

PRODUCCIÓN DE ALGODÓN EN DOBLE Y TRIPLE HILERA CON RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL

Cotton Production in Double and Triple Row with Subsurface Drip Irrigation

Miguel Enríquez Sánchez^{1‡}, Miguel A. Segura Castruita¹, Pablo Preciado Rangel¹, Jorge A. Orozco Vidal¹, Pablo Yescas Coronado¹ y Carmelo de Ávila Velázquez²

RESUMEN

La industria textil en México, para su producción, demanda más de 1 000 000 Mg de fibra de algodón anualmente; sin embargo, sólo 19% de la fibra se produce en el país y el resto se importa de otros lugares. Dos de los principales problemas para producir fibra de algodón son: plagas y escasez de agua. Una alternativa para incrementar la producción de algodón es el uso de cultivos genéticamente modificados en altas poblaciones y sistemas de riego de alta eficiencia. El objetivo del presente estudio fue evaluar la interacción variedad-densidad de población con un sistema de riego por goteo subsuperficial y el rendimiento de algodón. Se evaluaron tres variedades de algodón (Delta Pine 5690, Delta Pine 5409 y la transgénica NuCOTN^{33B}), en tres densidades de población (130 000, 150 000 y 190 000 plantas ha⁻¹). Las variables a medir fueron el rendimiento y la calidad del algodón, así como también el uso eficiente del agua. La variedad NuCOTN^{33B} produjo el rendimiento más alto (5.13 Mg de fibra con semilla de algodón ha⁻¹) y obtuvo el mayor valor de uso eficiente de agua (1.23 kg de fibra con semilla de algodón m⁻³).

Palabras clave: *Gossypium hirsutum L., arreglos topológicos, tamaño de surcos, variedades transgénicas, densidades de población, riego por cintilla.*

SUMMARY

The textile industry in Mexico demands more than 1 000 000 Mg yr⁻¹ of cotton fiber to supply production. However, only 19% of the fiber is produced in the country, the rest is imported. Two main problems for

cotton fiber production are pests and lack of water. An alternative strategy to increase cotton production is the use of genetically improved cultivars in high plant density and the use of efficient irrigation systems. The objective of this research was to evaluate the interaction variety-plant density with a subsurface drip irrigation system and its effect on cotton yield. Three cotton varieties were evaluated (Delta Pine 5690, Delta Pine 5409, and the transgenic cultivar NuCOTN^{33B}) in three plant population densities (130 000, 150 000 and 190 000 plants ha⁻¹). The variables measured were cotton fiber yield and quality, as well as water use efficiency. The variety NuCOTN^{33B} produced the highest yield (5.13 Mg ha⁻¹ of fiber and seed) and greater water use efficiency (1.23 kg m⁻³ of fiber and seed).

Index words: *Gossypium hirsutum L., plant distribution, row size, transgenic varieties, plant population density, drip irrigation.*

INTRODUCCIÓN

La demanda de algodón en el mundo, en los últimos cinco años, ha llegado a 20 millones de toneladas, 400% más que en los años cincuenta; los principales países productores de esta fibra son: China, Estados Unidos, India y Pakistán. No obstante, en México la superficie dedicada a este cultivo, del año 1981 al 2000, disminuyó en 74%. Lo anterior redujo la producción de pacas de algodón en la República Mexicana (de un millón a trescientas mil pacas), cantidad que no satisfizo la demanda interna, estimada en 2 300 000 pacas (Gómez, 2000; ASERCA, 2002). La reducción de la superficie y los rendimientos de algodón en México se deben al alto costo de producción, puesto que 30% de este costo corresponde al uso de pesticidas, aunado a la escasez de agua de riego superficial.

Existen diferentes alternativas para incrementar el rendimiento del algodónero, como el uso de variedades tolerantes a condiciones extremas en clima semiáridos, a suelos con degradación química (salinidad) y a plagas

¹ Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), km 7.5 Carretera Torreón San Pedro. Ejido Ana. 27170 Torreón, Coahuila, México.

[‡] Autor responsable (menriquez@infoel.net.mx)

y enfermedades; la ejecución de planes de manejo de cultivo y la utilización de sistemas de riego eficientes. Sin embargo, los estudios que relacionen más de dos alternativas, para aumentar el rendimiento del algodón, son escasos.

El cultivo del algodón se ha vuelto resistente a ciertas especies de gusanos lepidópteros, debido a la utilización de la tecnología Bollgard® (Bt *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*), reduciendo el uso de pesticidas (Damodaran, 2000). En la Comarca Lagunera, la tecnología Bt controló en 100% dos de las siete plagas del algodón en México (gusano bellotero *Heliothis virescens* y gusano rosado *Pectinophora gossypiella*). Los productores que adoptaron el uso de la variedad transgénica ahorraron \$1000.00 pesos ha⁻¹ en el control de plagas y obtuvieron ganancias estimadas en \$2950.00 pesos ha⁻¹, en comparación con productores que utilizaron las variedades tradicionales (Traxler *et al.*, 2001).

Los planes de manejo de cultivo son otra alternativa para aumentar el rendimiento. La utilización de surcos estrechos y ultraestrechos permite sembrar el algodón con un espaciamiento entre hileras de plantas menores de 0.70 m, distancia entre hileras menor que la empleada en cultivos convencionales (0.90 m). Esto genera altas densidades de población (DP), factibles de interactuar con factores como luz solar, agua, nutrimentos, malezas, insectos y microorganismos, lo cual optimiza la productividad (Knowles y Cramer, 1999). El uso de surcos estrechos y el aumento de la DP (de 82 000 a 108 000 plantas ha⁻¹), de plantas precoces de algodón, incrementan el rendimiento; sin embargo, el número de capullos por planta y la resistencia de la fibra disminuyen (Palomo *et al.*, 1999). En cambio, cuando se emplean surcos ultraestrechos (doble hilera) y una DP de 148 000 a 197 000 plantas ha⁻¹, el rendimiento es 7.0% mayor que el obtenido en hilera sencilla (Weir *et al.*, 2001).

Por otra parte, en zonas áridas y semiáridas, la utilización de sistemas de riego presurizado representa una alternativa para el ahorro del agua. El riego por goteo subsuperficial es un sistema de alta eficiencia de riego, bajo costo y vida útil. Este sistema consiste en la aplicación eficiente, frecuente y oportuna del agua, mediante conductos flexibles que tienen perforaciones en forma de goteros distribuidos a determinados espaciamientos, por los que sale el agua y los agroquímicos gota a gota, por debajo de la superficie del suelo, hasta depositarse en la zona radicular de las plantas. Asimismo, tienen un intervalo uniforme de distribución, sin tener pérdidas por percolación o de

escurrimiento superficial (Munk *et al.*, 2001). La aplicación del riego por goteo subsuperficial, en la producción de algodón, ha tenido buenos resultados y ha permitido optimizar el recurso agua sin afectar el rendimiento (Hussman *et al.*, 1995). Además, se han obtenido relaciones de kilogramos de algodón en hueso por metro cúbico de agua utilizada de 1.23 (Godoy y Luna, 1996).

Al considerar lo anterior, es probable que al utilizar variedades de algodón transgénico y sembrarlo en doble hilera, en combinación con un sistema de riego por goteo subsuperficial, en una zona semiárida, como la Comarca Lagunera, se aumente el rendimiento del algodón.

En el presente estudio, el objetivo fue evaluar la interacción variedades de algodón en diferentes densidades de población bajo un sistema de riego por goteo subsuperficial, para conocer el comportamiento del rendimiento del algodón en este sistema de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se ubicó en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Torreón (Torreón, Coahuila, México), que se encuentra entre 25° 36' 45" y 25° 36' 47" N y 103° 22' 19" y 103° 22' 21" O. El suelo es salino, de textura franca (Castellanos *et al.*, 2000). El agua de riego tiene calidad de ligera a moderada, con una conductividad eléctrica de 1.3 dS m⁻¹ y una relación de adsorción de sodio ajustado por la presencia de carbonatos en el suelo (RAS_{adj}) igual a 1.3, con un valor del índice de saturación de Langalier (ISL) de -0.3 (FAO, 1987; ANZECC, 1999).

El trabajo se desarrolló en cuatro etapas que consistieron en lo siguiente:

- 1) Se seleccionaron tres variedades utilizadas en la Comarca Lagunera: dos de ciclo intermedio (Delta Pine 5690 y la transgénica NuCOTN^{33B}) y una precoz (Delta Pine 5409).
- 2) Se utilizó cintilla de riego de calibre 10 000, la cual se instaló en la parte media de los laterales de la cama, equidistantes al centro de ésta y con espaciamiento entre cinta y cinta de 0.60 m, a una profundidad de 0.30 m debajo de la superficie del "lomo" de la cama. La presión de operación fue de 0.3 kg cm⁻² y proporcionó un gasto hidráulico por gotero de 0.5 L h⁻¹, con una eficiencia de aplicación de 85%.
- 3) Se utilizó un diseño experimental de cuadro latino; donde las variedades representan el Factor A, con tres niveles (Delta Pine 5690 y la transgénica NuCOTN^{33B}),

y la DP fue el Factor B, con tres niveles (130 000, 150 000 y 190 000 plantas ha⁻¹). El arreglo en campo fue en bloques y quedó de la siguiente forma: el Factor A se distribuyó de manera aleatoria en hileras y el factor B en bloques de seis camas cada uno; cada bloque (unidad experimental) consistió en seis camas de 1.8 m de ancho por 18.0 m de largo, con una superficie total de 97.2 m²; la parcela útil estuvo integrada por las tres camas centrales. La superficie total del lote experimental se integró por 20 camas de 1.8 m de ancho por 60 m de largo, para un total de 2160 m².

4) La siembra se realizó en húmedo, en camas "meloneras" y a "chorrillo", posteriormente se dio un aclareo para asegurar que las densidades de población fueran las equivalentes a 130 000 (dos hileras de plantas por cama espaciadas a 0.40 m y espaciamiento entre plantas a 0.08 m), 150 000 (tres hileras de plantas por cama, espaciadas a 0.40 m y 0.10 m entre plantas) y 190 000 (tres hileras por cama espaciadas a 0.40 m con plantas espaciadas entre sí a 0.08 m) plantas ha⁻¹, de acuerdo con el diseño experimental y el arreglo en campo propuestos. Se fertilizó de manera fraccionada en diferentes fases fenológicas del cultivo, con materiales solubles de nitrógeno y fósforo, utilizando 248.78 kg ha⁻¹ de urea y 49 kg ha⁻¹ de NH₄H₂PO₄, respectivamente, para satisfacer la fórmula 120-30-00 uniforme para todos los tratamientos y se inyectaron a través de un inyector "Venturi" al sistema de riego. Los riegos se aplicaron de manera uniforme a todos los tratamientos, con base en la evapotranspiración acumulada, medida en un tanque tipo "A" (Doorenbos y Pruitt, 1979). El volumen de agua empleada en cada riego se contabilizó; al final del ciclo los volúmenes se sumaron para obtener un total, con el fin de determinar el uso eficiente del agua (UEA).

5) En cada tratamiento y repetición, se registraron datos que correspondieron a algunos componentes del rendimiento, como son: altura de planta (medida de seis plantas, en un total de 12 muestreos), floración (inicio de floración y número de flores por planta en tres fechas), número de bellotas por planta (al inicio de la formación de capullos), número de capullos (sólo se contabilizaron los que se encontraban abiertos), índice de área foliar (obtenido mediante un analizador de cobertura de planta LAI 2000). Por otra parte, se midió el potencial hídrico de las bellotas, con una bomba Scholander de equilibrio de presiones (Scholander *et al.*, 1965). Finalmente, se estimó el rendimiento de algodón en hueso por planta (considerando el peso promedio de capullos de una planta

por el número de capullos en esa misma planta) y el rendimiento en hueso por unidad experimental (peso total de algodón en hueso de las tres camas centrales). Asimismo, se obtuvo la UEA [relación entre el rendimiento promedio de algodón en hueso (en kg) y el volumen de agua utilizada por unidad de superficie]. Aparte, se determinaron los componentes de calidad del algodón (índice de semilla, resistencia de fibra, porcentaje de pluma, finura y longitud), utilizando un instrumento de alto volumen (Cottonine, 2002).

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) a cada variable en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de Planta

Existió un efecto significativo en la altura promedio de la planta (AP) para la interacción variedades por DP, con humedad uniforme en el suelo, para todos los tratamientos (CV 10.62%). La variedad transgénica NuCOTN^{33B}, estadísticamente superior a las otras dos variedades (Cuadro 1), registró una AP de 0.92 m, cuando creció con una población de 190 000 plantas ha⁻¹. La AP de las tres variedades, en general, disminuyó cuando se incrementó la DP de 130 000 plantas ha⁻¹, hasta 150 000 plantas ha⁻¹. A partir de esta DP (150 000 plantas ha⁻¹), se observó una respuesta positiva de las variedades de ciclo intermedio NuCOTN^{33B} y Delta Pine 5690; es decir, se incrementó la AP al aumentar la DP. No obstante, la R² de los modelos de la relación AP vs DP para estas variedades (Cuadro 2) es baja, lo que significa que estos modelos no explican completamente el fenómeno. En cambio, la altura de la variedad Delta Pine 5409, de ciclo precoz, presenta una tendencia negativa cuando aumenta la DP (R² = 0.9654); con una densidad de 190 000 plantas ha⁻¹ sólo alcanzó 0.52 m. Las tres variedades registraron un ciclo de 127 días, de siembra a cosecha.

Número de Flores por Planta

En todos los tratamientos la floración inició a 52 días después de la siembra. No existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, se registraron en promedio 27 flores planta⁻¹. En la Figura 1 se observa que la tendencia fue de reducirse el número de flores (NF) al incrementarse la DP, lo cual coincide con

Cuadro 1. Promedios de las variables evaluadas en las variedades por densidad de población.

Variedad	Dp [†]	AP	IAF	Ψ	NC	PC	PAH/P
	plantas ha ⁻¹	cm	%	KPa		g	kg planta ⁻¹
DP5409	130 000	81.0 ba	3.7 bc	-31.5 ba	11.6 a	3.6 bdc	0.029 a
	150 000	76.5 b	4.5 ba	-32.0 ba	10.1 a	4.3 ba	0.024 a
	190 000	52.3 d	2.7 de	-30.2 ba	7.5 a	3.5 dc	0.025 a
DP5690	130 000	72.5 bc	2.8 de	-29.3 ba	13.2 a	3.9 bdac	0.031 a
	150 000	69.4 bc	3.4 dce	-23.5 c	9.2 a	3.8 bdac	0.032 a
	190 000	77.1 b	3.8 bc	-25.3 b	8.4 a	4.3 ba	0.025 a
NuCOTN ^{33B}	130 000	70.8 bc	2.5 e	-38.5 a	13.6 a	3.3 d	0.038 a
	150 000	61.7 dc	3.6 dc	-30.5 ba	9.8 a	4.4 a	0.031 a
	190 000	92.0 a	4.8 a	-27.8 ba	7.8 a	4.2 bac	0.027 a

Letras iguales en columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).

[†] DP = densidad de población; AP = altura de planta; IAF = índice de área foliar; Ψ = potencial hídrico; NC = número de capullos por planta; PC = peso de capullo; PAH/P = peso de algodón en hueso por planta.

lo reportado por Kirby (1996) y Palomo *et al.* (2000), pero difiere de Manríquez (1999), quien reportó un aumento de flores con poblaciones superiores a 185 000 plantas ha⁻¹.

La relación entre el NF y la DP, para las tres variedades, muestra una tendencia negativa (Cuadro 2), lo cual significa que el NF es función de la DP para las tres variedades en estudio.

Índice de Área Foliar

Existieron diferencias altamente significativas para las variedades y para la interacción variedades por DP (CV 8.97%). La variedad NuCOTN^{33B}, de ciclo intermedio, registró el mayor índice de área foliar (IAF) a 190 000 plantas ha⁻¹ (4.8%). Los menores índices se presentaron en las variedades NuCOTN^{33B} (130 000 plantas ha⁻¹) y DP5409 (190 000 plantas ha⁻¹), con 2.5 y 2.7%, respectivamente. La tendencia de las variedades intermedias (Figura 2) fue incrementar la cobertura vegetal a medida que se aumentó la DP. En cambio, la variedad precoz DP5409 disminuyó significativamente su IAF cuando la DP aumentó a 150 000 y 190 000 plantas ha⁻¹, en condiciones de fertilidad y humedad del suelo constantes.

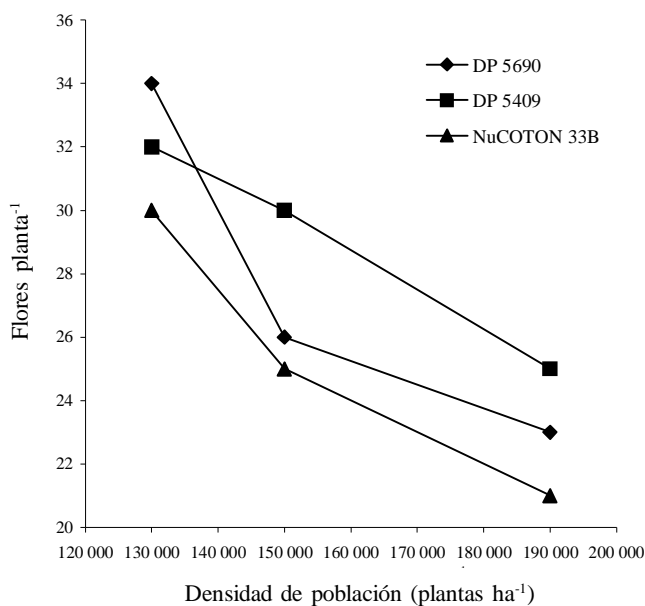


Figura 1. Número de flores planta⁻¹ de algodón, de tres variedades con tres densidades de población y riego por goteo subsuperficial.

Cuadro 2. Comportamiento de la altura de planta y el número de flores, en función de la densidad de población.

Variedad	AP [‡] vs Dp	r ²	NF vs Dp	r ²
DP5409	AP _{DP5409} = -0.0005 Dp + 147.71	0.9654	NF _{DP5409} = -0.0001 Dp + 47.464	0.9973
DP5690	AP _{DP5690} = 0.00009 Dp + 58.29	0.5428	NF _{DP5690} = -0.0002 Dp + 53.964	0.8133
NuCOTN ^{33B}	AP _{NuC} = 0.0004 Dp + 10.836	0.6480	NF _{NuC} = -0.0001 Dp + 47.714	0.9368

[‡] AP = altura de planta (cm); DP = densidad de población (plantas ha⁻¹); NF = número de flores por planta.

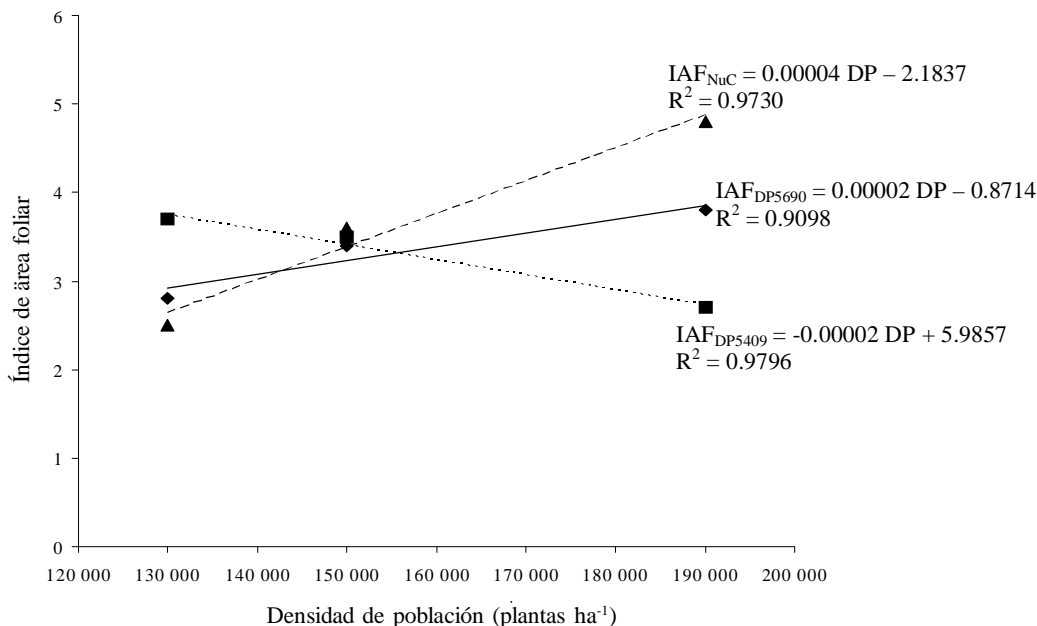


Figura 2. Índice de área foliar (IAF) de tres variedades de algodón con tres densidades de población (DP) y riego por goteo subsuperficial.

Capullos por Planta

El número de capullos planta⁻¹ (NC) se afectó por la densidad de población y la interacción variedades por densidades de población (CV 10.4%). El NC en las tres variedades en estudio fue similar (Tukey, α = 0.05). Las variedades intermedias (DP5690 y NuCOTN^{33B}) presentaron el mayor NC (13 capullos) en 130 000 plantas ha⁻¹, respectivamente, aunque el mayor peso de capullo se tuvo

en la variedad transgénica (Cuadro 1). En general, en las tres variedades, se presenta una tendencia negativa al aumentar la DP (Figura 3); en otras palabras, el NC se reduce cuando existe un mayor número de plantas en una superficie determinada (Palomo *et al.*, 2000).

Peso por Capullo

El análisis estadístico detectó diferencias significativas para la interacción variedad-densidad, con

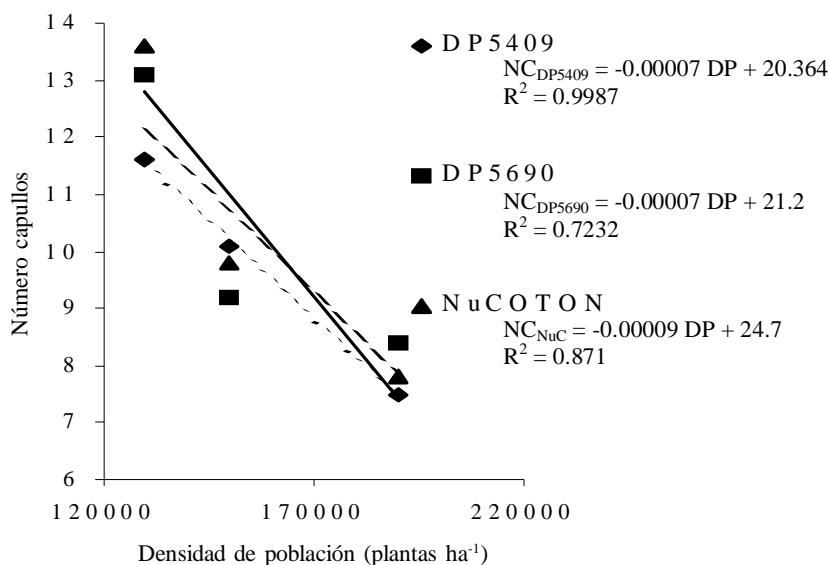


Figura 3. Número de capullos (NC) por planta de algodón en las densidades de población (DP); de tres variedades con tres densidades de población y riego por goteo subsuperficial.

un coeficiente de variación de 10.47%. La comparación de medias indicó que las variedades NuCOTN^{33B}, de ciclo intermedio, y DP5409, de ciclo precoz, registraron el mayor peso de capullo (4.4 y 4.3 g, respectivamente) y fueron estadísticamente iguales en 150 000 plantas ha⁻¹ (Cuadro 1). El menor peso de capullo (3.3 g) se registró en la variedad NuCOTN^{33B} en 130 000 plantas ha⁻¹, que se explica por una mayor tensión hídrica -38.5 kPa (Cuadro 1).

Rendimiento de Algodón en Hueso

El análisis de varianza detectó diferencias significativas para las densidades de población y altamente significativa para la interacción entre las variedades y las densidades de población, con un coeficiente de variación de 20.96%. La comparación de medias para el rendimiento de algodón en hueso, estimado en Mg ha⁻¹ (Figura 4), indicó que el mayor rendimiento (5.13 Mg ha⁻¹) se registró con la variedad transgénica NuCOTN^{33B}, a 190 000 plantas ha⁻¹, lo que se explica por el mayor número de plantas que registraron 48% de eficiencia en producción de capullos (Cuadro 1), como resultado de una menor abscisión floral; asimismo,

tuvo la mayor UEA, con 1.23 kg ha⁻¹. El menor rendimiento fue de 3.6 Mg ha⁻¹ y se registró en la variedad DP5409 con la densidad de población de 150 000 plantas ha⁻¹. La menor eficiencia en el UEA, se presentó en la variedad Delta Pine 5690, en la DP de 190 000 plantas ha⁻¹, con 0.66 kg ha⁻¹.

Calidad de Fibra

Los componentes de calidad de la fibra de algodón no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, aunque la resistencia fue la única que tuvo diferencias estadísticas (CV 4.8%). La mayor resistencia de fibra se registró en la variedad DP5409, de ciclo precoz, con 190 000 plantas ha⁻¹, y la menor resistencia en la variedad DP5690, con 150 000 plantas ha⁻¹ (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

- La variedad transgénica de ciclo intermedio NuCOTN^{33B}, sembrada a una densidad de 190 000 plantas ha⁻¹, equivalente a tres hileras de plantas espaciadas a 0.40 m entre sí y plantas a 0.08 m, registró un rendimiento de 5.13 Mg ha⁻¹ de algodón en hueso con

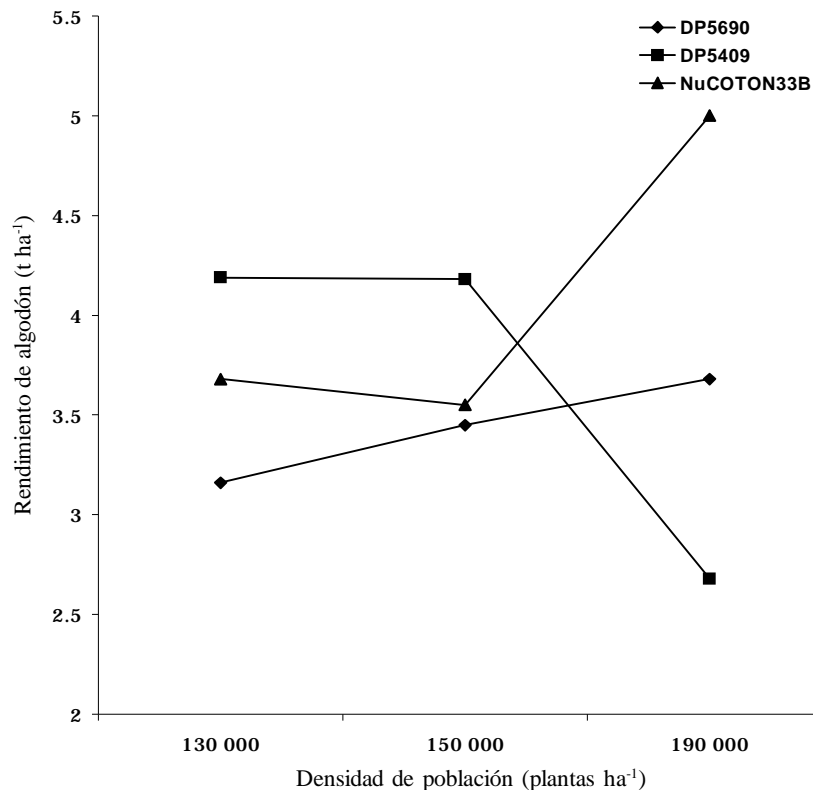


Figura 4. Rendimiento de algodón en hueso de tres variedades con tres densidades de población y riego por goteo subsuperficial.

Cuadro 3. Componentes de calidad de la fibra de tres variedades de algodón con tres densidades de población y riego por goteo subsuperficial.

Variedades	DP [†]	Índice de semilla	Pluma	Resistencia	Finura	Longitud
			%	MPa	índice micronaire	mm
DP5409	130 000	8.4 a	47.3 a	579.18 c	4.6 a	27.2 a
	150 000	8.2 a	44.8 a	592.97 b	4.6 a	27.9 a
	190 000	7.4 a	42.9 a	620.55 a	4.9 a	27.7 a
DP5690	130 000	8.0 a	43.8 a	565.39 d	4.4 a	27.2 a
	150 000	8.4 a	44.9 a	530.92 e	4.0 a	27.4 a
	190 000	7.4 a	42.9 a	579.18 c	3.8 a	26.9 a
NuCOTN	130 000	7.8 a	43.3 a	565.39 d	4.7 a	27.7 a
	150 000	8.0 a	44.3 a	537.81 c	4.2 a	27.4 a
	190 000	7.6 a	43.1 a	558.50 d	4.1 a	27.9 a

Letras iguales en columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). [†] Dp = densidad de población.

riego por goteo subsuperficial. Esta variedad registró la mayor eficiencia en uso de agua, con 1.23 kg de algodón en hueso m⁻³ de agua consumida durante el ciclo del cultivo. - La variedad de ciclo precoz Delta Pine 5409 alcanza el menor potencial de rendimiento cuando se siembra a 150 000 plantas ha⁻¹, equivalente a tres hileras por cama espaciadas a 0.40 m y separación entre plantas de 0.10 m.

LITERATURA CITADA

- ANZECC (Australian and New Zealand Environment Conservation Council). 1999. Water quality for irrigation use. Australian and New Zealand Australia Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Ministry for the Environment. Wellington, New Zealand.
- ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2002. Mercado internacional de algodón. Dirección General de Operaciones Financieras. Dirección de Análisis y Estudios de Mercado. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. México, D. F.
- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle y A. Aguilar Santelises. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. Celaya, Guanajuato, México.
- Cotton Incorporated. 2002. Fiber Quality. The classification of cotton. http://www.cottoninc.com/cotton_classification.htm (Consulta: mayo 2002).
- Damodaran, H. 2000. Developing transgenic cotton. AGRI-Business Line. The Indu Group of Publications. <http://www.theindubusinessline.com/businessline/2000/07/07hdline.htm> (Consulta: julio 2000).
- Doorenbos, J. y W. O. Pruitt. 1979. Necesidades de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección de Riego y Drenaje. Manual 24. FAO. Roma, Italia.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1987. La calidad del agua en la agricultura. Riego y Drenaje 29. FAO. Roma, Italia.
- Godoy A., C. y M. E. Luna P. 1996. Eficiencia en el uso del agua en algodónero bajo diferentes calendarios de riego y con acolchado de plástico. Terra 14: 293-300.
- Gómez B., J. G. 2000. Algodón. pp. 9-13. In: Agro-Síntesis. Julio. Agro-Síntesis. México, D. F.
- Hussman, S., R. Wegener, P. Brown, E. Martin, K. Johnson, and L. Schenakenberg. 1995. Upland cotton water stress sensitivity by maturity class on suggested management strategy in cotton. College of Agriculture Report. University of Arizona. Tucson, AZ, USA.
- Kirby, T. 1996. Management considerations in cotton production. Bull. 51. Delta and Pine Land Company, Technical Service Department. Scott, MS, USA.
- Knowles, T. C. and R. Cramer. 1999. Narrow row cotton production in Vicksburg. Arizona cotton report, University of Arizona College of Agriculture. [En línea] Disponible en: <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/as1123/>. (Consulta: julio 2000).
- Manríquez G., C. 1999. Efecto del número de riegos de auxilio y de la densidad poblacional en el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- Munk, D. and B. Hutmacher. 2001. Pre-plant irrigation in a water short year. California Cotton Review 61. University of California. Cooperative Extension. Davis, CA, USA.
- Palomo, G. A., A. Gaytán M. y S. Godoy A. 1999. Respuesta de cuatro variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) a la densidad poblacional. Fitotec. Mex. 22: 43-49.
- Palomo, G. A., A. Gaytán M. y S. Godoy A. 2000. Efecto de los riegos de auxilio y densidad de población en el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. Terra 19: 265-271.
- Scholander, P. F., H. T. Hammel, E. D. Bradstreet, and E. A. Hemmingsen. 1965. Sap pressure in vascular plants. Science 148: 339-346.
- Traxler, G., S. Godoy-Avila, J. Falck-Zeped, and J. Espinoza-Arellano. 2001. Transgenic cotton in México: Economic and environmental impacts. http://www.biotech-info.net/Bt_cotton_Mexico.html (Consulta: noviembre 2002).
- Weir, B., B. Hutmacher, R. Vargas, S. Stoddard, and D. Munk. 2001. Double-row 30 inch cotton: field experiences. California Cotton Review 61. University of California. Davis, CA, USA.