Rev. Fitotec. Mex. Vol. 22. 43-49. 1999

RESPUESTA DE CUATRO VARIEDADES DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) A LA DENSIDAD POBLACIONAL[1]

RESPONSE OF FOUR COTTON VARIETIES TO PLANT DENSITY

Arturo Palomo Gil, Arturo Gaytán Mascorro y Salvador Godoy Ávila[2]

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue el de conocer la respuesta de cuatro variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), a la densidad poblacional en el sistema de siembra de surcos estrechos (0.70 m). Se evaluaron tres variedades precoces (CIAN Precoz, CIAN Precoz 2 y CIAN 95) y una tardía (Deltapine 80), en cuatro densidades poblacionales: 70,000 (testigo), 78,000, 94,000, y 108,000 plantas ha^{-1}. Para obtener estas densidades se dejó una distancia de 20, 17, 15 y 13 cm entre plantas, respectivamente. Se evaluó el rendimiento de algodón en hueso y en pluma, componentes de rendimiento y calidad de fibra. Las variedades precoces presentaron rendimientos más altos que la variedad tardía. La mejor variedad fue CIAN Precoz cuyo rendimiento de algodón pluma fue 18% superior al obtenido por Deltapine 80. Las tres densidades más altas rindieron, en promedio, 9% más que la densidad más baja (70,000 plantas ha^{-1}). No se detectó interacción variedades x densidades. Las variedades CIAN Precoz y CIAN Precoz 2, por su menor porte y longitud de ramas, aumentaron sus rendimientos a medida que se incrementó la densidad poblacional; en cambio, las otras dos variedades mostraron su máximo potencial de rendimiento a una densidad de 78,000 plantas ha^{-1}. En la primer cosecha las variedades precoces rindieron entre 800 y 1600 kg de algodón en hueso ha^{-1} más que la variedad tardía. La densidad poblacional no afectó el valor de los componentes de rendimiento. La resistencia de la fibra decreció a medida que se incrementó la densidad poblacional.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Gossypium hirsutum L., precocidad, rendimiento, componentes de rendimiento, calidad de fibra.

SUMMARY

The objective of this study was to know the response of four cotton varieties to plant density in the narrow row production system (0.70 m).Three early (CIAN Precoz, CIAN Precoz 2, and CIAN 95) and a late (Deltapine 80) cotton varieties were evaluated on four plant densities; 70,000 (check), 78,000, 94,000, and 108,000 plants ha^{-1}. To get these plant densities a distance between plants of 20, 17, 15, and 13 cm was given, respectively. The characteristics measured were the seed-cotton and lint cotton yields, earliness, yield components and fiber quality. In this production system the early cotton varieties showed higher seed-cotton, and lint cotton yields than the late variety. The best variety was CIAN Precoz with a lint yield 18% higher than the yield of Deltapine 80. The three higher plant densities outyield by 9% the yield of the low plant density (70,000 plants ha^{-1}). The yield of CIAN Precoz and CIAN Precoz 2 increased as plant density increased, and the other two varieties showed their higher yield potential at a plant density of 78,000 plants ha^{-1}. At first harvest the early varieties yielded between 800 and 1,600 kg of seed-cotton/ha more than the late variety. Yield components were not affected by plant density. Fiber strength decreased as plant density increased.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Gossypium hirsutum L., earliness, yield, yield components, fiber quality.

[1] Proyecto SIREYES 95/196. CONACYT.

[2] Programa de Algodón. Campo Experimental de La Laguna INIFAP. Apdo. Postal 247. CP 27999 Torreón, Coah.

Fecha de recepción: 2 de Julio de 1998.
Fecha de aprobación: 13 de Julio de 1999.

INTRODUCCIÓN

Las principales variedades de algodón cultivadas en México provienen de los Estados Unidos. Estas variedades generalmente son de ciclo largo y de gran desarrollo vegetativo, por lo que requieren de altas cantidades de agua, fertilizantes e insecticidas para mostrar su potencial productivo. Variedades con estas características no son las más idóneas para las regiones algodoneras de riego del norte de México, ya que, además de elevar los costos de producción hacen un uso excesivo de un recurso tan escaso como es el agua. Por tal razón, el enfoque del mejoramiento genético del algodón del INIFAP es hacia la formación de variedades precoces y de menor porte que las variedades extranjeras. Como producto de este programa, a la fecha se han liberado cinco variedades de algodón con estas características.

La precocidad es una característica fisiológica, de herencia cuantitativa, que se distingue por una mayor velocidad en los procesos metabólicos de las plantas y origina una pronta y corta fase de fructificación y maduración de las bellotas. Los genotipos precoces fructifican fuertemente en las primeras semanas del ciclo del cultivo, después de lo cual las yemas terminales entran en dormancia, se detiene el crecimiento de las ramas fructíferas y la floración (Brown, 1958). De acuerdo con Kerby *et al.* (1990), los genotipos precoces, de ramas fructíferas cortas y alto índice de cosecha se adaptan mejor y rinden más en sistemas de producción de surcos estrechos (0.76m entre surcos) que en surcos convencionales (1.02 m). El sistema de producción de surcos estrechos y altas densidades poblacionales en combinación con genotipos precoces, de bajo porte y estructura compacta, son una opción para hacer un uso más eficiente del agua, escapar al daño de las ultimas generaciones de las plagas que afectan al cultivo y para incrementar los rendimientos. Este sistema de producción acorta el ciclo del cultivo y, por lo tanto, el período de evapotranspiración. Otra ventaja de la siembra en surcos estrechos es el cierre de la cobertura vegetal más pronto que en el sistema de siembra convencional, lo que permite una mayor captación de energía solar (Johnson *et al.*, 1973) y disminuye la pérdida de agua por evaporación (Ritchie, 1971).

Wendt y Ray (1971) señalan que las plantas de algodón semienanas y precoces sembradas en surcos de un metro de ancho extraen menos agua que el cultivar Deltapine 16, de ciclo tardío, y que en surcos estrechos todos ellos extraen la misma cantidad de agua, pero los genotipos precoces y semienanos rinden más que Deltapine 16. El objetivo del presente trabajo es conocer el efecto de altas densidades poblacionales sobre variedades precoces y tardías de algodón, sembradas en surcos estrechos (0.70 m).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en el Campo Experimental de La Laguna; dependiente del INIFAP, con sede en Matamoros, Coah., México. La siembra se realizó el 11 de abril de 1997 en el sistema de siembra de surcos estrechos (distancia de 0.70 m entre surcos). Se evaluaron cuatro variedades; tres precoces formadas por el INIFAP: CIAN Precoz 2, CIAN Precoz y CIAN 95, y la variedad Deltapine 80, de ciclo tardío, bajo cuatro densidades poblacionales: 70,000 (testigo), 78,000, 94,000 y 108,000 plantas ha^{-1}. Para obtener estas densidades se dejó una distancia de 20, 18, 15 y 13 cm entre plantas, respectivamente. Los tratamientos se evaluaron en un arreglo de parcelas divididas con diseño experimental bloques al azar y cuatro repeticiones. En las parcelas mayores se distribuyeron las variedades y, en las menores, las densidades poblacionales. Cada parcela menor consistió de cuatro surcos de ocho metros de largo y la útil los dos surcos centrales de seis metros. Se fertilizó al momento de la siembra con la fórmula 120-40-0. Se aplicaron tres riegos de

auxilio a los 60, 83 y 103 días después de la siembra. Las principales plagas que se presentaron durante el ciclo de cultivo fueron la mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*, B. & J.) y la conchuela (*Pitedia ligata*, Say), para cuyo control se requirieron seis aplicaciones de insecticida.

Variables medidas

Se midió el rendimiento de algodón en hueso (fibra y semilla) y en pluma (sólo fibra). La precocidad en base a: 1) La época en que aparecen las primeras flores; 2) Rendimiento de algodón en hueso a la primera pizca; y 3) El porcentaje que representa el rendimiento a primera pizca con respecto al total cosechado. Se midieron los componentes de rendimiento: Peso del capullo, porcentaje de pluma y el peso de 100 semillas. Sobre la calidad de la fibra se midió su longitud, su resistencia en miles de libras por pulgada cuadrada, y su finura en índices de micronaire. Para determinar los componentes de rendimiento y la calidad de la fibra se tomó una muestra de 20 capullos por parcela. Se realizaron análisis de varianza para cada variable y comparación de medias con base a la DMS al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Se detectaron diferencias significativas en el rendimiento de las variedades, más no entre densidades poblacionales e interacción variedades x densidades. Las variedades precoces, especialmente CIAN Precoz y CIAN Precoz 2, presentaron los rendimientos más altos y la variedad tardía (Deltapine 80) el más bajo, coincidiendo con lo observado por Kerby *et al.* (1990) respecto a que las variedades precoces y de ramas fructíferas cortas se adaptan mejor y rinden más que las variedades tardías, cuando se les siembra en surcos estrechos (Cuadro 1). Las dos primeras variedades mostraron rendimientos de algodón pluma 18 y 14 % mayores al obtenido por la variedad testigo.

Aunque el análisis de varianza no detectó diferencias en rendimiento entre densidades poblacionales, en el Cuadro 2 puede observarse una tendencia a que los rendimientos aumenten a medida que incrementa la población de plantas por hectárea. Las tres densidades más altas produjeron en promedio 151 kilos por hectárea más de algodón pluma que la densidad más baja (70,000 plantas ha^{-1}), lo que en términos económicos representa un ingreso adicional de $ 2,100 ha^{-1}. Las variedades CIAN Precoz y CIAN Precoz 2 mostraron mayor respuesta a los incrementos en la densidad poblacional, que CIAN 95 y Deltapine 80. La densidad de plantas bajo la que mejor rindieron las dos primeras variedades fue 108,000 plantas por hectárea, y las dos últimas 78,000 (Cuadro 3).

Uno de los propositos de los estudios con densidades poblacionales y diferentes genotipos es conocer su comportamiento en diferentes niveles de competencia y estudiar la interacción genotipo x densidad. La información al respecto es contradictoria; investigadores como Patterson *et al.* (1965), Briggs y Patterson (1970), Gerik (1981), Palomo y Davis (1983), Kerby *et al.* (1988) y Palomo y Godoy (1994), detectaron interacción genotipo x densidad poblacional significativa en algodón, en cambio, los resultados obtenidos por Aden (1974), Fisher y Stith (1972) y Smith *et al.* (1979) coinciden con los obtenidos en el presente trabajo, respecto a que no hubo esa interacción, aunque la variedad Deltapine 80 parece ser mejor con 78,000 plantas por hectárea, que con las otras densidades.

Precocidad

Las variedades precoces iniciaron la etapa de floración a los 63 días después de la siembra, dos días antes que Deltapine 80; la densidad

Cuadro 1. Rendimiento total y a primera pizca de cuatro variedades de algodón.

Variedad	Algodón (kg ha^{-1}) Hueso	Pluma	Rendimiento a 1a. Pizca Hueso (kg ha^{-1})	% del total
CIAN Precoz	4935a	1842a	3842a	79
CIAN Precoz 2	4697ab	1764ab	3515a	75
CIAN 95	4447bc	1621bc	3004b	69
Deltapine 80	4067c	1550c	2189c	55

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS (P<0.05

Cuadro 2. Rendimiento total y a primera pizca de cuatro variedades de algodón sembradas a cuatro densidades poblacionales.

Población plantas ha^{-1}	Rendimiento de algodón (kg ha^{-1}) Hueso	Pluma	Rendimiento a 1a. pizca Hueso (kg ha^{-1})	% del total
70,000	4194a	1578a	3040a	73
78,000	4584a	1706a	2901a	64
94,000	4601a	1708a	2980a	65
108,000	4733a	1773a	3600a	76

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

Cuadro 3. Rendimiento de algodón pluma (kg ha^{-1}) de cuatro variedades de algodón en cuatro densidades poblacionales.

	Plantas ha^{-1}			
Variedad	70,000	78,000	94,000	108,000
CIAN Precoz	1702a	1760a	1915a	1993a
CIAN Precoz 2	1644a	1746a	1762a	1874a
CIAN 95	1505a	1661a	1662a	1658a
Deltapine 80	1484a	1656a	1497a	1567a

En la misma hilera, medias con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS (P<0.05)

Cuadro 4. Componentes de rendimiento y calidad de la fibra de cuatro variedades de algodón.

Variedad	Peso capullo (g)	% Fibra	Peso de 100 semillas (g)	Longitud de fibra Pulg.	mm	Resistencia lbs pulg.$^{2-1}$	Finura
CIAN Precoz	5.2c	37.3b	10.3a	1 3/32	27.6a	87,000a	4.1a
CIAN Precoz 2	5.9a	37.5b	10.7a	1 1/8	28.3a	85,000a	4.0a
CIAN 95	5.0c	36.4c	10.6a	1 3/16	29.7a	92,000a	3.7a
Deltapine 80	5.4b	38.1a	10.3a	1 1/8	28.5a	81,000a	3.7a

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

Cuadro 5. Componentes de rendimiento y calidad de fibra del algodón en cuatro densidades poblacionales.

Población plantas/ha	Peso capullo (g)	% Fibra	Peso de 100 semillas (g)	Longitud de fibra Pulg.	mm	Resistencia lbs pulg$^{2-1}$	Finura
70,000	5.3a	37.6a	10.5a	1 1/8	28.5a	87,000a	3.9a
78,000	5.4a	37.2a	10.6a	1 1/8	28.6a	88,000a	3.8a
94,000	5.4a	37.1a	10.6a	1 5/32	29.0a	86,000b	3.8a
108,000	5.4a	37.4a	10.2a	1 1/8	28.2a	85,000b	3.9a

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

poblacional no influyó en este inicio (datos no mostrados). Las diferencias en precocidad entre variedades son más facilmente detectables en la etapa de maduración de los frutos. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre variedades para rendimiento de algodón en hueso a primera pizca (Cuadro 1). Las variedades más precoces fueron CIAN Precoz y CIAN Precoz 2, Deltapine 80 fue la más tardía. A primera pizca la diferencia en rendimiento entre la variedad más precoz y la más tardía fue de 1653 kg de algodón hueso ha^{-1}. En el Cuadro también se observa que la medición de precocidad, en base al porcentaje de algodón cosechado en la primera pizca con respecto al total obtenido, clasifica en el mismo orden que el rendimiento a primera pizca, la precocidad de los genotipos.

La densidad poblacional no afectó la precocidad de las variedades y tampoco se detectó interacción variedad x densidad (Cuadro 2). El efecto de la densidad poblacional sobre la precocidad del cultivo es contradictorio, ya que mientras Mohamad *et al.* (1982), señalan que los incrementos en la densidad de plantas alargan el ciclo del cultivo, Smith *et al*(1982) indican lo contrario, que las bajas densidades son las responsables del retraso en la maduración de los frutos. Kerby *et al.* (1990) encontraron que el aumento en densidad poblacional retrasa la maduración en genotipos de crecimiento indeterminado (tardíos), más no en genotipos de bajo porte y de crecimiento determinado (precoces) lo que en parte, explica la divergencia anterior.

Componentes de rendimiento

En componentes de rendimiento se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre variedades para el peso del capullo y el porcentaje de fibra, más no para el peso de 100 semillas (Cuadro 4). El peso del capullo es un indicador del tamaño del fruto. Los valores de peso de capullo que presentaron las variedades evaluadas las clasifica como de tamaño intermedio o normal. Un peso de capullo inferior a 5.0 gramos es indicador de fruto pequeño, y un peso de capullo por arriba de 6.0 gramos es indicativo de un fruto grande. Generalmente las variedades que producen los capullos más grandes retienen menos frutos por planta y rinden menos que las variedades que producen capullos más pequeños. En porcentaje de fibra el valor más alto se obtuvo con Deltapine 80 (38.1 %), y el más bajo con la variedad CIAN 95 (36.4 %). Las cuatro variedades mostraron pesos de 100 semillas muy parecidos, lo que indica que su semilla es del mismo tamaño. Económicamente, es más importante elevar el contenido de fibra del fruto y disminuír el peso de la semilla, ya que el valor de un kilo de fibra es 10 veces mayor a un kilo de semilla. La densidad poblacional no afectó el valor de los componentes de rendimiento y tampoco se observó interacción variedad x densidad, lo que en parte se debe a que el rango poblacional estudiado no fue muy amplio (Cuadro 5).

Calidad de fibra

La calidad de fibra mostró diferencias estadísticamente significativas entre variedades; las densidades de plantas solo afectaron la resistencia de la fibra y no se detectó interacción variedades x densidades. CIAN 95 mostró la más alta calidad de fibra al presentar la fibra más larga y resistente. CIAN Precoz 2 y Deltapine 80 mostraron la misma longitud de fibra, siendo ésta 1/16 de pulgada más corta que la longitud de fibra de CIAN 95. Las tres variedades precoces cuentan con fibra más resistente que la fibra de la variedad testigo, cuya resistencia fue 11,000 $lbs/pulg^2$ inferior a la resistencia de fibra de CIAN 95 (Cuadro 4). En el mismo Cuadro puede observarse que la fibra de las variedades CIAN Precoz y CIAN Precoz 2 es un poco más gruesa que la de las otras dos variedades; sin embargo, todos los valores de finura se sitúan dentro del rango aceptado por la industria textil, el cual es

de 3.5 a 4.9 micronaires. Los incrementos en la densidad poblacional tendieron a disminuir la resistencia de la fibra (Cuadro 5), lo que difiere con lo reportado por Walhodd *et al.* (1977) y Palomo y Davis (1983) que no encontraron efectos de la densidad poblacional sobre la resistencia de la fibra, pero coinciden en que la longitud no se ve afectada.

CONCLUSIONES

Las variedades precoces de algodón sembradas en surcos estrechos (0.70m) mostraron un mayor potencial de rendimiento que la variedad tardía Deltapine 80, destacando CIAN Precoz y CIAN Precoz 2. Estas dos variedades respondieron a los aumentos en densidad poblacional, lo cual no sucedió con la variedad tardía. El algodón sembrado a altas densidades tendió a rendir más que a la densidad de 70,000 plantas ha^{-1}. No se detectó interacción variedades x densidades.

Los aumentos en la densidad poblacional no afectaron la precocidad de las variedades, el valor de los componentes de rendimiento, ni la longitud y finura de la fibra. La resistencia de la fibra tendió a decrecer a medida que se incrementó la densidad de plantas.

Los resultados obtenidos sugieren que las variedades precoces sembradas en surcos estrechos requieren sembrarse a densidades poblacionales más altas que las variedades tardías, para mostrar su potencial de rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Aden, B.M. 1974. The effect of cultural management practices on earliness, yield and fiber properties of two upland cotton cultivars. M.Sc. Thesis, New Mexico State University.

Briggs, R.E., and L.L. Patterson. 1970. Fiber properties and boll characteristics of cotton produced under high plant population. Proc. Beltwide Cotton Production Res. Conf. pp. 60-61.

Brown, H.B. 1958. Cotton, 3rd. Edition, New York. McGraw-Hill.

Fisher, W.D., and L.S. Stith. 1972. Narrow row strain and population test. Cotton Coop. Ext. Service, Agr. Expt. Sta. The University of Arizona, Tucson. 15 p.

Gerik, T.J. 1981. Row and population effects on growth dynamic of short season cultivars. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. pp. 54-55.

Johnson, R.E., V.T. Walhood, and D.L. West. 1973. Short season cotton in the San Joaquin Valley. California Agriculture. 27:14-15.

Kerby, T.A., K.G. Cassman, L. Urie, and M. Keerley. 1988. Phenotypes and a production system for high yieldings 30-inch. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. pp. 119-120.

Kerby, T.A., K.G. Cassman, and M. Keerly. 1990. Genotypes and plant densities for narrow row cotton systems. Height, nodes, earliness, and location of yield. Crop Sci. 30:644-649.

Mohamad, K.B., W.P. Sappenfield, and J.W. Poehlman. 1982. Cotton cultivars response to plant population in a short-season narrow-row cultural system. Agron. J. 74:619-625.

Palomo G., A. and D.D. Davis. 1983. Response of an F1 interspecific (*Gossypium hirsutum* L. x *G. barbadense* L.) cotton hybrid to plant density in narrow rows. Crop. Sci. 23:1053-1056.

Palomo G., A. y S. Godoy A. 1994. Efecto de la población de plantas sobre las características agronómicas de dos nuevas variedades de algodón. Agricultura Técnica en México. 20 (2):99-111.

Patterson, L.L., G.G. Massey, and R.E. Briggs. 1965. Between row spacing of cotton. Cotton Cop. Ext. Service Agr. Exp. Sta. The University of Arizona, Tucson. 9:69.

Ritchie, J.T. 1971. Dryland evporative flux in a subhumid climate. Micrometereological Influences. Agron. J. 63:51-55.

Smith, C.W., B.A. Waddle, and H.H. Ramey Jr. 1979. Plant spacing with irrigated cotton. Agron. J. 71:858-860.

Walhood, V.T., K.M. El-Zik, H. Yamada, and D.L. Ballard. 1977. Growth, solar radiation interception, lint yield and quality of spindle harvested narrow row cotton. Proc. Beltwide Cotton Production Res. Conf. pp. 79-80.

Wendt, C.W. and L.L. Ray. 1971. Influence of row spacing on the yield and soil moisture utilization of several upland cotton varieties. Proc. Beltwide Cotton Production Res. Conf. pp. 25-28.