

RESPUESTA DE CUATRO VARIEDADES DE ALGODÓN A LA DENSIDAD POBLACIONAL. I. RENDIMIENTO Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO

A. Palomo Gil, A. Gaytán Mascorro, S. Godoy Ávila

Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP,
Apdo. Postal 247, 27000 Torreón, Coahuila, México

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue el de conocer la respuesta de cuatro variedades de algodón a la densidad poblacional en el sistema de siembra de surcos estrechos (0,70 m). En los años 1997 y 1998 se evaluaron tres variedades precoces (CIAN Precoz, CIAN Precoz 2 y CIAN 95) y una tardía (Deltapine 5.690), en cuatro densidades poblacionales: 70.000 (testigo), 82.500, 95.000, y 108.000 plantas/ha. Para obtener estas densidades se dio una distancia de 20, 17, 15 y 13 cm entre plantas, respectivamente. Se evaluó el rendimiento de fibra/ha, la precocidad y los componentes de rendimiento. En rendimiento de fibra se detectaron diferencias entre años y variedades. En ambos años las variedades precoces presentaron rendimientos más altos que la variedad tardía. La mejor variedad fue CIAN Precoz 2 y su rendimiento de fibra fue un 15% superior al obtenido por Deltapine 5.690. Las variedades CIAN Precoz y CIAN Precoz 2, por su menor porte y longitud de ramas, aumentaron su rendimiento a medida que se incrementó la densidad poblacional; en cambio, las otras dos variedades mostraron su máximo potencial de rendimiento en la densidad de 82.500 plantas/ha. En la primera de las dos cosechas que se realizaron, las variedades precoces rindieron de 800 a 1.200 kg/ha mas de algodón hueso que la variedad tardía. El número de cápsulas por planta disminuyó a medida que aumentó la densidad de plantas/ha.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., Precocidad, Surcos estrechos, Frondosidad.

SUMMARY

The objective of this study was to know the response of four cotton varieties to plant density in the narrow row cotton production system (0.70 m). In 1997 and 1998, three early (CIAN Precoz, CIAN Precoz 2, and CIAN 95) and a late (Deltapine 5.690) cotton varieties were evaluated at four plant densities; 70.000 (check), 82.500, 95.000 and 108.000 plants/ha. To get these plant densities a distance between plants of 20, 17, 15, and 13 cm was given, respectively. The characteristics measured were the lint yield, the earliness, and the yield components. Year and variety effects on lint yield were detected. In both years the early cotton varieties showed higher lint yields than the late variety. The best variety was CIAN Precoz 2 and its lint yield was 15 % higher than the yield of Deltapine 5.690. 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 825.000 plants/ha. At first harvest the early varieties yielded between 800 and 1.200 kg of seed-cotton/ha more than the late variety. The boll number/plant decreased as plant density increased.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., Earliness, Narrow rows, Leafiness.

Introducción

Todas las variedades de algodón cultivadas en México provienen de los Estados Unidos de América. Dichas variedades generalmente son de ciclo largo y frondosas, por lo que requieren de altas cantidades de agua, fertilizantes e insecticidas para mostrar su potencial productivo. Este tipo de variedades no son las más idóneas para México ya que, además de elevar los costes de producción, consumen altas cantidades de un recurso tan escaso como es el agua. Lo anterior conduce a que el programa de mejora genética del algodón del INIFAP se enfoque a la obtención de variedades de ciclo corto (precoces) y menos frondosas que las variedades mencionadas. Hasta ahora se han liberado cinco variedades con estas características.

Los genotipos precoces fructifican abundantemente en las primeras semanas de floración, después las yemas terminales entran en dormancia, y se detiene el crecimiento de las ramas fructíferas y la floración (BROWN, 1958). KERBY *et al.*, (1990) indican que los genotipos de algodón precoces, de ramas fructíferas cortas y alto índice de cosecha se adaptan mejor y rinden más en sistemas de producción de surcos estrechos (0,76 m entre surcos) que en surcos convencionales (1,02 m). El sistema de producción de surcos estrechos y altas densidades poblacionales, en combinación con variedades precoces, de porte bajo y estructura compacta, son una opción para hacer un uso más eficiente del agua, escapar al daño de las últimas generaciones de las plagas que afectan al cultivo e incrementar el rendimiento. Otra ventaja de este sistema de producción es que la cobertura del suelo por el cultivo se alcanza antes que en el sistema de siembra convencional, lo que permite una mayor captación de energía solar

(JOHNSON *et al.*, 1973) y una disminución de la pérdida de agua por evaporación (RITCHIE 1971). WENDT y RAY (1971) indican que las plantas de algodón semienanas y precoces sembradas en surcos de un metro de ancho extraen menos agua que las variedades de ciclo tardío, y que en surcos estrechos extraen la misma cantidad de agua, pero los genotipos precoces y semienanos rinden más que los tardíos. El objetivo del presente trabajo es conocer el efecto de la densidad poblacional en el rendimiento y sus componentes de variedades precoces y tardías de algodón, sembradas en surcos estrechos (0,70 m).

Material y métodos

El estudio se efectuó en los años 1997 y 1998 en el Campo Experimental de la Laguna; dependiente del INIFAP, con sede en Matamoros, Coahuila, México. Esta región está situada entre los 24° 30' y los 27° 00' de latitud norte, y entre los 102° y 105° de longitud oeste, y a una altitud de 1.120 msnm. El clima es seco, la temperatura media mensual es de 21°C y la precipitación media anual es de 220 mm. En 1997 la siembra se realizó el 11 de abril y en 1998 el 8 de abril. En el sistema de producción de surcos estrechos (distancia de 0,70 m entre surcos), se evaluaron tres variedades precoces de INIFAP: CIAN Precoz 2, CIAN Precoz y CIAN 95, y la variedad Deltapine 5.690, de ciclo tardío, en cuatro densidades poblacionales: 70.000 (testigo), 82.500, 95.000 y 108.000 plantas/ha. Para obtener estas densidades se dio una distancia de 20, 17, 15 y 13 cm entre plantas, respectivamente. Se usó un arreglo de parcelas divididas con diseño experimental de bloques al azar y cuatro repeticiones. En la

parcela mayor se distribuyeron las variedades y en la menor, las densidades poblacionales. La parcela menor consistió de cuatro surcos de ocho metros de largo y la útil los dos surcos centrales de seis metros. Se fertilizó en sementera con 120 kg de N/ha y 40 kg de P_2O_5 /ha. En ambos años se aplicaron tres riegos de auxilio a los 60, 80 y 100 días después de la siembra.

Se midió el rendimiento de fibra/ha. La precocidad en base a: 1) La época en que aparecen las primeras flores y los primeras cápsulas; y 2) Rendimiento de algodón en hueso (fibra y semilla) en la primera cosecha de las dos que se realizaron. Se midieron los componentes de rendimiento: Número de cápsulas por planta, peso de la cápsula, porcentaje de fibra e índice de semilla (peso en gramos de 100 semillas). Para determinar los últimos tres componentes de rendimiento se tomó una muestra aleatoria de 20 cápsulas por parcela. Se realizó un análisis de varianza combinado para cada variable y una comparación de medias con base a la MDS al 0,05 de significación.

Resultados y discusión

Rendimiento de fibra/ha

Se detectaron diferencias significativas entre años y variedades así como para su interacción, y no las hubo para densidades poblacionales ni para las interacciones año x densidad, variedad x densidad y año x variedad x densidad (cuadro 1). El rendimiento medio del año 1998 resultó superior al obtenido en 1997. Es común encontrar diferencias en rendimiento entre años por causas como diferencias en las condiciones climatológicas prevalecientes durante el ciclo del cultivo, calidad del suelo, manejo

de suelos, etc. La causa más probable de las diferencias en rendimiento en los años estudiados fue la temperatura durante el período de crecimiento del cultivo (abril-agosto) la cual fue más alta en 1998 que en 1997. La cantidad de unidades calor (UC) acumuladas durante dicho período fue de 1503 en 1997, y de 1727 en 1998. Estas unidades, también conocidas como grados día, se refiere a la cantidad de UC acumuladas dentro de ciertos límites de temperatura para cada cultivo. Para el algodón la temperatura base mínima es de 15,5° C y la máxima de 38° C (KRIEG, 1985).

Las variedades precoces, especialmente CIAN Precoz 2 y CIAN Precoz, presentaron los rendimientos más altos y la variedad tardía (Deltapine 5.690) el más bajo, (cuadro 2), 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 siembran en surcos estrechos. La causa de la interacción año x variedad fue la variedad CIAN Precoz que mantuvo su mismo nivel productivo en ambos años mientras que las otras tres variedades aumentaron su rendimiento en 1998 (cuadro 2).

La ausencia de efecto significativo de la densidad de plantas sugiere que estas variedades no responden a los aumentos en densidad poblacional sin embargo, en el cuadro 3 puede observarse que las variedades CIAN Precoz 2 y CIAN Precoz aumentan su rendimiento de fibra a medida que se incrementa la población de plantas por hectárea, en tanto que las variedades CIAN 95 Y Deltapine 5.690 alcanzan su máximo potencial productivo con la densidad de 82.500 plantas/ha. En la densidad de 108.000 plantas/ha las variedades CIAN Precoz 2 y CIAN Precoz superaron el rendimiento de la variedad Deltapine 5.690 en

Cuadro 1
Significación estadística de algunas características agronómicas del algodón.
Comarca Lagunera, México
Table 1
Statistical significance of some cotton agronomic characteristics.
Comarca Lagunera, México

Factor	Rendimiento de fibra	Rendimiento a 1 ^{er} cosecha	Cápsulas por planta	Peso de cápsula	% de fibra	Índice de semilla
Año (A)	**	**	*	**	**	**
Variedad (V)	**	**	**	**	**	**
Densidad (D)	NS	*	**	NS	NS	NS
A x V	*	NS	NS	NS	**	NS
A x D	NS	NS	NS	NS	*	NS
V x D	NS	NS	NS	NS	**	NS
A x V x D	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS = No significativo.

(*) Significativo al 5%.

(**) Significativo al 1%.

Cuadro 2
Rendimiento de fibra (kg/ha) de cuatro variedades de algodón en los años 1997 y 1998.
Comarca Lagunera, México
Table 2
Lint Yield of four cotton varieties in the years 1997 and 1998. Comarca Lagunera, México

Variedad	Año		Promedio
	1997	1998	
CIAN Precoz 2	1.757	2.086	1.922 a
CIAN Precoz	1.842	1.860	1.851 ab
CIAN 95	1.621	1.876	1.748 bc
Deltapine 5690	1.550	1.794	1.672 c
Promedio	1.693 z	1.904 y	

(abc) En la columna, valores con la misma letra son iguales entre sí (MDS 0,05).

(yz) En la hilera, valores con la misma letra son iguales entre sí (MDS 0,05).

un 14 %. Comparadas con CIAN 95, la respuesta de CIAN Precoz 2 y de CIAN Precoz a la densidad poblacional se debe a que son de porte más bajo y de ramas frutíferas más cortas lo que reduce la competencia entre plantas. Aunque Deltapine 5.690 posee ramas frutíferas cortas, es muy alta (cuadro 4) y sus hojas son más grandes que las hojas de las variedades precoces, lo que puede ocasionar un mayor sombreado y que esto sea la causa de que no responda a los aumentos en densidad poblacional.

Uno de los propósitos de los estudios con densidades poblacionales y diferentes genotipos es el de conocer su comportamiento en diferentes niveles de competencia y estudiar la interacción genotipo x densidad. Investigadores como 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 de ADEN (1974), FISHER y STITH (1972) y SMITH *et al.* (1979) coinci-

den con los obtenidos en el presente trabajo, respecto a que no hubo esa interacción. Sin embargo, el que la interacción variedad x densidad sea significativa, o no lo sea, depende tanto del rango poblacional como de las diferencias en porte y desarrollo vegetativo de las variedades en estudio.

Precocidad

Las diferencias en precocidad entre las variedades precoces y la tardía fueron muy importantes. Las variedades precoces iniciaron la etapa de floración a los 57 días después de la siembra, 14 días antes que Deltapine 5.690; la densidad poblacional no influyó en este inicio (datos no mostrados). El análisis de la precocidad, en base al rendimiento de algodón obtenido en la primera cosecha, mostró diferencias significativas entre variedades y densidades más no las hubo para las interacciones (cuadro 1). Las variedades más precoces fueron CIAN Precoz y CIAN Precoz 2, Deltapine

Cuadro 3

Rendimiento de fibra (kg/ha) de cuatro variedades de algodón en cuatro densidades poblacionales, promedio de 1997 y 1998. Comarca Lagunera, México

Table 3

Lint yield (kg/ha) of four cotton varieties at four plant densities, average of 1997 and 1998. Comarca Lagunera, México

Plantas/ha					
Variedad	70.000	82.500	95.000	108.000	Promedio ¹
CIAN Precoz 2	1.864	1.938	1.909	1.976	1.922 a
CIAN Precoz	1.763	1.810	1.852	1.978	1.851 ab
CIAN 95	1.679	1.788	1.726	1.801	1.748 bc
Deltapine 5.690	1.650	1.724	1.613	1.701	1.672 c
Promedio	1.739	1.815	1.775	1.864	

(1) Valores con la misma letra son iguales entre sí (MDS 0.05).

5.690 fue la más tardía. La diferencia de rendimiento en la primera cosecha entre la variedad más precoz (CIAN Precoz) y la más tardía fue de 1.345 kg de algodón hueso/ha (cuadro 4).

En la primera cosecha la densidad mas alta resultó ligeramente más precoz que las otras tres densidades (cuadro 5). Los trabajos sobre el efecto de la densidad poblacional en la precocidad del cultivo son contradictorios. Investigadores como MOHAMAD *et al.* (1982), señalan que los aumentos en la densidad de plantas alargan el ciclo del cultivo en cambio, 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) pero no en genotipos de bajo porte y de crecimiento determinado (precoces), lo que, en parte, explica la divergencia anterior.

Componentes de rendimiento

En todos los componentes de rendimiento se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre años y entre variedades, las densidades solo afectaron el número de cápsulas por planta y no se detectó significación para ninguna de las interacciones (cuadro 1). CIAN Precoz 2 y Deltapine 5.690, variedades que obtuvieron el rendimiento más alto y más bajo, respectivamente, presentaron igual número de cápsulas por planta e igual porcentaje de fibra, por lo que las diferencias en rendimiento entre estas dos variedades se deben al mayor peso de cápsula de CIAN Precoz 2 (cuadro 4). El mayor peso de cápsula de CIAN Precoz 2 es resultado de su mayor tamaño de semilla (índice de semilla) y a que su cápsula contiene más semillas (34) que la cápsula de Deltapine 5.690 (32)), datos no presentados.

La densidad poblacional solo afectó al número de cápsulas por planta, el cual ten-

Cuadro 4
Precocidad y componentes de rendimiento de cuatro variedades de algodón. Promedio de 1997 y 1998. Comarca Lagunera, México

Table 4
Earliness and yield components of four cotton varieties. Average of 1997 and 1998. Comarca Lagunera, México

Variedad	Precocidad RAH ¹ (kg/ha)	Altura planta (cm)	Cápsulas por planta	Peso de cápsula (g)	% de fibra	Índice semilla ²
CIAN Precoz 2	4.094 a	80 bc	9,97 b	5,8 a	37,2 a	10,6 a
CIAN Precoz	4.205 a	69 c	11,52 a	4,9 b	36,8 b	10,2 ab
CIAN 95	3.702 b	86 b	10,81 a	5,0 b	36,6 b	10,4 a
Deltapine 5690	2.860 c	111 a	9,83 b	5,1 b	37,5 a	9,9 b

(1) RAH: Rendimiento de algodón en hueso a primer cosecha.

(2) Valores con la misma letra son iguales entre sí (MDS 0,05).

Cuadro 5

Precocidad y componentes de rendimiento del algodón en cuatro densidades poblacionales.
Promedio de 1997 y 1998. Comarca Lagunera, México

Table 5

*Earliness and cotton yield components at four plant densities. Average of 1997 and 1998.
Comarca Lagunera, México*

Densidad plantas/ha	Precocidad RAH ¹ (kg/ha)	Altura cm	Cápsulas por planta	Peso de cápsula	% de fibra	Índice de semilla ²
70.000	3.617 b	85	12,68 a	5,3	37,0	10,4
82.500	3.590 b	86	11,19 b	5,3	37,2	10,2
95.000	3.637 b	86	9,8 c	5,2	36,8	10,3
108.000	4.017 a	89	9,2 c	5,1	37,0	10,2

(1) endimimiento de algodón hueso en la primera cosecha.

(2) Valores con la misma letra son iguales entre sí (MDS 0,05).

dió a disminuir a medida que aumentaba la densidad de plantas/ha (cuadro 5). El estrecho rango poblacional estudiado es la causa más probable de que la densidad de plantas no afectara el valor de los otros tres componentes del rendimiento y de que tampoco se detectara significación para la interacción variedad x densidad.

Conclusiones

Las variedades precoces de algodón sembradas en surcos estrechos (0,70 m) mostraron un mayor potencial de rendimiento que la variedad tardía Deltapine 5.690, destacando CIAN Precoz 2 y CIAN Precoz. Estas dos variedades respondieron a los aumentos en densidad poblacional, lo cual no sucedió con la variedad tardía.

La mejor densidad poblacional para las variedades CIAN Precoz y CIAN Precoz 2

fue 108.000 plantas/ha y para CIAN 95 y Deltapine 5.690 fue la de 82.500 plantas/ha.

CIAN Precoz 2 y Deltapine 5.690 intermediaron el mismo número de cápsulas por planta, por lo que sus diferencias en rendimiento se deben a que la cápsula de CIAN Precoz 2 es más pesada.

Las variedades precoces refrendaron su característica al superar, en la primer cosecha, ampliamente el rendimiento de la variedad tardía.

De los componentes de rendimiento la densidad poblacional solo afectó el número de cápsulas por planta el cual disminuyó a medida que aumentó la densidad de plantas/ha.

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.S. Thesis. New Mexico, State University. 85 p.
- BROWN H.B. 1958. Cotton, 3rd. Edition. New York. McGraw-Hill.
- FISHER W.D., STITH L.S. 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., WALHOOD V.T., WEST D.L. 1973. Short season cotton in the San Joaquin Valley. California Agriculture. 27:14-15.
- KERBY T.A., CASSMAN K.G., URIE L., KEERLY M. 1988. Phenotypes and a production system for high yieldings 30-inch. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. pp. 119-120.
- KERBY T.A., CASSMAN K.G., KEERLY M. 1990. Genotypes and plant densities for narrow row cotton systems. I. Height, nodes, earliness, and location of yield. Crop. Sci. 30:644-649.
- KRIEG R.D. 1985. Development and physiological responses of short season cotton to temperature. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. p. 366.
- MOHAMAD K.B., SAPPENFIELD W.P., POEHLMAN J.W. 1982. Cotton cultivars response to plant population in a short-season narrow-row cultural system. Agron. J. 74:619-625.
- PALOMO G.A., DAVIS D.D. 1983. Response of an F1 interspecific (*Gossypium hirsutum* L. x *G. barbadense* L.) cotton hybrid to plant density in narrow rows. Crop. Sci. 23:1.053-1.056.
- PALOMO G.A., GODOY A.S. 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.
- RITCHIE J.T. 1971. Dryland evaporative flux in a sub-humid climate. Micrometeorological Influences. Agron. J. 63:51-55.
- SMITH C.W., WADDLE B.A., RAMEY Jr., H.H. 1979. Plant spacing with irrigated cotton. Agron. J. 71:858-860.
- WENDT C.W., RAY L.L. 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.

(Aceptado para publicación el 21 de enero de 2000)