



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro



Surcos Ultra-Estrechos, Densidad Poblacional y su Efecto en el Rendimiento de Algodón

Cotton Yield as Affected by Ultra-Narrow Rows and Plant Density

Arturo **Palomo-Gil**^{a*}, Alfredo **Ogaz**^a, Armando **Espinoza-Banda**^a, Sergio Alfredo **Rodríguez-Herrera**^b, Emiliano **Gutiérrez-Del Río**^a

^a Dpto. de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez, Km 2. C.P. 27 059, Torreón, Coahuila, México

^b Dpto. de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, C. P. 25315, Saltillo, Coahuila, México

Abstract

The rising production costs and low fiber price in the international market are the reason of the low cotton crop profits. United States cotton researchers are working with an ultra- narrow rows-high plant density production system as an alternative to increase cotton production and decrease production costs to grow cotton in row spacing's narrower than the actually used (75 cm). The purpose of this work was to know the cotton crop response to the ultra-narrow rows production system and to plant density. Two ultra-narrow rows production systems (rows of 50 and 35 cm), and like a control (rows of 75 cm); as well as 60,000, 80,000 and 100,000 plants ha⁻¹ population densities were valuated. A split plot arrangement was used with row spacing in the main plot and plant densities in the sub plot. A completely randomized blocks experimental design with three replications was used. Seed-cotton and lint cotton yield, and yield components were measured. There were significant effects of row spacing on cotton yields. Best yields were obtained by the 35 cm row spacing. On the average, the 35 cm row spacing out yielded by 28 and 43 % the 50 and 75 cm row spacing's yields, respectively. Of the yield components, only the seed size, as measured by seed index, was affected by row spacing. Seed size trend was to decrease as row spacing decreased. There were no yield differences among plant densities. Cotton yield and its components were not affected by plant density. Results show that cotton producers could have benefits with the ultra-narrow row production system.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., ultra-narrow rows, plant density, cotton yield, yield components

*Autor para correspondencia. Tel.: 729 7675. FAX: (871) 729 7610.
Correo electrónico: apalomog@mixmail.com
(A. Palomo Gil)

Resumen

Los altos costos de producción y el bajo precio de la fibra en el mercado internacional, han hecho incosteable el cultivo del algodón. Investigadores extranjeros, manejan actualmente un sistema de producción de surcos ultra-estrechos con altas densidades poblacionales como una alternativa para elevar los rendimientos unitarios y reducir costos de producción. El objetivo de la presente investigación fue conocer la respuesta del cultivo del algodón a la siembra en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos y a la densidad poblacional. Se evaluaron dos sistemas de surcos ultra-estrechos (surcos de 50 y 35 cm) y se incluyó como testigo el distanciamiento de 75 cm entre surcos. Las densidades evaluadas fueron 60,000, 80,000 y 100, plantas ha⁻¹. En arreglo de parcelas divididas se localizaron, en la parcela grande, los distanciamientos entre surcos, y en la chica, las densidades. Se utilizó diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y pluma, altura de planta y componentes del rendimiento (peso de capullo, porcentaje de fibra e índice de semilla. La mejor producción se obtuvo en los surcos de 35 cm. En promedio, éste distanciamiento rindió 28 y 43 % más que los surcos de 50 y 75 cm, respectivamente. En componentes de rendimiento solo se detectaron diferencias estadísticas en el tamaño de la semilla (índice de semilla), el cual tendió a disminuir a medida que se redujo el espaciamento entre surcos. La densidad poblacional no afectó el rendimiento de algodón ni sus componentes. Los resultados obtenidos indican que el productor se puede beneficiar con la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., surcos ultra-estrechos, densidad poblacional, rendimiento de algodón, componentes del rendimiento.

Introducción

En los últimos años los productores de algodón han visto reducidas sus ganancias debido a incrementos en los costos de producción y al bajo precio de la fibra en el mercado internacional, lo cual a conducido a que el gobierno mexicano subsidie la producción de algodón. Ante esta situación los investigadores han estado explorando nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y hacer más redituable su cultivo. Una alternativa es la siembra de algodón en surcos más estrechos que los actualmente utilizados y aumentar la densidad poblacional. A esta opción se le conoce como “sistema de producción de algodón en surcos ultra-estrechos con altas densidades poblacionales”. El concepto de surcos ultra-estrechos se remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998). El objetivo en esa época, como lo es también hoy, fue la reducción de los costos de producción. Lewis (1971) concluyó que la reducción de los costos de producción con el sistema de surcos ultra-estrechos podría derivarse del acortamiento del ciclo del cultivo.

Debido a que la planta de algodón produce flores a intervalos regulares, él razonó que con el incremento en la densidad poblacional se requerirían menos frutos por planta para mantener los rendimientos actuales. Por lo que, si se necesitan pocas bellotas para mantener esos rendimientos, el tiempo requerido para obtenerlos, sería menor al que se invierte en el sistema de siembra convencional (surcos con separación de 90 a 100 cm). El mismo autor señaló que en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos las plantas podrían exhibir sus estructuras fructíferas en estados de desarrollo muy idénticos a través del ciclo. Ésta característica del crecimiento contrasta con la que se tiene en el sistema de siembra convencional que presenta fructificaciones en muy variados estados de desarrollo durante el período de floración y de maduración de bellotas. Un patrón de floración más sincronizado conduciría a un control químico de plagas más eficiente, y la regulación del crecimiento de la planta con fitoreguladores incrementaría la

posibilidad de elevar la producción unitaria. Allen (1998) señala que la reducción del ciclo del cultivo traería consigo una reducción del número de aplicaciones de insecticida para proteger las fructificaciones.

La reducción del distanciamiento entre surcos y el incremento en la densidad poblacional induce un cierre de cultivo más temprano que en los surcos convencionales (George, 1971). El más rápido cubrimiento del suelo por la cobertura vegetal reduce el período crítico de competencia con maleza (Snipes, 1996), incrementa la intercepción de radiación solar y disminuye la pérdida de agua por evaporación (Kreig, 1996). En el Oeste de Texas este mismo autor determinó que en el sistema de siembra convencional (surcos de 90 a 100 cm), 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, en lugar de que se pierda por evaporación.

Prince *et al.* (2002) señalan que con esta tecnología se logra aumentar el rendimiento unitario, reducir el ciclo del cultivo, controlar el crecimiento excesivo de la planta, disminuir costos de producción, etc. Gerik *et al.* (1998) reportan que la siembra en surcos ultra-estrechos incrementa el rendimiento hasta un 37 %, y reduce en 12 días el ciclo del cultivo en comparación con la siembra en surcos de 76 cm. Cawley *et al.* (2002) reportan incrementos más modestos en la producción (5 a 11 %) con una reducción de 7 a 10 días del ciclo del cultivo, con respecto a la siembra en surcos de 0.92 m. El objetivo de la presente investigación fue conocer la respuesta del cultivo del algodón a la siembra en el sistema de producción de surcos ultra estrechos y a la densidad poblacional.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en 2005 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, de Torreón, Coah., municipio que forma parte de la región conocida como Comarca Lagunera, la cual se ubica geográficamente entre los 24° 30' y 27° N y entre 102° y 105° O, a una altitud de 1120 m. 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 área experimental donde se estableció el trabajo es de textura franco limosa clasificado como xerosol, serie coyote, medianamente alcalino (pH de 7.85), con un 2.02 % (20.2 g kg⁻¹) de contenido de materia orgánica y 0.13 % de nitrógeno total. Con la variedad Laguna 89 se evaluaron tres sistemas de producción diferenciados por el espaciamiento entre surcos, siendo ellos; distancia de 75 (surcos estrechos, testigo), 50 y 35 cm entre surcos (surcos ultra-estrechos) y tres densidades poblacionales; 60,000, 80,000 y 100,000 plantas ha⁻¹. Se usó un arreglo de parcelas divididas con el distanciamiento entre surcos en la parcela grande y las densidades en la parcela chica. Los distanciamientos se distribuyeron en diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La siembra se realizó el 18 de abril. Al igual que el año anterior, el sitio donde se estableció el experimento no fue fertilizado y se aplicaron cuatro riegos, uno de pre-siembra y tres de auxilio. La maleza se controló químicamente con la aplicación a la siembra, en pre-emergencia, del herbicida Cotoran 50 en dosis de 3 L ha⁻¹ y posteriormente, para el control de maleza de hoja angosta en post-emergencia, se utilizó Poast en dosis de 3 L ha⁻¹, añadiéndosele aceite agrícola en dosis de 1.5 L ha⁻¹. La principales plagas problema durante el período de fructificación fueron el gusano soldado (*Spodoptera frugiperda*) y la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli*). 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 y Omethoate en dosis de 1.0 L y 0.5 L ha⁻¹, respectivamente. La parcela experimental consistió de ocho surcos de 5 m de longitud y la útil, para evaluar rendimiento, de dos surcos de 3 m de largo.

Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y algodón pluma (kg ha^{-1}), componentes del rendimiento (peso de capullo, porcentaje de fibra e índice de semilla (peso de 100 semillas) y altura de planta. Para obtener el valor de los componentes del rendimiento se tomó una muestra aleatoria de 20 capullos por parcela, se determinó el peso en gramos de los 20 capullos. Por dividir el peso de la muestra entre el número de capullos se determinó el peso del capullo. Después se separó la fibra de la semilla y se pesaron, el porcentaje de fibra se obtuvo por determinar el porcentaje que representa el peso de la fibra del peso total de la muestra de 20 capullos.

Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (SAS Inst., 1996). La comparación de medias se realizó mediante la prueba DMS (0.05).

Resultados y Discusión

Rendimiento

Los análisis de varianza para rendimiento de algodón hueso y algodón pluma señalaron diferencias estadísticamente significativas para distanciamiento entre surcos, pero no las hubo entre densidades de población, ni tampoco se presentó interacción distanciamiento entre surcos x densidades. Los surcos ultra-estrechos con 35 cm de separación obtuvieron los rendimientos más altos y estadísticamente diferentes a los obtenidos por los surcos distanciados a 50 (surcos-ultra-estrechos) y 75 cm (testigo) el cual obtuvo los rendimientos más bajos (Cuadro 1). El distanciamiento de 0.35 m entre surcos rindió un 28 y 43 % más que los surcos de 50 cm y 75 cm, respectivamente. En estudios con densidades poblacionales que oscilaron de 70 000 a 108 000 plantas ha^{-1} , pero con un solo distanciamiento entre surcos (75 cm), Palomo *et al.* (1999) no encontraron diferencias en rendimiento. En un estudio de dos años, Jost y Cothren (2000) compararon distanciamientos de 19, 38, 76 y 101 cm entre surcos concluyendo que las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo del cultivo pueden afectar la producción. En año lluvioso con temperaturas moderadas (1997) no hubo diferencias en el rendimiento de los cuatro distanciamientos, y en año con baja precipitación pluvial y altas temperatura la mejor producción se obtuvo con distancias de 19 y 38 cm entre surcos. Estos resultados son importantes porque indican que la siembra en surcos ultra-estrechos aseguran, cuando menos, los mismos rendimientos que la siembra en surcos más amplios con el beneficio adicional de reducción de insumos y del ciclo del cultivo (Cawley *et al.*, 1998).

Cuadro 1. Rendimiento de algodón y componentes del rendimiento en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna 2006.

Distancia de Surcos (cm)	Rendimiento algodón (kg ha^{-1})		Peso capullo (g)	% de fibra	Índice semilla	Altura Planta (cm)
	hueso (kg ha^{-1})	pluma (kg ha^{-1})				
75	5269 b	2155 b	5.1 a	41.0 a	10.5 a	90.2 a
50	5874 b	2384 b	4.9 a	40.6 a	10.1 ab	83.2 b
35	7563 a	3040 a	5.3 a	40.1 a	9.7 b	93.2 a
Promedio	6235	2526	5.1	40.6	10.1	88.9

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

Considerando que el precio de garantía por libra (452 g) de la fibra de algodón es de 0.64 dólares, la diferencia en producción de algodón pluma del distanciamiento de 35 cm con respecto al distanciamiento de 50 y 75 cm equivale a una ganancia adicional de 928 y 1957 dólares ha^{-1} , lo cual en 10 000 ha se tendría una ganancia global de 9.28 y 19.57 millones de dólares, respectivamente. El rendimiento promedio fue de 6235 kg de algodón hueso ha^{-1} . Cabe señalar que estos rendimientos se obtuvieron sin fertilizar el cultivo. Los resultados del presente estudios son muy importantes ya que se vislumbra la posibilidad de que, mediante la reducción del distanciamiento entre surcos se pueda aumentar la productividad del cultivo y reducir costos ya que, entre otras cosas, se elimina el control manual y mecánico de maleza y el uso de maquinaria durante el ciclo del cultivo.

La ausencia de diferencias estadísticas en el rendimiento de las densidades poblacionales implica que el incremento en rendimiento que se obtiene con la siembra de algodón en el sistema de producción de surcos ultra-estrechos, se debe a la reducción del distanciamiento de los surcos, sin intervención de la densidad poblacional (Cuadro 2). Estos resultados difieren con los obtenidos por Gaytán *et al.* (2004) con respecto al distanciamiento entre surcos ya que estos autores no encontraron diferencias en rendimiento al sembrar en surcos distanciados a 50 y 76 cm, pero se coincide en lo referente a densidades poblacionales ya que no encontraron diferencias en rendimiento en poblaciones que oscilaron entre 80 000 y 200 000 plantas ha^{-1} . Estos mismos autores indicaron que la siembra en surcos de 50 cm disminuye en siete días el ciclo del cultivo.

Cuadro 2. Densidad poblacional y el rendimiento y componentes del rendimiento del algodón. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna 2006.

Densidad poblacional (plantas ha^{-1})	Rendimiento de algodón		Peso capullo (g)	% de fibra	Índice de semilla	Altura planta (cm)
	hueso (kg ha^{-1})	pluma (kg ha^{-1})				
60 000	6411	2616	5.3	41.0	10.2	87.2
80 000	5908	2377	5.0	40.3	10.1	91.3
100 000	6387	2585	5.0	40.4	10.0	88.2

Aunque se presentaron diferencias estadísticas para altura de planta en los distanciamientos estudiados, ésta no presenta ninguna tendencia ya que la mayor altura se obtuvo en los distanciamientos extremos. La densidad poblacional no afectó ésta característica (Cuadros 1 y 2).

Componentes del rendimiento

En componentes del rendimiento, el distanciamiento de los surcos afectó el índice de semilla mas no se presentaron diferencias estadísticamente significativas para peso de capullo y porcentaje de fibra. El índice de semilla y por tanto, el tamaño de la misma, tendió a disminuir a medida que se acortó la distancia de los surcos. Ésta misma tendencia se puede observar en el porcentaje de fibra (Cuadro 1). Las densidades poblacionales evaluadas tampoco afectaron los componentes del rendimiento (Cuadro 2).

Conclusiones

Los sistemas de producción de surcos ultra-estrechos rindieron más que el sistema de siembra convencional (surcos de 75 cm). Los surcos con 35 cm de separación, rindieron 28 y 43 % más algodón hueso que los surcos de 50 y 75 cm, respectivamente. El único componente del rendimiento afectado por el sistema de producción fue el peso de la semilla (índice de semilla) que tendió a decrecer a medida que disminuyó el espaciamiento entre surcos. No hubo respuesta en rendimiento a la densidad poblacional y ésta tampoco afectó a los componentes del rendimiento.

Literatura Citada

- Allen, C.T., Kennedy, C., Robertson, B., Kharboutli, M., Bryant, K., Capps, C., Earnest, L., 1998. Potential of ultra-narrow row cotton in Southeast Arkansas.. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds), Proc. Beltwide Cotton Conf. 5-9 Jan. 1998, San Diego, CA.. Natl. Cotton Council, Memphis, TN., 1403-1406.
- Cawley, N., Edmisten, K.L., Stewart, A.M., Wells, R., 1998. Evaluation of ultra-narrow row cotton in North Carolina. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds), Proc. Beltwide Cotton Conf. 5-9 Jan. 1998, San Diego, CA. Natl. Cotton Council, Memphis, TN., p. 1402-1403
- Cawley, N., Edmisten, K., Wells, R., Stewart, A., 2002. Cotton physiology conference. Proc. Beltwide Cotton Conf., 8-12 Jan. 2002, Atlanta GA., National Cotton Council, Memphis TN.
- Gaytán, M.A., Palomo, G.A., Reta, S.D., G.; Godoy, A.S., García, C.E., 2004. Respuesta del algodón cv. Cian Precoz 3 al espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. **NYTON** Revista Internacional de Botánica Experimental. 57-67.
- George, A.G., 1971, Narrow row cotton – A progress report. *Ginners Journal & Yearbook*. 53.
- Gerik, T.J., Lemon, R.G., Faver, K.L., Hoelewyn, T.A., Jungman, M., 1998, Performance of ultra-narrow row cotton in Central Texas.. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds.), Proc. Beltwide Cotton Conf. 5-9 Jan. 1998, San Diego, CA. National Cotton Council, Memphis, TN. 1406-1409.
- Jost, P.H., Cothren, J.T., 2000, Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing. *Crop Science* 40: 430-435.
- Kreig, D.R., 1996, Physiological aspects of ultra-narrow row cotton production. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds), Proc. Beltwide Cotton Conf., 9-12 Jan. 1996. Nashville, TN. National Cotton Council, Memphis, TN. p. 66.
- Lewis, H.L., 1971, What is narrow row-high population cotton?. *Ginners Journal & Yearbook*. p. 49.
- Palomo, G.A., Gaytán, M.A., Godoy Á.S., 1999. Respuesta de cuatro variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) a la densidad poblacional. *Rev. Fitotec. Mex.* 22(1): 43-49.
- Perkins, W.R., 1996. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds), Proc. Beltwide Cotton Conf. 9-12 Jan. 1996. Nashville, TN.. National Cotton Council, Memphis, TN. p. 91
- Prince, W.B. Landivar, J.A., Livingston, C.W., 2002. Growth, lint yield and fiber quality as affected by 15 and 30-inch row spacing and PIX rates. Cotton Physiology Conference. Proc. Beltwide Cotton Conf., 8-12 Jan. 2002, Atlanta GA., National Cotton Council, Memphis, TN. p. 1481.
- Statistical Analysis System (SAS) (1996) SAS/STAT User Guide. Carey, N. C Release 6.12.
- Snipes, C.E., 1996. Weed control in ultra-narrow row cotton- Possible strategies assuming a worst case scenario. *In*: P. Dugger and D. Richter (Eds.), Proc. Beltwide Cotton Conf. 9-12 Jan. 1996, Nashville, TN. National Cotton Council, Memphis, TN. p. 66-67.