.* 30:644-649.
- Larson, J. A., B. C. English, C. O. Gwathmey, and R. M. Hayes. 1997. Economic feasibility analysis of ultra-narrow row cotton in Tennessee. p. 315-317. *In: D. Richter and P. Dugger (ed.). Proc. of Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council of America. Memphis, TN, USA.*
- Marois, J. J., D. L. Wright, P. J. Wiatrak, and M. A. Vargas. 2004. Effect of row width and nitrogen on cotton morphology and canopy microclimate. *Crop Sci.* 44:870-877.
- McConnell, J. S., R. C. Kirst-Jr, R. E. Glover, and R. Benson. 2002. Nitrogen fertilization of ultra-narrow row cotton. p. 129-132 *In: D. M. Oosterhuis (ed.). Summaries of Arkansas Cotton Research. 2001. Arkansas Agricultural Experiment Station, Research Series 497.*
- McCullough, D. E., Ph. Girardin, M. Mihajlovic, A. Aguilera, and M. Tollenaar. 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. *Can. J. Plant Sci.* 74: 471-477.
- McFarland, M. L., R. G. Lemon, D. J. Pigg, F.J. Mazac-Jr., and A. Abrameit. 2000. Nitrogen management in ultra-narrow row cotton. p. 1437-1439. *In: D. Richter and P. Dugger (ed.) Proc. of Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council of America. Memphis, TN, USA.*
- Meredith, W.R. Jr. and R. Wells. 1989. Potential for increasing cotton yields through enhanced partitioning to reproductive structures. *Crop Sci.* 29: 636-639.
- Mohamad, K. B., W. P. Sopenfield, and J. M. Poehlman. 1982. Cotton cultivars response to plant populations in a short season, narrow-row cultural system. *Agron. J.* 74: 619-625.
- Nichols, S. P., C. E. Snipes, and M. A. Jones. 2004. Cotton growth, lint yield, and fiber quality as affected by row spacing and cultivar. *J. Cotton Sci.* 8:1-12.
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT. 2000. Diario Oficial de la Federación. Diciembre 2002. Mexico, D.F.

- Orozco-Vidal, J. A., A. Palomo-Gil, E. Gutiérrez-Del Río, A. Espinoza-Banda y V. Hernández-Hernández. 2008. Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. *Terra Latinoa*. 26:29-35.
- Palomo-Gil, A., A. Gaytán-Mascorro, R. Faz-Contreras, D. G. Reta-Sánchez, E. Gutiérrez Del Río. 2004 Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Terra Latinoa*. 22:299-305.
- 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. *Rev. Fitotec. Mex* 26: 167-171.
- Palomo-Gil, A., S. Godoy, J. F. Chávez. 1999. Ahorro en la fertilización nitrogenada con nuevas variedades de algodón. *Agrociencia* 33:451-455.
- Peng, S., D. R. Krieg, and S. K. Hicks. 1989. Cotton lint yield response to accumulated heat units and soil water supply. *Field Crops Res.* 19:253-262.
- Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. *Crop Sci.* 7:171-175.
- Reddy, K. R., H. F. Hodges, and V. R. Reddy. 1992. Temperature effects on cotton fruit retention. *Agron. J.* 84:26-30.
- Sarmah, P. C., S. K. Katyal, and A. S. Faroda. 1994. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars to fertility level and plant population. *Indian Agron. J.* 39:76-78.
- SAS Institute. 2002-2003. The SAS system for Windows. Version 9.1. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- Supak, J. R. 1984. Understanding and using heat units. p.15-19. *In: Proc. Western Cotton Prod. Conf.* Oklahoma, City. OK.13-14 Aug. 1984. Western Cotton Production Conf. Memphis, TN, USA.
- Unruh, B. L., and Silvertooth. 1996. Comparison between an upland and pima cotton cultivars. II. Nutrient uptake and partitioning. *Crop Sci.* 24:863-868.
- Wanjura, D.F. and J. R. Supak. 1985. Temperature methods for monitoring cotton development. p. 369-372. *In: Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.* New Orleans, LA. 6- 11 Jan. 1985. National Cotton Council of America, Memphis, TN, USA.
- Wells, R., and W. R. Meredith Jr. 1984. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. II. Reproductive dry matter partitioning. *Crop Sci.* 24:863-868.

CONCLUSIONES GENERALES

Anualmente no se presentaron diferencias en el rendimiento de algodón ni el peso del capullo, pero sí en los componentes de rendimiento (porcentaje de fibra, índice de semilla, longitud resistencia de la fibra, y la altura del cultivo). El espaciamiento de 0.35 m rindió 24 % más algodón hueso y pluma que el de 0.50 m, y un 44% más que el de 0.75 m. El espaciamiento de los surcos no afectó el peso de capullo ni el porcentaje de fibra, pero sí el índice de semilla. Debido a que la cantidad de N residual era suficiente para un buen desarrollo del cultivo, la dosis de N no afectó el rendimiento ni sus componentes así como tampoco la calidad de la fibra, sin embargo aun cuando no se obtuvieron significancias en la actividad de clorofila del cultivo, se pudo observar el incremento contenido a medida que avanzo el ciclo.

En la acumulación de materia seca por unidad de superficie (m^2), no hubo diferencias anuales, ni en la asignación a órganos vegetativos y fructíferos. Se presento una mayor acumulación de materia seca (MS) en los órganos vegetativos en los surcos de 0.75 m que en los otros dos espaciamientos. En los surcos de 0.75 y 0.35 m la cantidad de MS asignada a los órganos fructíferos fue estadísticamente igual, pero con ventaja para los surcos de 0.35 m. La distancia entre surcos no afectó la magnitud del aparato fotosintético tal y como lo manifiestan los valores de RAF, AFE y RPF. La dosis de N no influyó en el rendimiento, en la producción y distribución de MS, ni en la TCC, TAN o IAF, así como tampoco en los índices que indican el tamaño del aparato fotosintético.

LITERATURA CITADA

- 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., Sadras, V. 2000. Bases para el manejo del maíz, girasol y soja. Unidad Integrada FCA-INTA Balcarce. Advanta semillas. Editorial Medica Panamericana S. A. 443 p.
- Anjum, F. H., A, Tanveer, R. Ahmad, A. Ali, M. A. Nadeem, and M. Tahir. 2007. Response of cotton (*Gossypium hirsutum*) to split application of nitrogen and weed control methods. *Ind. J. of Agri. Sci.* 77: 224-9.
- Atwell, S.D. 1996. Influence of ultra narrow row on cotton growth and development. p. 1187-1188. *In: Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. *Natl. Cotton Counc. Am.*, Memphis, TN.
- Baker, S.H. 1976. Response of cotton to row patterns and plant populations. *Agron. J.* 68:85-88.
- 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.
- Booman, R. K., E. R. Raun, R. L. Westerman, J. C. Banks. 1995. Nitrogen by environment interactions in long term cotton production. p. 1300-1303 *In: Proc. Beltwide Cotton Conferences.* D. A. Ritchter., J. Armour, (eds). Jan. 4-7, San Antonio, Texas.
- Boquet, D. J. 2005. Cotton in ultra-narrow row spacing: Plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agron. J.* 97:279–287.
- Bordallo, N., J. A., y García C. 1986. Componentes de la calidad de fibra del algodónero y factores que le afectan. Resumen día del algodónero CIAN-CELALA-SARH. Matamoros, Coah., pp:33.
- Bradow, J. M., and G. H. Davidonis. 2000. Quantitation of fiber quality and the cotton production–processing interface: A physiologist's perspective. *Journal of Cotton Science* 4:34–64.
- Bullen, S.G., and B. Brown. 2000. Economic evaluation of ultra narrow on a whole farm basis. p. 287–289. *In: P. Dugger and and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4–8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.

- Carranza, C., O. Lancho, D. Miranda, y B. Chávez. 2009. Análisis de crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) 'Batavia' cultivada en un suelo salino de la sabana de Bogotá. *Agron. Colomb.* 27: 41-48
- Cawley, N. K. E., R. Wells, and A. Stewart. 2002. Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12 Jan. 2002. Natl. Cotton Council, Memphis TN.
- Endrizzi J. E.; E. L. Turcotte, and R. J. Kohel. 1984. Qualitative genetics, cytology and cytogenetics. Cotton, Agronomy Monograph No. 24, Madison.
- Espinoza-Arellano, J.J., H. S. González, I. O. Castillo, y M. P. Rodríguez. 2009. Planeación de la investigación de la INIFAP en la Comarca Lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos agrícolas de la región. *Revista Mexicana de Agronegocios* 13: 758-773.
- Ferrer-Pereira, H.E., J.R. Mendez-Natera, N.C. Alcorces de Guerra. 2007. Longitudes cromosómicas de dos cultivares de *Gossypium hirsutum* L. y dos ecotipos de *Gossypium barbadense* L. *Acta Biol. Par. Curitiba* 36:151-173.
- Fowler, J. L., y L. L. Ray. 1977. Response of two cotton genotypes to five equidistant spacing patterns. *Agron. J.* 69:733-738
- Galanopoulou-Sendouka S., A. G. Sficas, N. A. Fotiadis, A. A. Gagianas, and P. A. Gerakis. 1980. Effect of population density, planting date, and genotype on plant growth and development of cotton. *Agronomy Journal* 72:347-353.
- Gardner, F.P., R. B. Pearce, and Mitchel, R.L. 1985. Carbon fixation by crop canopies. p. 31-57. *In: Physiology of Crop Plants.* Iowa State University Press, USA.
- Gaylor, M. J., G. A. Buchanan, F. R. Guilliland, and R. L. Davis. 1983. Interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. *Agron. J.* 75: 903-907.
- Gaytán, M. A., A. Palomo-Gil, D. G. Reta-Sánchez, S. Godoy-Ávila, y E. A. García-Castañeda. 2004. Respuesta del algodón cv. Cian Precoz 3 al espaciado entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *PHYTON Rev. Int. Bot. Exp.* 53:57-67.
- Gaytán-Mascorro, A., A. Palomo-Gil, y S. Godoy-Avila. 2001. Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 24:197-202.

- Gerik, T. J., B. S. Jackson, C. O. Stockle, and W. D. Rosenthal. 1994. Plant nitrogen status and boll load of cotton. *Agron. J.* 86: 514-518.
- Gerik, T. J., R. G. Lemon, K. L. Faver, T. A. Hoelewyn, and M. Jungman. 1998. Performance of ultra-narrow row cotton in central Texas. p. 1406–1409. *In*: P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.* San Diego, CA. 5–9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- González, E. A., S. Godoy, E. A. García, A. Gaytan, J. J. Espinoza, R. Martínez, y S. Wood. 2003. Impacto económico del sistema de producción de algodón en surcos estrechos. *Publicación técnica No. 2*, ISBN 968-5580-14-6. Serie: Estudios de evaluación del impacto económico de productos del INIFAP. México, D.F.
- Guerra, E. 1953. Historia de la Laguna. Primer siglo agrícola algodonnero. Página 12. Tomo II. Fondo Editorial Lagunero. Torreón, Coahuila. México.
- Hearn A. B. 1969. The growth and performance of cotton in a desert environment. II. Dry matter production. *J. Agric. Sci. Camb.* 73:75-86
- Heitholt, J. J., W. T. Pettigrew, and W. R. Meredith Jr. 1993. Growth, Boll Opening Rate, and Fiber Properties of Narrow Row Cotton. *Agron. J.* 85:590-594.
- Heitholt, J.J., W.T. Pettigrew, and W.R. Meredith, Jr. 1992. Light interception and lint yield of narrow-row cotton. *Crop Sci.* 32:728-733.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. *Plant growth analysis for beginners.* London UNWIN HYMAN: 112.
- Johnson, R. E., V. T. Walhood, and D. L. West. 1973. Short season cotton in the San Joaquin Valley. *Cal. Agric.* 27:14-15.
- Jones, M.A., C. E. Snipes, and G.R. Tupper. 2000. Management systems for transgenic cotton in ultra-narrow rows. p. 714–717. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4–8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Jost, P. H., and J. T. Cothren. 2000. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing. *Crop Sci.* 40: 430-435.
- Jost, P. H., and J. T. Cothren. 2001. Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. *Crop Sci.* 41:1150–1159.
- Kandil, A. A., M.A. Bawai, S. A. EL-Moursy, and U. M. A. Abdou. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on 1:

- Growth attributes of Sugar Beet (*Beta vulgaris*, L.). Scientific J. of King Faisal Uni. 5: 1425.
- Karnei, J. R. 2005. The agronomics and economics of 15-inch cotton. p. 601. *In* proc. Beltwide Cotton Conf., New Orleans, LA. 4-7 Jan. 2005. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Kerby, T. A., K. G. Cassman, M. Keerly. 1990. Genotypes and plant density for narrow rows cotton systems. I. Height, nudes, earliness, and location of yield. *Crop Sci.* 30:644-649.
- 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, 1179 p.
- 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. 31,102 – 1105 p.
- McAlister, III., D. D. 2001. Comparison of ultra-narrow row and conventionally grown cottons. *Appl. Eng. Agric.* 17:737–741.
- 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.
- Medina, M. C, y P. C. Ríos. 2001. Contaminación por nitratos en agua, suelo y cultivos de la Comarca Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 2: 9-14.
- Mohamad, K. B., W. P. Sappenfield, J. W. Pohelman. 1982. Cotton cultivars response to plant population in a short season narrow-row cultural system. *Agron. J.* 74:619-625.
- Nichols, S. P., C. E. Snipes, and M. A. Jones. 2004. Cotton growth, lint yield, and fiber quality as affected by row spacing and cultivar. *J. Cotton Sci.* 8:1-12.
- Orozco-Vidal, J. A., A. Palomo-Gil, E. Gutiérrez-Del Río, A. Espinoza-Banda, y V. Hernández-Hernández. 2008. Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. *Terra Latinoamericana* 26:29-35.
- Palma-López, D. J., S. Salgado-García, J. J. Obrador-Olan, A. Trujillo-Narcia, L. del C. Lagunes-Espinoza, J. Zavala-Cruz, A. Ruiz-Bello, y M. A. Carrera-Martel. 2002. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilización en caña de azúcar. *Terra* 20:347-358.

- Palomo, G. A., A. Gaytan, M. y S. Godoy, A. 2001. Efecto de los riegos de auxilio y densidad de población en el rendimiento y calidad de fibra del algodón. *Terra Latinoamericana* 19:265-271.
- 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. *Rev. Fitotec. Mex* 26: 167-171.
- Palomo-Gil, A., S. Godoy, J. F. Chávez. 1999. Ahorro en la fertilización nitrogenada con nuevas variedades de algodón. *Agrociencia* 33:451-455.
- Patel, R. H., G. Meisheri, and J. R. Patel. 1996. Analysis of growth and productivity of Indian mustard (*Brassica juncea*) in relation to FYM, nitrogen and source of fertilizer. *J. Agron. Crop. Sci.* 177:1-8.
- Perkins, R. 1998. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. P 91. *In: Proc. Belt-wide Cotton Conference. Nashville TN. 9-12 Jan. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.*
- Rangel-Lucio, J. A., G. Alcántar-González, J. Z. Castellanos-Ramos, E. García-Moya, C. Trejo-López, H. Vaquera-Huerta. 2002 Comparación de dos pruebas para diagnosticar nitrógeno en sorgo. *Terra* 20:383-390.
- Robles, S. R., 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. 170-176 p.
- Sainz-Rozas, H., y H. E. Echeverría. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502 en distintos estadios del ciclo del cultivo del maíz y el rendimiento en grano. *Revista de la Facultad de Agronomía, La plata.* 103:37-44.
- Sampathkumar, T., S. Krishnasamy, S. Ramesh, G. Prabukumar, and R., Gobi. 2006. Growth, nutrient uptake and seed cotton yield of summer cotton as influenced by drip, surface irrigation methods and mulching practices. *Research J. of Agri. and Biological Sci.* 2: 420-422.
- SIAP-SAGARPA (2008) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Cierre de producción por cultivo (algodón), Estado Coahuila. <http://www.siap.gob.mx/>.
- SIAP-SAGARPA (2009) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Cierre de producción por cultivo (algodón), Estado Coahuila. <http://www.siap.gob.mx/>.
- Snipes, C. E. 1996. Weed control in ultra-narrow row cotton — Possible strategies assuming a worst case scenario. p. 66–67. *In P. Dugger and D.*

- Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf. Nashville, TN. 9–12 Jan. 1996. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- Steglich, E.M., T.J. Gerik, J. Kiniry, J.T. Cothren, and R.G. Lemon. 2000. Change in the light extinction coefficient with row spacing in upland cotton. p. 606–608. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. 4–8 Jan. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Unruh, B.L., and J.C. Silverthooth. 1996. Comparisons between an Upland and a Pima Cotton Cultivars: II. Nutrient Uptake and Partitioning. *Agron. J.* 88: 589-595
- Villar, P. A. J. 1996. Conceptos basicos de ecofisiologia de cultivos. EEA INTA Oliveros-Santa Fe. Argentina.
- Vories, E. D., and R. E. Glover. 2006. Comparison of Growth and Yield Components of Conventional and Ultra-narrow Row Cotton. *Journal of Cotton Sci.* 10:235–243.
- Vories, E. D., T. D. Valco, K. J. Bryant, and R. E. Glover. 2001. Three-year comparison of conventional and ultra narrow row cotton production systems. *Appl. Eng. Agric.* 17:583–589.
- Wannamaker, W. K. 1971. Summary of narrow row-high population research. *Ginners Journal & Yearbook.* 61p.
- Wells, R., and W. R. Meredith Jr. 1984. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. II. Reproductive dry matter partitioning. *Crop Sci.* 24:863-868.
- Wojcij, P. 2001. Ecological impact of nitrogen fertilization. *Journal of Fruit and Ornamental Plant. Research* 117-127p.
- Worley, S., T. W. Culp, and D. C. Harrell. 1974. The relative contributions of yield components to lint yield of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Euphytica* 23:399–403.
- Zebarth, B. J., M. Younie, J. W. Paul, and S. Bittman. 2002. Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in high fertility environment. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 33:665-684.

APENDICE

ANEXO 1

Carta recepción del artículo I Revista Fitotecnia Mexicana



REVISTA FITOTECNIA MEXICANA

CARTA DE RECEPCIÓN

8 de Marzo del 2011

JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ
ESTUDIANTE DE POSTGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA, PERIFÉRICO RAÚL LÓPEZ SÁNCHEZ KM. 2,
27059, TORREÓN COAHUILA, MÉXICO
TEL. 01 (871) 729-7676

Con la presente se hace constar que se ha recibido el manuscrito propuesto para su publicación en la "REVISTA FITOTECNIA MEXICANA" intitulado:

SURCOS ULTRAESTRECHOS, DOSIS DE NITROGENO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCION DEL ALGODÓN

Autores: **JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ, ARTURO PALOMO GIL, ANA ROSA RAMÍREZ SEÑEZ, VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA, URIEL FIGUEROA VIRAMONTES, PEDRO CANO RÍOS.**

Para su evaluación, el manuscrito con clave: **RFM/11015** será enviado a dos revisores técnicos y a un editor, cuyo dictamen se hará de su conocimiento tan pronto como esté disponible.

Para que este Comité pueda iniciar dicho proceso es requisito indispensable que nos regrese la forma anexa, debidamente contestada.

Para facilitar la comunicación del caso, le agradeceré que en toda correspondencia relacionada con este manuscrito anote la clave asignada. En adición, es necesario que oportunamente nos avise de cualquier cambio de domicilio, que envíe la correspondencia por correo registrado o por servicio de paquetería especializada, y que nos proporcione su número telefónico, de preferencia con fax, y su correo electrónico.

Sin otro particular por el momento, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

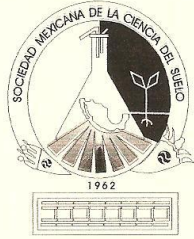
VÍCTOR A. GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
Director de la RFM

Anexo
VAGH/tlhg*

Dirección Física: Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carr. México-Texcoco, Edif. "Hernández Xolocotzi", Ofna. 319-3er Piso 56230, Chapingo, Edo. de México.
Dirección Postal: Apdo. Postal No. 21, 56230, Chapingo, Edo. de México, Tels: 01 (595) 952-1729 y 952-1500 Ext. 5795 y 1729. Fax: 01 (595) 954-6652.
Desde el D.F. al Tel. (55) 5133-1108 Ext. 1729 o 5795 Correo electrónico: revfitotecnamex@somefi.org <http://www.somefi.org>

ANEXO 2

Carta recepción del artículo II Revista Terra Latinoamericana



TERRA LATINOAMERICANA

Difusión Científica de la Sociedad Mexicana
de la Ciencia del Suelo A.C.

17 de noviembre de 2011

DR. JUAN G. CONTRERAS-MARTÍNEZ
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna
Periférico Raúl López Sánchez Km. 2
27059, Torreón Coahuila, México.

Acuso recibo de su trabajo titulado:



SURCOS ULTRAESTRECHOS, DOSIS DE NITRÓGENO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA DEL ALGODÓN

Juan G. Contreras-Martínez, Arturo Palomo-Gil, Ana R. Ramírez-Seañez, Uriel Figueroa-Viramontes, Vicente Hernández-Hernández y Oralia Antuna-Grijalva

el cual ha sido registrado con el número **1824** y será sometido a consideración del Comité Editorial de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.; para su posible publicación en la Revista TERRA LATINOAMERICANA.

Por favor hacer referencia a este número en la correspondencia subsecuente.

ATENTAMENTE

DR. MANUEL SANDOVAL VILLA
Editor