



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro



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

Cotton Yield as Affected by Ultra-Narrow Rows and Varieties

Arturo Palomo-Gil^{a*}, Omar Obeth Estrada-Torres^a, Armando Espinoza-Banda^a, Oralia Antuna-Grijalva^a, Norma Angélica Ruiz-Torres^b

^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, decrease cotton crop profits. However researchers are always exploring new alternatives to increase yields and decrease production costs. The purpose of this work, carried out in 2005 and 2006, was to know the effect of ultra-narrow rows (rows 50 and 35 cm apart), on the performance of two conventional (CIAN Precoz and Fiber Max 832, an okra leaf type) and one transgenic (NuCotn 35B) cotton varieties. The 75 cm row spacing was included as a check. A split plot arrangement was used with row spacing in the main plot and varieties 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 year effects on yield, boll weight and seed index. The best values were obtained in 2005. Row spacing x year, variety x year, and row spacing x variety interactions were not significant. In both years, best yields were obtained by the 35 cm row spacing. On the average, this spacing yielded 10 and 26 % more cotton lint than 50 and 75 cm row spacing, respectively. There were no yield differences among varieties. Results show that the ultra-narrow row production system appears to be a viable option to increase producer profits. Because the conventional and transgenic varieties yield the same, and because the cotton pests, at which the transgenic variety is resistant; pink bollworm (*Pectinophora gossypiella* S.) and bollworm (*Heliothis zea* and *Helicoverpa zea*), haven't been a cotton crop problem in the past years, the producer could grow conventional varieties to decrease seed costs (\$ 1,000 per 50 pounds bag).

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., ultra-narrow rows, cotton yield, okra leaf, transgenic variety

*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 sin embargo, los investigadores siempre están explorando nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y reducir costos de producción. El objetivo del presente estudio, realizado en 2005 y 2006, fue conocer el efecto de los surcos ultra-estrechos (surcos de 50 y 35 cm) en el rendimiento de dos variedades de algodón convencionales (CIAN Precoz y Fiber Max 832, de hoja tipo okra) y una transgénica (NuCotn 35B). Como testigo se incluyó el distanciamiento actualmente utilizado (surcos de 75 cm). En arreglo de parcelas divididas se localizaron, en la parcela grande, los distanciamientos entre surcos, y en la chica, las variedades. Se utilizó diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y pluma, y componentes del rendimiento (peso de capullo, porcentaje de fibra e índice de semilla). Se detectó efecto de año en el rendimiento, peso de capullo, e índice de semilla., obteniéndose los mejores valores en 2005. No hubo interacción de año con distanciamiento de surco, año con variedades, ni interacción distancia de surcos x variedades. En ambos años la mejor producción se obtuvo en los surcos de 35 cm. En promedio, éste distanciamiento rindió 10 y 26 % más que los surcos de 50 y 75 cm, respectivamente. No hubo diferencias en el rendimiento de las variedades. Los resultados obtenidos indican que el productor se puede beneficiar con la siembra de algodón en surcos ultra-estrechos. Además, el que las variedades convencionales tengan el mismo potencial productivo que la transgénica, y que las plagas a las que es resistente ésta variedad; gusano rosado (*Pecthinophora gossypiella* S.), y gusano bellotero (*Heliothis zea* y *Helicoverpa zea*), en los últimos años no hayan sido problema para el cultivo, el productor podría sembrar variedades convencionales con el consiguiente ahorro (\$ 1,000 por saco de 50 libras) en el costo de la semilla.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., surcos ultra-estrechos, rendimiento de algodón, hoja okra, variedad transgénica.

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. A esta opción se le conoce como “sistema de producción de algodón en surcos ultra-estrechos”. 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. La reducción del distanciamiento entre surcos 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. Gaytán *et al.* (2004) no encontraron diferencias en rendimiento al sembrar en surcos distanciados a 50 y 76 cm, ni entre densidades poblacionales que oscilaron entre 80 000 y 200 000 plantas ha⁻¹, pero indicaron que la siembra en surcos de 50 cm disminuye en siete días el ciclo del cultivo. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el sistema de producción de surcos ultra-estrechos y conocer su efecto en el rendimiento y del algodón.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en 2005 y 2006, 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° de latitud Norte y entre 102° y 105° de longitud Oeste., 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 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. 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 variedades; CIAN Precoz, Fiber Max 832 (hoja tipo okra) y NuCotn 35B (transgénica, resistente a gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* S., y gusano bellotero (*Heliothis* spp)). Se utilizó un arreglo de parcelas divididas con el distanciamiento entre surcos en la parcela grande y las variedades en la parcela chica. Los distanciamientos se distribuyeron en diseño de bloques al azar con tres repeticiones. En 2005 la siembra se realizó el 18 de abril y en 2006 el 7 de abril. En ambos años no se fertilizó el cultivo y se aplicaron cuatro riegos, uno de presiembra 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. Las plagas problema que se presentaron durante el período de fructificación fueron la conchuela (*Chlorocoa ligata*), el gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*). La conchuela se controló químicamente con Dimetoato en dosis de 1 L ha⁻¹, el gusano soldado 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), en componentes del rendimiento se evaluó el peso del capullo, el porcentaje de fibra (pluma) y el índice de semilla (peso de 100 semillas). Para determinar el valor de los componentes del rendimiento se tomó una muestra de 20 capullos parcela⁻¹, la cual se pesó y después se separó la fibra de la semilla. El peso del capullo se obtuvo al dividir el peso de los 20 capullos entre su número, 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), mediante el procedimiento de análisis de varianza combinado incluyendo años, distanciamientos y variedades. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de DMS ($P \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

Rendimiento

El año 2005 presentó rendimientos de algodón hueso y pluma estadísticamente superiores a los obtenidos en 2006, más no hubo interacción de año con sistemas de producción o variedades lo cual implica que el sistema de producción o variedad de mejor comportamiento lo conservará a través de los años. Jost y Cothren (2000) y Palomo *et al.* (2004) mencionan que es normal obtener diferentes rendimientos a través de años, debido a las diferencias ambientales (precipitación pluvial y temperaturas) prevalecientes durante el ciclo del cultivo. En el presente estudio, las diferencias en rendimiento entre años no pueden atribuirse a las temperaturas ya que las unidades calor acumuladas durante el ciclo del cultivo (de abril a agosto) en ambos años fueron casi las mismas (1719 en 2005, y 1758 en 2006). Una de las causas más probables de las diferencias en rendimiento, lo es que en ambos años, donde se aplicaron los mismos tratamientos a las mismas parcelas experimentales, no se utilizó ningún tipo de fertilizante, por lo que los nutrimentos requeridos por el cultivo, especialmente nitrógeno y fósforo, fueron de origen residual. En 2005 se produjeron 14.4 pacas de algodón ha⁻¹, con un peso promedio por paca de 218 kg de fibra. Para producir una paca se requieren 23 kg de N (Unruh y Silvertooth, 1996) por lo que el N extraído por el cultivo en este año fue de 331.2 kg ha⁻¹. Por lo anterior, la cantidad de nutrimentos consumidos por el cultivo en 2005 disminuyó las reservas (no verificado) para 2006, lo que pudo haber originado deficiencias de los mismos y por tanto una menor producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de año en el rendimiento (kg ha⁻¹) y componentes del rendimiento del algodón. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna 2005-2006

Año	Rendimiento algodón		% de	Peso de	Peso (g) de		Índice de
	hueso	pluma	fibra	capullo (g)	semilla	fibra	semilla
2005	7417 a	3152 a	42.4 a	6.55 a	3.77	2.78	10.88 a
2006	6490 b	2743 b	42.2 a	5.46 b	3.15	2.31	9.47 b
Media	6954	2947	42.3	6.0	3.46	2.54	

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

Para rendimiento de algodón hueso y algodón pluma se encontraron diferencias significativas entre distanciamiento de surcos, más no las hubo entre variedades, o para la interacción entre estos factores. La ausencia de interacción implica que ambos factores actúan independientemente en la manifestación del rendimiento. Estos resultados difieren de los obtenidos por Jones (2001) que, en un estudio de dos años (1999 y 2000) reportó interacción significativa entre variedades y espaciamiento de surcos. En 1999 las variedades Sure Grow 125 BR y Stoneville BXN47 obtuvieron los rendimientos más altos en surcos distanciados a 19 cm, que en surcos de 38 y 97 cm. Por el contrario, en el 2000, Stoneville 474 y Fiber Max 832 obtuvieron los rendimientos más altos cuando se les sembró en surcos de 19 cm, que en espaciamientos de 38 y 97 cm. NuCotn 35B obtuvo su rendimiento más alto en surcos de 97 cm.

En ambos años los surcos distanciados a 35 cm obtuvieron los rendimientos más altos y, estadísticamente diferentes a los obtenidos por los surcos distanciados a 50 y 75 cm (testigo). En

promedio, el espaciamiento de 35 cm entre surcos rindió 10 % más que el de 50 cm, y 26 % más que el de 75 cm (Cuadro 2). Gerik *et al.* (1998) reportaron que los surcos ultra-estrechos rinden hasta 37 % más que los surcos estrechos (76 cm entre surcos). Jost y Cothren (2000) compararon espaciamientos de 38 y 76 cm entre surcos y encontraron que el primer distanciamiento rinde de 4 a 23 % más que el segundo. Cawley *et al.* (2002) obtuvieron incrementos más modestos en la producción (5 a 11 %). En 1997 y 1998 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 temperaturas altas, la mejor producción se obtuvo con las distancias de 19 y 38 cm entre surcos. Los resultados obtenidos por éstos investigadores 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 2. Rendimiento (kg ha⁻¹) y componentes del rendimiento del algodón en surcos ultra-estrechos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna 2005-2006

Distancia de surcos (cm)	Rendimiento de algodón		% de fibra	Peso de capullo (g)	Índice de semilla
	hueso	pluma			
75	6193 c	2620 c	42.2 a	6.09 ab	10.45 a
50	6837 b	2887 b	42.2 a	6.17 a	10.16 ab
35	7831 a	3336 a	42.6 a	5.74 b	9.88 b

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

La ausencia de diferencias estadísticas en el rendimiento de las variedades, implica que las tres se adaptan bien al sistema de producción de surcos ultra-estrechos (Cuadro 3). Sin embargo, para la región lagunera es muy importante el que las variedades convencionales (CIAN Precoz y Fiber Max 832), rindan lo mismo que la transgénica (NuCotn 35B), ya que en los últimos años las plagas a las cuales es resistente ésta variedad; gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* S.) y gusano bellotero (*Heliothis zea* y *Helicoverpa Zea*) no han sido problema para el cultivo, por lo que se pueden cultivar variedades convencionales con el consecuente ahorro en el costo de la semilla, cuyo envase de 22.5 kg es mil pesos más barata que la semilla transgénica. Actualmente las principales plagas que pueden dañar la producción de algodón en la región son la conchuela (*chlorocoa ligata*) y la mosquita blanca (*Bemicia argentifolli*), las cuales requieren el mismo control tanto en variedades transgénicas como no transgénicas.

Cuadro 3. Rendimiento (kg ha⁻¹) y componentes del rendimiento de variedades de algodón en surcos ultra-estrechos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna 2005-2006

Variedad	Rendimiento de algodón		% de fibra	Peso de capullo (g)	Índice de semilla
	hueso	pluma			
Fiber Max 832	7136 a	3014 a	42.2 ab	6.08 a	10.23 a
NuCot 35B	6869 a	2953 a	42.9 a	5.91 a	9.91 a
CIAN Precoz	6855 a	2875 a	41.9	6.01 a	10.39 a

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

Componentes del rendimiento

El peso del capullo y el índice de semilla manifestaron efecto de año y de sistema de producción, mas no se detectó interacción entre los factores evaluados. En 2005 se obtuvo un mejor peso de capullo y de semilla que en 2006, en cambio, el porcentaje de fibra no manifestó efecto de año. Lo anterior en términos relativos, ya que al calcular el peso de la fibra, por multiplicar el % de fibra por el peso del capullo, y por diferencia determinar el peso de la semilla, se observa que al disminuir el peso del capullo también disminuyen tanto el peso de la fibra como el de la semilla (Cuadro 1). La reducción a 35 cm del distanciamiento entre surcos, se manifestó en una disminución del peso del capullo y de la semilla pero, por el contrario, aumentó el número de capullos por unidad de superficie tal y como se patentiza en el rendimiento de algodón hueso (Cuadro 2). En variedades solo se presentaron diferencias en el porcentaje de fibra, donde Fiber Max 832 y NuCotn 35B obtuvieron los valores más altos (Cuadro 3).

Conclusiones

Las condiciones ambientales características de cada ciclo de cultivo afectan el rendimiento, el peso del capullo y el índice de semilla (tamaño). No hubo interacción de año con distancia de surcos ni con variedades.

Los surcos ultra-estrechos, con distancias de 50 y 35 cm entre surcos, rinden 10 y 26 % más que el espaciamiento testigo (75 cm). En la distancia mas corta (35 cm) disminuye el peso del capullo y el índice de semilla (tamaño).

Los surcos ultra-estrechos se presentan como una buena alternativa para aumentar los rendimientos unitarios y por tanto, aumentar las ganancias del productor.

En vista de que en los últimos años las plagas a las que es resistente la variedad transgénica, no han sido problema para el cultivo, el productor tiene la opción de sembrar una variedad convencional cuyo costo de semilla por saco de 22.5 kilos (50 libras) es \$ 1,000 más barato.

Literatura Citada

- 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.
- Jones, M.A., 2001. Evaluation of ultra-narrow row cotton in South Carolina. *In*: P. Dugger, D. Richter (Eds). Proc. Beltwide Cotton Production Research Conference. 9-13 Jan. 2001. Anaheim, CA. National Cotton Council, Memphis, TN. pp:522-524
- 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.
- Palomo, G.A., Gaytán M.A., Faz, C.R., Reta, S.D.G., Gutiérrez, D.R.E., 2004. Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana* 22(3):299-305.
- 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.
- Unruh, B.L., Silvertooth, J.C., 1996. Comparison between an Upland and Pima Cotton cultivar: II. Nutrient uptake and partitioning. *Agronomy Journal*. 88:589-595.