

**PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA Y  
RENDIMIENTO DEL ALGODÓN EN SURCOS  
ULTRA-ESTRECHOS.**

**POR**

**JOSÉ ISABEL PARDO CAMACHO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para  
obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**Subdirección de Postgrado**

Director de Tesis: Dr. Arturo Palomo Gil

**Torreón, Coahuila México**

**Diciembre de 2006**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA Y RENDIMIENTO DEL  
ALGODÓN EN SURCOS ULTRA-ESTRECHOS

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y  
aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**

**Comité Particular**

Asesor principal

\_\_\_\_\_  
Dr. Arturo Palomo Gil

Asesor:

\_\_\_\_\_  
MC. Miguel Palomo Rodríguez

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dr. Armando Espinoza Banda

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Subdirector de Postgrado

\_\_\_\_\_  
Dr. Jerónimo Landeros Flores

**Jefe del Departamento de Postgrado**

\_\_\_\_\_  
M.C. Gerardo Arellano Rodríguez

**Torreón, Coahuila, México**

**19 De Diciembre De 2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente le agradezco a **DIOS** que siempre ha estado conmigo en todo momento a lo largo de toda mi vida y que sin la ayuda que espiritualmente me ha brindado no sería posible llegar hasta este momento tan privilegiado en mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**), que mediante el otorgamiento de becas contribuye a la formación de Científicos y Tecnólogos de México, que coadyuven a la resolución de la problemática más demandante de nuestra sociedad

Le doy gracias a mi "Alma Mater" por todo lo que me ha dado, a mis compañeros y maestros.

En especial al Dr. Arturo Palomo Gil, que con su sabiduría y paciencia llevó este proyecto a su culminación.

A una gran persona y gran amigo M.C. Miguel Palomo Rodríguez, de quien he aprendido mucho, tanto en el terreno de lo profesional como en lo personal; gracias por sus consejos y amistad.

Gracias al Dr. Vicente Hernández, al Dr. Vicente de Paul Álvarez y al Dr. Esteban Favela Chávez, les agradezco todo el apoyo brindado a mi persona, así mismo por la gran enseñanza y amistad a lo largo de mi estancia en la Universidad.

Gracias a mis padres, hermanos y mi Señora Esposa Rita Montiel Ordaz, por el apoyo incondicional que siempre me han mostrado.

**"MIL GRACIAS"**

## DEDICATORIA

### CON TODO MI AMOR Y RESPETO:

A mis padres quienes me han sabido guiar por el difícil camino de la vida; **Sr. Sebastián Pardo Santana** y **Sra. Ma. Cruz Camacho Márquez**.

A mis hermanos y hermanas y a sus apreciables familias por todo su apoyo y comprensión que me han brindaron incondicionalmente a lo largo de mi vida; **Rita, Jaime, Manuela, José Viviano y Sebastián**.

A mi esposa **Rita Montiel Ordaz** a quien Amo Y respeto profundamente, por todo lo que a significado en mi vida.

A mis hijos **Karen, Sofía, y Brandon Alberto Pardo Montiel** a quienes amo profundamente y les agradezco por haber traído alegría y amor a mi vida con su presencia.

A mis maestros, compañeros y amigos con quienes pase momentos muy especiales e importantes en a los largo de mi estancia en mi "Alma Mater" UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA.

## INDICE DE CONTENIDO

|                                                   | Página |
|---------------------------------------------------|--------|
| <b>INDICE DE CUADROS Y FIGURAS</b> .....          | i      |
| <b>RESUMEN</b> .....                              | ii     |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                      | 1      |
| Objetivo.....                                     | 4      |
| Hipótesis.....                                    | 4      |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....           | 5      |
| Materia seca.....                                 | 5      |
| Índice de Área Foliar.....                        | 5      |
| Espaciamento entre Surcos y Poblaciones.....      | 7      |
| Descripción Fenológica de la variedad Laguna 89   | 8      |
| Dinámica de Floración.....                        | 8      |
| Producción de Capullos.....                       | 8      |
| Establecimiento de Cosecha.....                   | 9      |
| Calidad de Fibra.....                             | 9      |
| Fertilización.....                                | 10     |
| Nitrógeno.....                                    | 10     |
| Fósforo.....                                      | 12     |
| <b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....            | 13     |
| Clima Regional.....                               | 13     |
| Tratamientos.....                                 | 14     |
| Diseño Experimental.....                          | 14     |
| Material Genético.....                            | 15     |
| Preparación del Terreno.....                      | 15     |
| Siembra.....                                      | 15     |
| Aclareo.....                                      | 16     |
| Riegos de Auxilio.....                            | 16     |
| Control de Malezas.....                           | 17     |
| Control de Plagas.....                            | 17     |
| Variables Evaluadas .....                         | 17     |
| Altura de Planta.....                             | 18     |
| Inicio de Floración.....                          | 19     |
| Muestreo para Biomasa.....                        | 19     |
| Índice de Área Foliar.....                        | 20     |
| Defoliación.....                                  | 20     |
| Cosecha.....                                      | 21     |
| Análisis estadístico.....                         | 21     |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....         | 22     |
| Altura, Numero De Hojas, Frutos Y Área Foliar Por | 22     |
| Planta. IAF Y Producción De Frutos Por M2.....    | 23     |
| Producción De Biomasa.....                        | 27     |
| Asignación De Biomasa.....                        | 29     |
| Rendimiento.....                                  | 31     |
| Componentes De Rendimiento.....                   | 31     |
| <b>V. CONCLUSIONES</b> .....                      | 31     |
| <b>VI. LITERATURA CITADA</b> .....                | 32     |

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

| Cuadro No.                                                                                                                            | Página No. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Plagas y su Control.....                                                                                                           | 18         |
| 2. Distanciamiento entre surcos y altura de planta, no. de hojas, frutos y área foliar por planta de ALGODÓN UAAAN –UL 2005.....      | 25         |
| 3. Producción de hojas y fructificaciones m-2, el índice de área foliar (iaf) de algodón en surcos ultra estrechos uaaan ul 2005..... | 26         |
| 4. Peso seco m-2 de órganos vegetativos y fructíferos de algodón en surcos ultra estrechos UAAAN-UL 2005.....                         | 28         |
| 5. Asignación de fotoasimilados a órganos vegetativos y fructíferos de algodón en surcos ultra estrechos UAAAN-UL 2005.....           | 30         |
| 6. Rendimiento (kg./ha-1) y componentes del rendimiento del algodón en surcos ultra estrechos UAAAN-UL 2005.....                      | 32         |
| figura 1. Asignación de fotoasimilados a órganos vegetativos y fructíferos de algodón en surcos ultra-estrechos UAAAN - UL 2005.....  | 29         |
| figura 2. Rendimiento de algodón hueso, pluma y pacas por ha-1. en el sistema de surcos ultra-estrechos UAAAN –UL 2005.....           | 32         |

## RESUMEN

El crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para interceptar la radiación incidente y eficientemente convertirla en materia seca de órganos vegetativos y reproductivos.

El presente trabajo se llevó a cabo en 2005 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna localizado en Torreón, Coah., México (25° 32' LN, 103° 14' LW y 1120 msnm). El suelo del área experimental es de textura franco limosa, medianamente alcalino (pH de 7.85), con un 2.02 % de contenido de materia orgánica. En diseño de bloques al azar con seis repeticiones, se evaluaron los sistemas de producción siguientes:

- a. Surcos estrechos (testigo) a 75 cm (70, 000 plantas ha<sup>-1</sup> )
- b. Surcos ultra-estrechos a 50 cm ( 80,000 ha<sup>-1</sup> ).
- c. Surcos ultra-estrechos a 35 cm (98,000 plantas ha<sup>-1</sup> ).

Se trabajo con la variedad Laguna 89 sembrada el 19 de abril de 2005 y no se fertilizó. Se aplicó un riego de presembrado con una lámina de 20 centímetros, y tres riegos de auxilio con una lámina de 12 centímetros cada uno y una diferencia en días después de la siembra de 63, 81 y 102 dds,

Las plagas problema fueron pulgón del algodónero (*Aphis Gossiphii*), mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii*) y gusano soldado (*Spodoptera exigua*), los cuales fueron controlados con aplicaciones de insecticidas recomendados específicamente para cada uno de los insectos problema.

La parcela experimental total consistió de ocho surcos de cinco metros de largo y para determinar la dinámica de producción de biomasa se realizaron tres muestreos destructivos a los 67, 89 y 124 dds respectivamente y 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 (cuadros, flores y bellotas). 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 pusieron en una estufa de secado a una temperatura de 65<sup>0</sup> C durante 72 horas, después de lo cual se obtuvo su peso seco, la suma de estos representó el peso seco total por planta (rendimiento biológico). El Índice de Área Foliar (IAF) se determinó en base a peso seco de muestras de láminas foliares con dimensiones de área conocida. Además de biomasa se evaluó el rendimiento y sus componentes, como número de capullos por planta, peso de capullo, porcentaje de fibra e índice de semilla.

En los tres muestreos realizados y debido a la densidad poblacional, los surcos distanciados a 35 cm y con una densidad poblacional del 98,000 plantas por Ha.<sup>-1</sup> mostraron mayor producción de biomasa m<sup>-2</sup> y los surcos con una densidad poblacional de 70,000 plantas por ha.<sup>-1</sup> y un distanciamiento entre surcos de 75 cm, (testigo) la menor. En el último muestreo (124 dds), donde se alcanzó la mayor producción de biomasa, los surcos de 35 cm con 98,000 plantas ha<sup>-1</sup> presentaron 19 % más biomasa total y acumularon más biomasa m<sup>-2</sup> en órganos vegetativos y fructíferos que los surcos de 75 cm con 70,000 plantas ha<sup>-1</sup>. En ningún muestreo se manifestaron diferencias en el porcentaje de biomasa asignada a órganos vegetativos y fructíferos en los tres distanciamientos de surcos, aunque en el último muestreo el porcentaje de materia seca acumulada en órganos fructíferos por la distancia de 75 cm tendió a ser mayor. La siembra en surcos de 35 cm con densidad poblacional de 98,000 plantas ha<sup>-1</sup> mostró los rendimientos más altos. Este sistema de producción rindió 22 % más que el de surcos a 50 cm-80,000 plantas ha<sup>-1</sup>, y 27 % más que la siembra en surcos de 75 cm-70,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Con excepción de peso de capullo, los demás componentes del rendimiento no mostraron diferencias estadísticamente significativas. El peso del capullo tendió a decrecer a medida que se acortó la distancia entre surcos y se aumentó la densidad poblacional.

## I. INTRODUCCIÓN

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 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).

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

El crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para interceptar la radiación incidente y convertirla en materia seca. Las distintas especies vegetales difieren en la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (Andrade y sadras 2000).

La producción de materia seca, esta estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de intercepción y la eficiencia del cultivo para transformarla (Gardner *et al.*, 1985).

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

Los avances en los programas de mejoramiento genético, y otras innovaciones tecnológicas han promovido cambios en los sistemas de producción de algodón. Un ejemplo es el uso de surcos ultra-estrechos como una alternativa para disminuir costos de producción, incrementar el rendimiento, la precocidad y la calidad de la fibra, además del control del crecimiento de la planta (Prince *et al* 2002)., el concepto de surcos ultra-estrechos (surcos menores de 75 cm entre hileras) se remonta a 1920, sin embargo el uso de esta tecnología a nivel comercial es reciente y se aplica principalmente en los Estados Unidos (Perkins 1998).

en surcos ultra estrechos se obtiene el mismo rendimiento de fibra o se incrementa entre un 5 y un 11% y se han tenido reducciones del ciclo del cultivo de entre 7 y 10 días con respecto al sistema de siembra en surcos de 92 cm (Cawley *et al.*, 2002), . En un estudio preliminar en el Campo Experimental La Laguna, se determinaron diferencias fisiológicas y morfológicas entre genotipos de algodón, que indican que las nuevas variedades precoces pueden soportar mayores niveles de competencia que a los que son sometidos bajo el sistema de producción tradicional (Gaytán

*et al.*, 2001).

En un estudio con ocho cultivares de algodón transgénico, los rendimientos para algodón sembrado en surcos ultra-estrechos resultaron más altos que los obtenidos en el sistema de siembra convencional (Witten y Cothren, 2000).

Investigaciones realizadas en Carolina del Sur, demostraron que el rendimiento de algodón hueso y el rendimiento de fibra fueron diferentes dependiendo del distanciamiento entre surcos y los cultivares utilizados (Jones, 2001). Para rendimiento de algodón hueso existió interacción en distanciamiento entre surcos x cultivar. En 1999 las variedades SureGrow 125BR y Stoneville BXN47 rindieron más en surcos distanciados a 19-cm que en surcos distanciados a 38 y 97 cm . En 2000, con las variedades Stoneville 474 y Fiber Max 832 se obtuvieron los mismos resultados que en 1999. Por el contrario, en ese mismo estudio la variedad Deltapine NuCOtn 35 B se comportó mejor en surcos de 97-cm que en surcos de 19 - y 38-cm (Wright *et al.*, 2000) indicó que la mayoría de los cultivares que se siembran en altas densidades poblacionales toman una forma columnar lo cual facilita y hace más eficiente la cosecha mecánica.

**OBJETIVO:**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del sistema de producción de surcos ultra-estrechos en la producción, asignación de biomasa y rendimiento del algodón.

**HIPÓTESIS:**

Ho<sub>1</sub>: El sistema de producción de surcos ultra-estrechos no afecta el rendimiento ni la producción y asignación de biomasa de la planta de algodón.

Ho<sub>2</sub>: El sistema de producción de surcos ultra-estrechos afecta el rendimiento y la producción y asignación de biomasa de la planta de algodón.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **Materia seca**

El crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para interceptar la radiación incidente y convertirla en materia seca. Las distintas especies vegetales difieren en la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (Andrade y Sadras, 2000).

La producción de materia seca, esta estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de intercepción y la eficiencia del cultivo para transformarla (Gardner *et al.*, 1985). La eficiencia del proceso de partición y la producción de materia seca total posee gran importancia en los cultivos (Villar, 1996). Una de las manifestaciones más claras del crecimiento del cultivo está dada por el aumento del peso de las plantas y por la asignación de una diferente proporción de materia seca a los distintos órganos que la conforman (Andrade *et al.*, 1996).

### **Índice de área foliar**

La agricultura no es más que la cosecha de energía solar y su transformación a materia seca. Los cultivos eficientes tienden a invertir la mayor parte de su crecimiento temprano en expandir su área foliar, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de la radiación solar.

La intercepción de la radiación solar incidente que asegura las máximas tasas de crecimiento del cultivo, se encuentra cuando el índice de área foliar (IAF) aumenta hasta el IAF crítico, que permite captar el 95% de la radiación incidente (Andrade *et al.*, 1993; Gardner *et al.*, 1985).

Los rayos solares son vitales para el algodón y áreas con más del 50% de nubosidad no son adecuadas para este cultivo sin importar su temperatura ni su humedad (Waddle, 1984). La radiación fotosintéticamente activa es la comprendida entre las longitudes de onda de 400 y 700 nm y constituye, aproximadamente el 50% de la radiación solar total. Es la radiación utilizable en el proceso fotosintético. La intensidad de la fotosíntesis depende de la intensidad de la radiación interceptada (Larcher, 1983).

Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de esta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos. Las hojas, principales órganos responsables de la fotosíntesis e intercepción de luz, se desarrollan en el embrión de la semilla y en los tejidos meristemáticos del tallo (Miralles, 2004). Esta intercepción es función de la densidad de plantas y del arreglo espacial de estas plantas y de sus hojas en el terreno (Willey y Health, 1969; Larcher, 1983). Algunas prácticas agronómicas tales como fertilización, altas densidades de siembra y un mejor arreglo espacial de las plantas (por ejemplo surcos ultra-estrechos), son usadas para acelerar la cobertura del suelo e incrementar la intercepción de luz (Gardner *et al.*, 1985).

El IAF óptimo no es estático para un determinado cultivo, sino que cambia de acuerdo con las variaciones de la intensidad de la luz. Loomis y Williams (1969), encontraron que el IAF debe ser 3, necesario para una interceptación completa. Por otro lado Basinskii *et al.* (1975) también sostuvo que el IAF debía ser igual a 3 como mínimo para interceptar toda la radiación solar en un ambiente óptimo. Kerby *et al.* (1990) señala que un IAF de 3 en floración es óptimo, sin embargo en etapas avanzadas del cultivo es necesario alcanzar valores de 3.9.

### **Espaciamiento de surcos y densidad poblacional**

El concepto de surcos ultra estrechos (surcos menores de 75 cm entre hileras) se remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998); sin embargo el uso de esta tecnología a nivel comercial es reciente y se aplica principalmente en los Estados Unidos. En surcos ultra estrechos se obtiene el mismo rendimiento de fibra o se incrementa entre un 5 y un 11% y se han tenido reducciones del ciclo del cultivo de entre 7 y 10 días con respecto al sistema de siembra en surcos de 92 cm afirma Cawley *et al.*, (2002) pero, la calidad de la fibra puede verse afectada por diferencias entre variedades, densidades de poblaciones, espaciamiento entre surcos, efecto de año o por algunas de sus interacciones (Mohamad *et al.*, 1982).

## **Descripción Fenológica De La Variedad Laguna 89**

### **Dinámica de floración**

En promedio Laguna 89 emite sus primeras flores a los 59 días después de la siembra (dds), y a las 592 unidades calor (uc). Las últimas flores aparecen a los 123 dds (1326 uc) por lo que el periodo de floración tiene una duración de 63 días (734 uc). La mayor producción de flores ocurre entre los 20 y 35 días de iniciada la floración (cuarta y quinta semana), dependiendo de las condiciones ambientales imperantes en la primera fase de crecimiento de la planta el inicio de la floración puede adelantarse o retrasarse hasta en 6 días, en la misma situación se encuentra la duración del periodo de floración el cual puede reducirse hasta en siete semanas en años de escasa precipitación pluvial y con temperaturas superiores a los 34 °C como en 1992 o bien, prolongarse hasta once semanas en años de alta precipitación pluvial y temperaturas inferiores a los 34 °C, como en 1998 ( Palomo, 1992 )

### **Producción de capullos**

Los primero capullos aparecen a los 113 dds (1216 uc) y los últimos a los 158 dds (1708 uc) la duración de esta fase es de 49 días (500 uc). Dependiendo de las condiciones ambientales el ciclo del cultivo puede acortarse a 148 días o alargarse a 170 días (Palomo, 1992)

### **Establecimiento de cosecha (periodo de floración efectiva)**

La planta de algodón elimina en forma natural , el 65% de los botones florales que produce. Este proceso inicia con la floración y termina una semana después de que esta finaliza. De los 63 días que dura la producción de flores los más importantes, por ser en los que se establece la cosecha, son los primeros siete semanas (Palomo, 1992). El final de la floración coincide con la aparición de los primeros capullos. La duración de la fase bellota depende de las condiciones ambientales imperantes bellota durante el periodo de maduración de la cosecha, esta oscila entre los 55 a 65 días.

### **Producción de frutos y calidad de fibra**

En promedio Laguna 89 emite 43 flores por planta, de las que solo 20 (46%) llegan a capullo. El peso de capullo es de 5.2 gramos, correspondiendo 2.0 gramos al peso de la fibra y 3.2 gramos al de la semilla. Su índice de semilla (peso de 100 semillas) es de 10.6 gramos de los que se deduce que produce 30 semillas por capullo. La fibra de Laguna 89 desarrolla una longitud de 1 1/8 pulgadas, tiene una resistencia de 85.000 libras por pulgada cuadrada y su finura es de 4.3 micronaire en promedio (Palomo, 1992)

## **Fertilización**

### **Nitrógeno**

Figuroa *et al.*, indica que el nitrógeno es el elemento que demanda el algodónero en mayor cantidad para alcanzar un rendimiento adecuado. Si el suelo es deficiente en nitrógeno, se pueden observar síntomas de deficiencia en las plantas de algodónero, como son:

- Plantas más pequeñas
- Hojas de color verde pálido o amarillo
- Aumenta la caída de frutos y acelera la maduración
- Disminuye el rendimiento

Por otro lado, el exceso de N causa efectos indeseables tales como:

- Crecimiento vegetativo excesivo y retraso en la maduración
- Defoliación deficiente
- Mayor susceptibilidad a plagas y a enfermedades
- Reduce la calidad de la fibra (menor micronaire)
- Contamina el agua subterránea.

Cuando se recomienda una sola dosis de fertilización para toda una región se tienen las siguientes desventajas (Doerge *et al.*, 1991):

- No toma en cuenta el requerimiento de N del cultivo para obtener un rendimiento esperado o potencial, el cual depende de las características del suelo (potencial productivo), del clima y del manejo del cultivo.
  
- No considera las cantidades de N residual del suelo. Después de la cosecha de cualquier cultivo, queda alguna cantidad de N en el suelo y puede ser aprovechado por el cultivo siguiente. Este N residual puede ser remanente del fertilizante o N liberado por los residuos de cosecha. Las leguminosas son un caso especial, ya que fijan N del aire; un cultivo de alfalfa puede dejar en el suelo hasta 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.
  
- No toma en cuenta las cantidades de N y otros nutrimentos que aporta el agua de riego.

El requerimiento de N para algodón depende del rendimiento esperado, el cual a su vez depende del potencial productivo del suelo. En el caso de algodón se requieren 25 kg ha<sup>-1</sup> de N por cada paca de rendimiento esperado. Sin embargo, es importante realizar trabajos de investigación para validar y ajustar dichos valores en la región (Henry *et al.*, 1999; NRCS, 2000).

## Fósforo

El fósforo es el segundo nutrimento que más limita la productividad de los cultivos en suelos de zonas áridas. La dinámica del P es diferente a la del N. El N es muy móvil en el suelo y los cambios de la forma del N están gobernados por los microorganismos. En cambio, el P es prácticamente inmóvil en el suelo, debido a que se fija o se adhiere fácilmente a las partículas de suelo (Tisdale *et al.*, 1985).

La planta de algodón extrae alrededor de 7.5 Kg. ha<sup>-1</sup> de P (17 Kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) por cada paca de fibra que produce este cultivo (NRCS 2000). El P promueve el crecimiento de las raíces, le da vigor a las plantas y acelera la maduración, los síntomas de deficiencia por falta de este elemento son:

- Hojas color verde intenso o violáceo
- Tallos delgados y duros
- Menor altura de la planta

### **III. MATERIALES Y METODOS**

El experimento se realizó en 2005, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, de Torreón Coahuila. Éste Municipio forma parte la región conocida como La Comarca Lagunera, la cual se ubica geográficamente entre los 24° 48´ y 25° 42´ de latitud Norte y entre los 102° 57´ y los 103° 31´ de longitud Oeste.

#### **Clima regional**

Las condiciones climáticas que imperan en la comarca lagunera, de acuerdo a la clasificación de Thorthwaite y el Atlas Nacional del Medio Físico (1982), en el área cultivable de la región cuenta con un clima seco con deficiencia de lluvias en todas las estaciones, con un promedio de precipitación pluvial anual de 215.5 milímetros, con temperaturas semicálidas cuyo promedio anual es de 22.6°C, con invierno benigno (Ed b1 "b").

## **Tratamientos**

Se evaluaron tres sistemas de producción diferenciados por el espaciamiento entre surcos y la densidad poblacional, los cuales fueron:

- a. Surcos estrechos (testigo) a 75 cm (70, 000 plantas ha<sup>-1</sup> )
- b. Surcos ultra-estrechos a 50 cm ( 80,000 ha<sup>-1</sup> ).
- c. Surcos ultra-estrechos a 35 cm (98,000 plantas ha<sup>-1</sup> ).

Los cuales son nuevos sistemas de producción en estudio y que se les conoce como “surcos ultra-estrechos.

## **Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con seis repeticiones y tres tratamientos, los cuales fueron tres sistemas de producción con diferentes distanciamientos entre surcos, 75, 50 y 35 cm, y con distinta densidad poblacional, 70,000, 80,000 y 98,000 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente. La parcela experimental consistió de 8 surcos de 5 m de largo y como parcela útil , para evaluar rendimiento, se consideraron 2 surcos de 3 m de largo, ya que se elimino un metro de cada lado de la parcela para evitar el efecto de bordo.

## **Material genético**

Se utilizó la variedad Laguna 89 la cual es precoz y tolerante a la enfermedad conocida como “Verticillium o encueradera” ocasionada por el hongo *Verticillium dahliae* K.

## **Preparación del terreno**

Dentro de la preparación del terreno el barbecho y el rastreo no se hicieron ya que el terreno no lo ameritaba por encontrarse en buenas condiciones para el establecimiento de un cultivo, por lo que se inicio con el empareje del terreno y el levantamiento de surcos a tres distanciamientos (75, 50 y 35 cm), estas labores se realizaron entre los días 14 y 18 de abril de 2005.

## **Siembra**

La siembra se realizo de manera manual a “chorrillo” para contar con las densidades poblacionales requeridas para nuestro experimento, esta se realizó el día 19 de abril de 2005 y para obtener las densidades evaluadas la distancia real promedio entre plantas fue de 19, 25 y 29 cm, respectivamente.

## **Aclareo**

Esta labor se realizo a los 23 dds el cual consistió en dejar las poblaciones de plantas deseada para cada tratamiento que son las siguientes:

- a. Surcos estrechos (testigo) a 75 cm (70, 000 plantas ha<sup>-1</sup> )
- b. Surcos ultra-estrechos a 50 cm ( 80,000 ha<sup>-1</sup> ).
- c. Surcos ultra-estrechos a 35 cm (98,000 plantas ha<sup>-1</sup> ).

## **Sistema de riego**

El riego fue por gravedad y se aforó con sifón de 2.5" donde se determino la carga hidráulica de los sifones con una manguera de plástico, se aplico un riego de presiembra con una lamina de riego de 20 centímetros y tres riegos de auxilio a los 58, 79 y 99 días después de la siembra, con lámina de 12 centímetros cada uno, el riego de presiembra se aplico con toda anticipación en el mes de marzo para que la tierra diera "punto" dentro de la época optima para siembra.

## **Control de malezas**

Para el control de maleza de hoja ancha se realizó una aplicación del herbicida Cotoran 50 a razón de 3 L ha<sup>-1</sup>, como pre-emergente el 21 de abril y, para el control de maleza de hoja angosta se utilizó Poast a razón de 2 L ha<sup>-1</sup>, al que se le añadió también un litro de aceite agrícola como coadyuvante el 16 de mayo. Posteriormente para eliminar maleza y mantener limpio el cultivo se realizó un deshierbe manual.

## **Control de plagas**

Durante el ciclo del cultivo se tuvieron problemas con pulgón (*Aphis Gossipii*) en el mes de junio y a partir del 29 de junio hasta el 16 de agosto, con gusano soldado (*Spodoptera Exigua*) y mosquita blanca (*bemisia argentifolii*). Para el control de pulgón se realizaron tres aplicaciones de insecticida, para el control de gusano soldado se hicieron tres aplicaciones y siete para el control de mosquita blanca, las épocas de aplicación y producto utilizado se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Plagas y su control.**

| <b>Fecha</b> | <b>plaga</b>         | <b>Químico utilizado</b>                                           |
|--------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Junio 6      | pulgón               | Folimat 2 L/ ha <sup>-1</sup> .                                    |
| Junio 16     | pulgón               | Dimetoato 2 L /ha <sup>-1</sup> .                                  |
| Junio 24     | pulgón               | Furadan 2 L / ha <sup>-1</sup> .                                   |
| Junio 29     | Gusano soldado y M b | Monitor 600 (piretroide) 2 L /ha <sup>-1</sup>                     |
| Julio 8      | Gusano soldado       | Lorsban 3 L/ ha <sup>-1</sup>                                      |
| Julio 20     | Mosquita blanca      | Monitor 600 (piretroide) 3 L/ ha <sup>-1</sup>                     |
| Julio 27     | Gusano soldado y M b | Folimat 1.250 L Ha <sup>-1</sup> y 2 L/ ha <sup>-1</sup>           |
| Julio 29     | Mosquita blanca      | Folimat 1.250 L ha <sup>-1</sup> y confidor 1 L/ ha <sup>-1</sup>  |
| Agosto 1     | Mosquita blanca      | Dimetoato y Lorsban 2 L / ha <sup>-1</sup> .                       |
| Agosto 11    | Mosquita blanca      | Monitor 600 2 L /ha <sup>-1</sup> furadan 0.5 L/ ha <sup>-1</sup>  |
| Agosto 16    | Mosquita blanca      | Folimat 2 L/ ha <sup>-1</sup> y rescate 2.52 Kg./ ha <sup>-1</sup> |

### **Altura de planta**

Para evaluar el crecimiento en altura de planta a través del ciclo se realizaron ocho mediciones a los 55, 62, 69, 76, 83, 90, 97 y 103 días después de la siembra. En cada medición se tomó la altura de tres plantas por parcela<sup>-1</sup>, tomando como base los nudos cotiledonales de la planta hasta la punta de la misma.

### **Inicio de floración**

Para determinar el inicio de floración se llevo a cabo la contabilización de las flores de un surco por parcela y cuando se tuvieron 10 flores se consideró como la fecha en que inició la floración y esto ocurrió a los 57 días después de la siembra (17 de junio de 2005).

### **Muestreos para biomasa**

Para determinar la dinámica de producción de materia seca se realizaron tres muestreos destructivos, a los 67, 89, y 124, días después de la siembra (dds). En cada muestreo se cortaron dos plantas con competencia completa por parcela. A cada planta se le separaron los órganos vegetativos en tallos, ramas y hojas, y los órganos reproductivos en cuadros, flores, bellotas y capullos, de los cuales la suma de ambos representara el peso seco total por planta. Para el secado de estos órganos se colocaron en bolsas por separado y se sometieron al secado en una estufa de secado a una temperatura de 62 °C durante 72 hora.

## **Índice de área foliar**

Para medir el área foliar por planta en cada muestreo se midió el área de submuestras de láminas foliares formando grupos de diferentes tamaños y también a cada grupo se les determinó su peso seco. Con la información obtenida se realizó un análisis de regresión simple en la cual la variable dependiente (Y) fue el área foliar y la variable independiente (X) el peso seco de las submuestras. La ecuación de regresión para estimar el área foliar fue la siguiente:

$$Y = 59.31 + 124.19 (X), (R^2 = 0.999)$$

## **Defoliación**

Esta se llevo a cabo a los 164 días después de la siembra (30 de septiembre de 2005), se utilizó el defoliante DROP a razón de 1.250 Kg. ha<sup>-1</sup>, sin embargo en la primera defoliación no se obtuvieron los resultados esperados, teniendo que realizar una segunda defoliación donde se aplicaron los defoliantes DROP a razón de 3 Kg. Ha<sup>-1</sup>, y DEF a razón de 1.5 L/ ha<sup>-1</sup>, donde se obtuvieron los resultados requeridos para iniciar la cosecha. En virtud de que se utilizaron productos caducados se aumentó la dosis aplicada donde el resultado fue una buena defoliación.

## **Cosecha**

Esta se realizó de manera manual, se tomaron dos surcos centrales y se cosecharon tres metros lineales del centro, con esto se eliminó el efecto orilla al dejar un metro lineal a cada extremo de la parcela experimental. Esta se realizó a partir de los 181 días después de la siembra y se concluyó a los 185 días después de la siembra donde posteriormente se evaluó el rendimiento de algodón hueso, algodón pluma e índice de semilla.

## **Análisis estadístico**

Para el diseño experimental utilizado se realizaron análisis de varianza de todas las variables agronómicas evaluadas. Así también se realizaron pruebas de campo de medias mediante DMS al 0.05 y cuando se detectaron diferencias entre tratamientos se utilizó la DMS al 0.05 para comparar medias.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Altura, número de hojas, frutos y área foliar por planta**

En el primer muestreo, realizado a los 67 dds, los análisis de varianza mostraron diferencias significativas para altura de planta, número de hojas, número de frutos y área foliar por planta, aspecto en el que el distanciamiento de 35 cm entre surcos observó los valores más altos (Cuadro 2). En este muestreo la planta de algodón promediaba 75 cm de altura, 57 hojas, 18 fructificaciones y 2805 cm<sup>2</sup> de área foliar. En el segundo muestreo (realizado a los 89 dds) los análisis de varianza detectaron diferencias significativas para número de hojas y área foliar por planta mas no para altura y número de hojas por planta (Cuadro 2).

La planta de algodón mostró un mayor número de hojas y mayor área foliar en los surcos distanciados a 70 y 50 cm. En este punto la planta, en promedio, había alcanzado una altura de 112 cm, 114 hojas, 46 frutos y 5344 cm<sup>2</sup> de área foliar. De acuerdo con los resultados del tercer muestreo, efectuado a los 124 dds, la planta alcanzó su máximo desarrollo vegetativo y fructífero a los 89 dds, dado que a los 124 dds los valores promedio para altura de planta fueron similares a los obtenidos a los 89 dds, en cambio disminuyeron los valores para número de hojas, número de frutos y área foliar, lo cual se atribuye al envejecimiento de la planta, etapa en la que se caen las hojas y por tanto, esto se refleja en una disminución del área foliar.

El tercer muestreo se detectaron diferencias estadísticas entre surcos para área foliar por planta, aspecto en el que los surcos a 75 cm mantenían una mayor área foliar que los otros distanciamientos, lo cual sugiere que la distancia entre surcos puede afectar la duración del aparato fotosintético.

### **Índice de área foliar (IAF) y producción de frutos m<sup>-2</sup>**

En todos los muestreos los análisis de varianza para número de hojas m<sup>-2</sup> e IAF, manifestaron diferencias estadísticamente significativas entre sistemas de producción y en todos ellos, la distancia de 35 cm entre surcos con densidad poblacional de 98,000 plantas ha<sup>-1</sup> presentó los valores más altos (Cuadro 2). Algunas prácticas agronómicas tales como fertilización, **altas densidades de siembra** y un mejor arreglo espacial de las plantas (por ejemplo surcos **ultra-estrechos**), son usadas para acelerar la cobertura del suelo e incrementar la interceptación de luz (Gardner *et al*, 1985).

También, en los tres muestreos la distancia de 75 cm entre surcos- densidad de 68,000 plantas ha<sup>-1</sup> (surcos estrechos, testigo) presentó la menor producción de hojas m<sup>2</sup> y menor IAF. A los 67 dds la producción de hojas m<sup>-2</sup> era de 612 y 359, y el IAF era de 3.93 y 1.84, para los sistemas de producción de 35 cm-98,000 y 75 cm-70,000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En el segundo muestreo, realizado a los 89 dds, en todos los sistemas de producción se obtuvo la mayor cantidad de hojas y el mayor IAF, signo de que aproximadamente en estas fechas la planta llegó a su máximo crecimiento, tal y como lo indica la altura alcanzada (cuadros 2 y 3); en

este punto el sistema 35 cm-98,000 plantas ha<sup>-1</sup> presentó un IAF de 4.80 m<sup>2</sup> y superando por 1.05 m<sup>2</sup> al IAF del sistema de 75 cm-70,000 plantas ha<sup>-1</sup>. (Kerby *et al* 1990) señalan que un IAF de 3 en floración es óptimo, sin embargo en etapas avanzadas del cultivo es necesario alcanzar valores de 3.9.

En el último muestreo (124 dds) el número de hojas y por ende, el IAF tendió a disminuir lo cual indica que las plantas entraron en el proceso de envejecimiento, desprendiéndose de sus hojas más viejas.

En los tres muestreos realizados, y debido a la densidad poblacional, los sistemas de producción de surcos ultra-estrechos (siembras a 50 y 35 cm) presentaron un mayor número de fructificaciones que el de surcos estrechos (75 cm). En un estudio con ocho cultivares de algodón transgénico, los rendimientos para algodón sembrado en surcos ultra-estrechos resultaron más altos que los obtenidos en el sistema de siembra convencional (Witten y Cothren, 2000); en el primer muestreo (67 dds) las plantas solo contaban con botones florales, a los cuales también se les conoce como “cuadros” o “papalotes”, ya que recién iniciaba la floración. En promedio, a los 89 dds los botones florales m<sup>2</sup> representaban el 75 % del total de fructificaciones, el 25 % restante lo representaban las bellotas en diferentes fases de crecimiento (Cuadro 2). A los 124 dds sucedió lo contrario ya que el período de producción de botones florales prácticamente había finalizado, razón por la cual las bellotas representaban el 98 % del total de frutos.

Cuadro 2. Distanciamiento entre surcos y altura de planta, número de hojas, frutos y área foliar por planta de algodón. UAAAN -UL 2005.

| Muestreo<br>(dds) | Distancia<br>de surcos<br>(cm) | Plantas<br>por<br>ha <sup>-1</sup> | Altura<br>(cm) | Número<br>de hojas | Número<br>de frutos<br>totales | Área<br>foliar<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 67 (dds)          | 75                             | 70,000                             | 73.3 b         | 53.7 c             | 17.3 c                         | 2746 b                               |
|                   | 50                             | 80,000                             | 73.5 b         | 56.9 b             | 18.0 b                         | 2687 b                               |
|                   | 35                             | 98,000                             | 78.8 a         | 62.2 a             | 20.3 a                         | 2982 a                               |
|                   | Media                          |                                    | 75.2           | 57.6               | 18.6                           | 2805                                 |
| 89 (dds)          | 75                             | 70,000                             | 113.2 a        | 117.7 b            | 47.3 a                         | 5600 b                               |
|                   | 50                             | 80,000                             | 110.5 a        | 116.7 ab           | 51.4 a                         | 5553 b                               |
|                   | 35                             | 98,000                             | 110.8 a        | 107.0 a            | 39.7 a                         | 4878 a                               |
|                   | Media                          |                                    | 111.5          | 113.8              | 46.1                           | 5344                                 |
| 124 (dds)         | 75                             | 70,000                             | 114.0 a        | 102.9 a            | 25.9 b                         | 5362 b                               |
|                   | 50                             | 80,000                             | 111.4 a        | 95.7 a             | 25.5 ab                        | 4816 bb                              |
|                   | 35                             | 98,000                             | 111.8 a        | 87.2 a             | 23.9 b                         | 4889 a                               |
|                   | Media                          |                                    | 112.4          | 95.3               | 25.1                           | 5022                                 |

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).*

Cuadro 3. producción de hojas y fructificaciones  $m^{-2}$ , e índice de área foliar (IAF) del algodón en surcos ultra-estrechos. UAAAN-UL 2005.

| Muestreo<br>(dds) | Distancia<br>Surcos<br>(cm) | Núm.<br>de<br>Hojas | Número de fructificaciones |          |        | (IAF)  |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|----------|--------|--------|
|                   |                             |                     | Cuadros                    | Bellotas | Total  |        |
| 67                | 75                          | 359 c               | 116 b                      | -----    | 116 b  | 1.84 b |
|                   | 50                          | 458 b               | 145 b                      | -----    | 145 b  | 2.16 b |
|                   | 35                          | 612 a               | 200 a                      | -----    | 200 a  | 3.93 a |
|                   | Media                       | 476                 | 154                        |          | 154    | 2.13   |
| 89                | 75                          | 789 b               | 233 b                      | 84 b     | 317 a  | 3.75 b |
|                   | 50                          | 939 ab              | 318 a                      | 96 ab    | 414 a  | 4.47 a |
|                   | 35                          | 1053 a              | 283 ab                     | 108 a    | 391 a  | 4.80 a |
|                   | Media                       | 927                 | 278                        | 96       | 374    | 4.34   |
| 124               | 75                          | 689 a               | 2.95 b                     | 171 b    | 173 b  | 3.59 b |
|                   | 50                          | 771 a               | 7.63 a                     | 198 ab   | 205 ab | 3.88 b |
|                   | 35                          | 858 a               | 5.4 ab                     | 230 a    | 235 a  | 4.81 a |
|                   | Media                       | 773                 | 5.32                       | 199      | 204    | 4.18   |

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).*

## **Producción de biomasa**

En todos los muestreos se presentaron diferencias estadísticamente significativas para materia seca total y materia seca acumulada en los diferentes órganos de la planta. También en todos los casos, y debido a la densidad poblacional, los surcos ultra-estrechos (50 y 35 cm) produjeron una mayor cantidad de biomasa por unidad de superficie que los surcos estrechos (75 cm), siendo mejor la siembra en surcos de 35 cm con densidad poblacional de 98,000 plantas ha<sup>-1</sup> (Cuadro 3); a este respecto (Hearn, 1969) señaló que las diferencias en rendimiento entre cultivares de algodón se deben más a la capacidad asimilatoria de sus órganos reproductivos que a su capacidad fotosintética.

En el primer muestreo la cantidad promedio, de biomasa total m<sup>-2</sup> fue de 461 g de la cual 359 g correspondieron a los órganos vegetativos, de esta cantidad el área foliar acumuló 182 g. En el segundo muestreo la producción total de biomasa m<sup>2</sup> fue de 961 g, de los cuales 732 g se concentraron en los órganos vegetativos, cantidad mucho mayor a la biomasa acumulada en los órganos reproductivos (229 g), esto es explicable dado que solo se tenían tres semanas de iniciada la floración, y la mayoría de las bellotas se encontraban en plena fase de crecimiento. De los 732 g de materia seca acumulada en órganos vegetativos 345 g se concentraban en el área foliar y el resto (386 g) en tallos y ramas.

Para el último muestreo realizado a los 124 dds, la producción promedio de biomasa total  $m^{-2}$  fue de 1430 g, de la que 794 g se concentraban en los órganos vegetativos y 636 en los fructíferos (Cuadro 4). Estos resultados difieren de los encontrados por (Gaytán *et al.*, 2001) ya que en muestreo realizado a los 129 dds en la variedad Delta-pine 80 reportaron mayor acumulación de materia seca en los órganos reproductivos (579 g) que en los vegetativos (366 g).

Cuadro 4. Peso seco  $m^{-2}$  de órganos vegetativos y fructíferos de algodón en surcos ultra-estrechos. UAAAN-UL 2005.

| Fecha de muestreo (dds)* | Distancia de surcos (cm) | Tallos y ramas | Área Foliar ( $cm^2$ ) | Órganos veg. | Órganos fruct. | Peso seco total |
|--------------------------|--------------------------|----------------|------------------------|--------------|----------------|-----------------|
|                          | 75                       | 140.5 b        | 144.9 b                | 285.5        | 77.8 c         | 363.3 c         |
| 67 (dds)                 | 50                       | 163.8 b        | 170.0 b                | 333.9        | 102.5 b        | 436.4 b         |
|                          | 35                       | 226.9 a        | 231.5 a                | 458.4        | 124.9 a        | 583.4 a         |
|                          | Media                    | 177.1          | 182.1                  | 359.3        | 101.7          | 461.07          |
| 89 (dds)                 | 75                       | 320.5 b        | 298.1 b                | 618.6        | 191.2 c        | 809.8 b         |
|                          | 50                       | 404.7 a        | 356.8 a                | 761.6        | 230.6 b        | 992.2 a         |
|                          | 35                       | 433.6 a        | 382.4 a                | 816.0        | 264.2 a        | 1080.3 a        |
|                          | Media                    | 386.2          | 345.8                  | 732.1        | 228.7          | 960.8           |

---

|           |       |          |          |       |         |           |
|-----------|-------|----------|----------|-------|---------|-----------|
| 124 (dds) | 75    | 402.4 b  | 286.7 b  | 689.1 | 613.9 a | 1303.1 b  |
|           | 50    | 459.0 ab | 336.7 ab | 795.7 | 637.7 a | 1433.4 ab |
|           | 35    | 513.6 a  | 383.7 a  | 897.4 | 655.4 a | 1552.7 a  |
|           | Media | 458.3    | 335.7    | 794.1 | 635.6   | 1429.7    |

---

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).*

### **Asignación de biomasa**

A pesar de existir diferencias estadísticas en producción y asignación de biomasa, en el Cuadro 5 puede observarse que en los dos primeros muestreos (67 y 89 dds) el porcentaje de materia seca acumulada en órganos vegetativos y fructíferos fue prácticamente igual en los tres sistemas de producción. En promedio, la biomasa acumulada en órganos vegetativos representó entre el 76 y 78 % del total, situación que cambió en el último muestreo realizado (124 dds) ya que el promedio de materia seca acumulada en órganos fructíferos se elevó a un 45 % como se muestra en la siguiente figura.

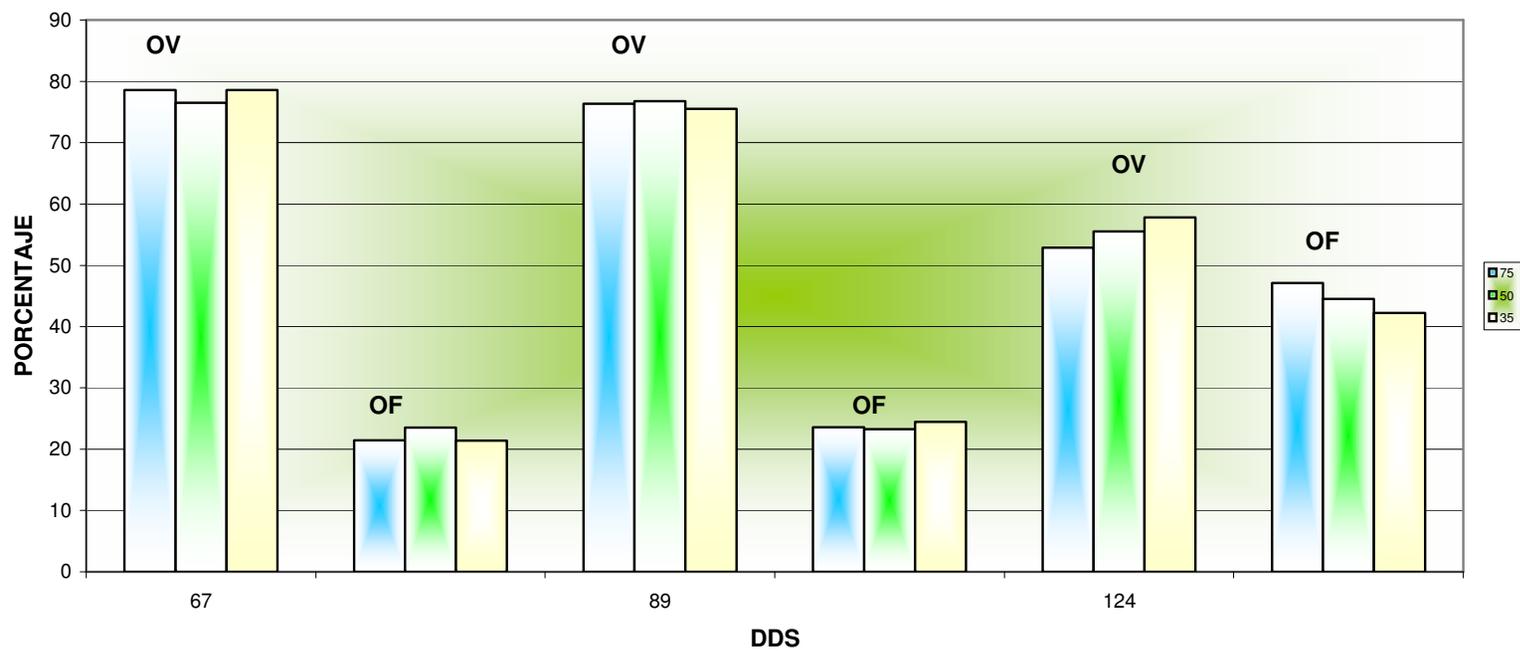


Figura 1. Asignación de fotoasimilados a órganos vegetativos y fructíferos de algodón en surcos Ultra-Estrechos. UAAAN-UL 2005.

En este muestreo se observa una disminución notable en el porcentaje de materia seca acumulada en tallos ramas y hojas, esto debido al envejecimiento de la planta que conlleva la translocación de productos de la fotosíntesis hacia los órganos fructíferos y el desprendimiento de las hojas más viejas.

Cuadro 5. asignación de fotoasimilados a órganos vegetativos y fructíferos de algodón en surcos ultra-estrechos. UAAAN-UL 2005.

| Fecha De Muestreo (dds)* | Distancia Surcos (Cm) | Tallos Y Ramas (%) | Area Foliar (%) | Órganos Vegetativos (%) | Órganos Fructíferos (%) |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 67 (dds)                 | 75                    | 38.69              | 39.88           | 78.57                   | 21.43                   |
|                          | 50                    | 37.54              | 38.97           | 76.51                   | 23.49                   |
|                          | 35                    | 38.91              | 39.68           | 78.58                   | 21.42                   |
|                          | Media                 | 38.41              | 39.51           | 77.93                   | 22.07                   |
| 89 (dds)                 | 75                    | 39.58              | 36.81           | 76.39                   | 23.61                   |
|                          | 50                    | 40.79              | 35.97           | 76.76                   | 23.24                   |
|                          | 35                    | 40.13              | 35.40           | 75.54                   | 24.46                   |
|                          | Media                 | 40.20              | 35.99           | 76.20                   | 23.80                   |
| 124 (dds)                | 75                    | 30.89              | 22.00           | 52.89                   | 47.11                   |
|                          | 50                    | 32.02              | 23.49           | 55.51                   | 44.49                   |
|                          | 35                    | 33.08              | 24.71           | 57.79                   | 42.21                   |
|                          | Media                 | 32.06              | 23.48           | 55.54                   | 44.46                   |

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).*

## **Rendimiento**

Tanto para rendimiento de algodón hueso como rendimiento de algodón pluma (fibra), se encontraron diferencias estadísticamente significativas, resultando el sistema de siembra en surcos de 35 cm y densidad poblacional de 98,000 plantas ha<sup>-1</sup> con los rendimientos más altos. Este sistema de producción rindió 22 % más que el sistema de producción de surcos a 50 cm-80,000 plantas ha<sup>-1</sup>, y 27 % más que la siembra en surcos de 75 cm-70,000 plantas ha<sup>-1</sup> (Cuadro 6). En un estudio realizado en Carolina del Sur, el rendimiento de algodón hueso y el rendimiento de fibra fueron diferentes dependiendo del distanciamiento entre surcos y los cultivares utilizados (Jones, 2001). Para rendimiento de algodón hueso existió interacción entre distanciamientos para la fuente de variación surcos x cultivar.

## **Componentes de rendimiento**

En componentes de rendimiento se evaluó el número de capullos planta<sup>-1</sup>, el peso del capullo, el porcentaje de fibra y el índice de semilla. Existen diferencias estadísticamente significativas para peso de capullo, cuadro 6. para el resto de los componentes de rendimiento no entre los sistemas de producción. El capullo más pesado se obtuvo en el sistema de producción testigo (surcos de 0.75m-70,000 plantas ha<sup>-1</sup>), y después el peso tendió a decrecer a medida que se estrechó el distanciamiento entre surcos y se aumentó la densidad poblacional (Cuadro 6)

Cuadro 6. Rendimiento (Kg. ha<sup>-1</sup>) y componentes del rendimiento del algodón en surcos ultra-estrechos. UAAAN-UL 2005.

| Distancia<br>de surcos<br>(cm) | Rendimiento de<br>algodón |         | Capullos<br>Planta <sup>-1</sup> | Peso de<br>capullo<br>(g) | % de<br>fibra | Índice<br>de<br>semilla |
|--------------------------------|---------------------------|---------|----------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|
|                                | Hueso                     | Fibra   |                                  |                           |               |                         |
| 75                             | 4568 b                    | 1761 b  | 12.1 a                           | 5.1 a                     | 38.6 a        | 10.2 a                  |
| 50                             | 4778 ab                   | 1839 ab | 13.3 a                           | 4.8 ab                    | 38.2 a        | 10.3 a                  |
| 35                             | 5833 a                    | 2250 a  | 14.1 a                           | 4.5 b                     | 38.5a a       | 10.0 a                  |
| Media                          | 5060                      | 1950    | 13.2                             | 4.8                       | 38.4          | 10.2                    |

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).*

En promedio el número de capullos por planta<sup>-1</sup> fue de 13.17, el peso de capullo fue de 4.81 g, para un porcentaje de fibra de 38.4%, el índice de semilla fue de 10.16. El índice de semilla sirve para calcular el número de semillas por kilogramo y éste es de 9842 semillas.



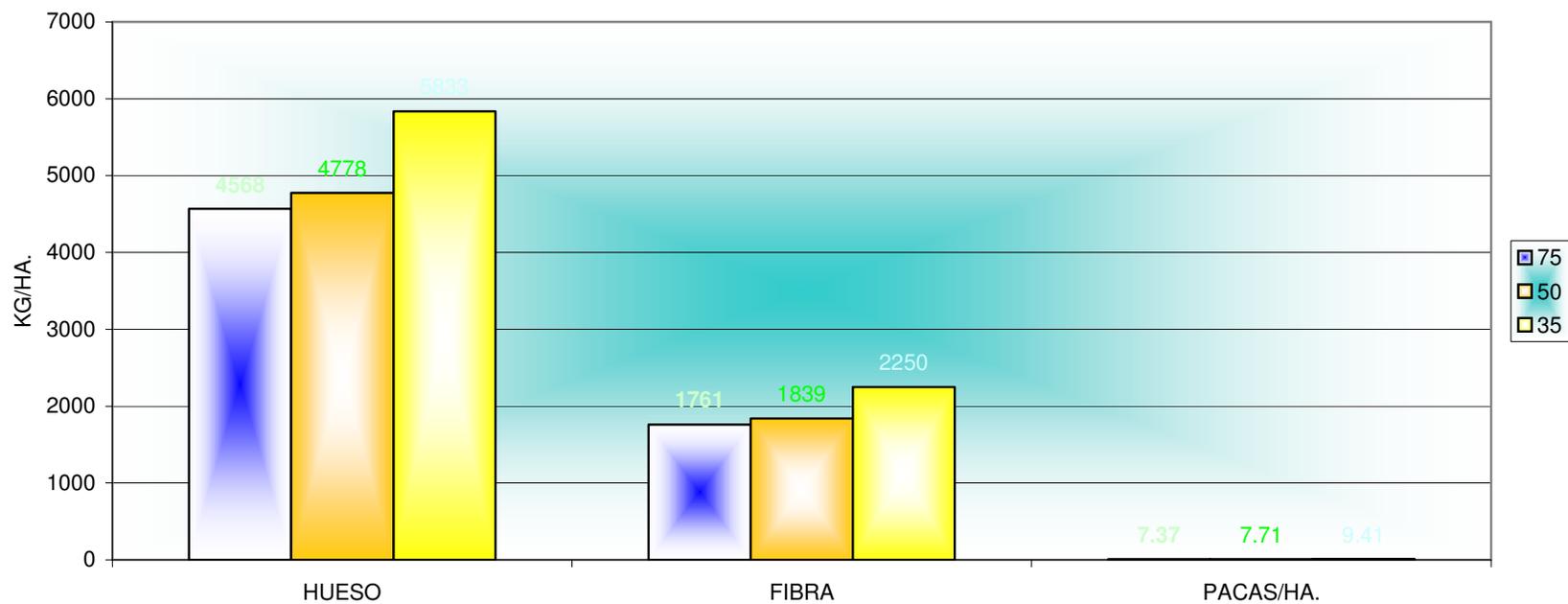


Figura 2. Rendimiento de algodón en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos UAAAN UL 2005

## V. CONCLUSIONES

Si hay respuesta en el rendimiento del algodón hueso y pluma sembrado en surcos ultra estrechos con densidades de población de 98,000 plantas por  $\text{ha}^{-1}$  comparado con 70,000 y 80,000 plantas por  $\text{ha}^{-1}$ . Por lo que podemos afirmar que el sistema de producción de surcos ultra-estrechos afecta el rendimiento, la producción y asignación de biomasa de la planta de algodón.

La producción de biomasa es directamente proporcional a la densidad de población dentro del cultivo del algodón, es decir; a mayor densidad poblacional mayor será la producción de biomasa, esto se le puede atribuir a la ausencia de diferencia estadística en altura de planta y a que en el sistema de producción C. 35 cm entre surcos y 98,000 plantas por  $\text{ha}^{-1}$  se tiene un número mayor de individuos por lo que tendremos mayor cobertura del cultivo y mayor espacio utilizado por este dentro del terreno de producción.

Se puede afirmar entonces que en surcos ultra-estrechos (distanciamiento menores a 75 cm entre surcos) se pueden obtener mayores rendimientos que en el sistema de surcos estrechos (distanciamiento de 75 cm entre surcos), llevando el mismo manejo agronómico (riegos, fertilización, aplicaciones y cosecha)

## VI. LITERATURA CITADA

1. 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.
2. Andrade, F., Sadras, V. 2000. Bases para el manejo de maíz, girasol y soja. Unidad Integrada FCA-INTA Balcarce. Advanta semillas. Editorial Medica Panamericana S.A. 443 p.
3. Andrade, F., Uhart, S.A. and Frugone, M.I. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade vs. Plant density effects. *Crop Science*, 33:482-485.
4. Basinskii, J.J. 1975. Nitrogen supply, N uptake and cotton yield. *Cotton Grow. Rev.* 52:1-10.
5. Cawley N, K Edminsten, R Wells, and A Stewart. 2002. Cotton physiology conference. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12. Natl. Cotton Counc., Memphis TN.
6. Doerge, T.A., Roth, R.L. and Gardner, B.R. 1991. Nitrogen fertilizer management in Arizona. The University of Arizona. Tucson, AZ. 87p.
7. Figueroa, V. U., Palomo R. M., Flores O. M., y Flores M. J. P. 2003. Fertilización de algodón en el Valle de Juárez, Chihuahua en base al análisis de suelo, INIFAP-Campo Experimental Valle de Juárez, Folleto técnico No. 4
8. Gardner, B.R., Pearce, R.B. y Michell, R.L. 1985. *Physiology of crops plants*. Iowa State University Press. USA.
9. Gaytán MA, A Palomo-G, S Godoy-A. 2001. Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Fitotecnia Mexicana* 24: 197
10. Hearn A. B. 1969. The growth and performance of cotton in a desert environment. II. Arizona. The University of Arizona. Tucson. AZ. 87p.
11. Henry, Ch, Sullivan, D., Robert., Dorsey, K. and Cogger, C. 1999. Managing nitrogen from biosolids. Washington State University Department of Ecology.
12. Jones, M. A. 2001. Evaluation of ultra-narrow row cotton in South Carolina. P. 522-524. in proc. Beltwide Cotton Conf., Anaheim, CA. 9-13 Jan. 2001. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.

13. Kerby, T.A., Cassman, K. and Keeley, M. 1990. Genotypes and plant densities for narrow-row cotton systems. II. Leaf area and dry matter partitioning. *Crop Science* 30:649-653.
14. Larcher, W. 1983. *Physiological Plant Ecology*. pringer-Verlag.
15. Loomis, RS and Williams, WA, 1969. Productivity and morphology of crop stands: Patterns with leaves. P.27-47. In: Larcher, W. 1983. *Physiological Plant Ecology*.
16. Miralles, D. 2004. Aspectos de la ecofisiología aplicados al manejo de cultivos. UBA – CONICET. Buenos Aires Argentina.
17. Mohamad KB, WP Sappenfield, JM Poehlman. 1982. Cotton cultivar response to plant populations in a short-season, narrow row cultural system. *Agronomy Journal* 74: 619.
18. NRCS. 200. *Agricultural waste management field handbook*. Natural resource conservation service. USDA.
19. Palomo G. A., 1992. Fenología de Algodonero y su Importancia en el manejo del cultivo., CELALA, CIRONOC-INIFAP, Matamoros Coahuila Mex.
20. Perkins W. R. 1998. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton.p. 91. In: Dugger, Ritcher (ed.) *Cotton physiology conference*. Proc. Belt-wide Cotton Conf., San Diego, CA 5-9 Jan. Natl. Cotton Counc., Memphis TN.
21. Prince W. B, J. A. Landivar and C. W. Livingston. 2002. Growth, Lint Yield and Fiber Quality as Affected by 15 and 30-Inch Row Spacing and Pix Rates. p. 1481. *Cotton physiology conference*. Proc. Belt-wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12 Jan. Natl. Cotton Counc., Memphis TN.
22. Tisdale, S.L., Nelson W.L and Beaton, J.D. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. 4a. ed. McMillan Co. New York.
23. Unruh B. L., and J. C. Silverthooth. 1996. Comparison between an upland and Pima.
24. Villar, P.A.J. 1996. *Conceptos básicos de ecofisiología de cultivos*. EEA INTA Oliveros-Santa Fe. Argentina.
25. Waddle, B. 1984. *Crop Growing Practices in Cotton*. Agronomy Series 24, 233-263.
26. Willey, R.W. and Health, S.B. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop. *Advances in Agronomy*, 21:291-321.

27. Witten, T. K. and J. T. Cothren. 2000. Varietal comparisons in ultra narrow row cotton (UNRC). P. 608. in proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
28. Wright, D.I., J.J. Marois, P.j. Wiatrak, R.K. Sprenkel, J.A. Tredawy, J.R. Rich, and F.M Rhoads. 2000. Production of ultra narrow row cotton. SS-AGR-83. Agronomy departament, Florida Coop. Ext. Ser., Gainesville, FL.