RELACION ENTRE ALTAS POBLACIONES Y RENDIMIENTOS DE ALGODON EN EL CARIBE SECO COLOMBIANO[1]

Alfredo Jarma O.[2]
Angel Mendoza O.[3]
Jorge E. Serrano.[4]
Jorge Cadena T.[5]

RESUMEN

La población de plantas por hectárea en algodón a nivel mundial, ha aumentado en los últimos años debido a la liberación en el mercado de variedades de mayor eficiencia en la utilización de los recursos ambientales. En el Caribe Seco Colombiano, a pesar de disponer de éstas variedades, desde hace algunos años las densidades de población han permanecido sin variación con respecto a las utilizadas en el pasado con otras variedades. Por esta razón se desarrolló un trabajo de investigación en tres localidades del Caribe Seco Colombiano (Aguachica, Codazzi y Valledupar), durante el segundo semestre de 1998, con el objetivo de evaluar el efecto de altas poblaciones en los rendimientos de los genotipos de algodón Corpoica M-129 y DP 5415. Los resultados indicaron que, en general, para los dos genotipos, los rendimientos de fibra por hectárea se incrementan progresivamente al aumentar la población hasta alcanzar un máximo y luego decrecen. Al combinar las tres localidades y los dos genotipos, las tendencias del rendimiento promedio de fibra por hectárea se ajustaron a un modelo estadístico a través del cual se determinó que la densidad óptima está entre 150.000 y 200.000 plantas por hectárea.

[1]Trabajo financiado por el Fondo de Fomento Algodonero, MINAGRICULTURA y el Convenio Corpoica -CONALGODON

[2] IA. MSc. Docente, investigador. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Telefax 7860255. Montería. Córdoba

[3] IA. PhD. Investigador Agrícola. Corpoica Regional 3. C.I. Motilonia. A. Postal 021 Tel (095) 5765165. Codazzi, Cesar.

[4] IA. Investigador Agrícola. Corpoica Regional 3. CRECED Sur del Cesar. Aguachica. Cesar.

[5] IA. PhD. Coordinador Plan Nacional de Algodón. Corpoica Regional 2. CI. Turipaná. Montería

INTRODUCCION

Cuando en el balance que hace la planta día a día, la demanda de las cápsulas por carbohidratos excede la cantidad elaborada durante el período de luz (oferta), ella se ve en la necesidad de dejar caer algunas estructuras, principalmente botones florales, para tratar de reducir su demanda y balancear los recursos. Estos desbalances se pueden dar durante el desarrollo del cultivo, debido, principalmente a bajos niveles de radiación incidente y a baja disponibilidad de nutrientes y agua en el suelo.

El trópico es una zona que se caracteriza por presentar niveles de radiación más o menos constantes todo el año, a diferencia de la zona templada, en donde los niveles de radiación fluctúan a medida que avanzan las estaciones. Desde el punto de vista agrícola, la zona templada tiene la ventaja de poseer un mayor número de horas de luz durante el verano y por esta razón siembran cultivos de origen tropical durante esta estación, superando en productividad a la zona tropical con sus propias especies. Para tratar de igualar los niveles productivos de la zona templada, lo mejor que se puede hacer en el trópico, es tratar de maximizar el uso de la radiación incidente. Esto se logra a través de un arreglo poblacional que permita capturar eficientemente la radiación durante el desarrollo del cultivo.

Los trabajos de investigación en densidades de población, en general, coinciden en indicar que las menores distancias de siembra o los surcos más estrechos funcionan mejor en suelos fértiles y húmedos (Jones y Wells, 1998; Eaton y Rigler, 1945). Por el contrario en suelos pobres y ambientes secos, funcionan mejor los surcos amplios y las menores densidades de población.

Lo anterior tiene que ver con la disponibilidad de recursos (luz, agua, nutrientes) presentes en un suelo o ambiente determinado. Así, a mayor disponibilidad de recursos, mayor es el número de plantas que el terreno puede sostener. En la misma forma, cuando ocurren siembras muy densas y se presenta un año seco, se presenta un alto porcentaje de derrame y una disminución en los rendimientos. Esto debido a que el gran número de plantas agota rápidamente la disponibilidad del agua en el suelo (Hawkins y Peacock, 1973; Baker, 1976; Buxton et al., 1977; Brown, 1971).

Cada lote de terreno, finca o ambiente en particular, tiene un número ideal de plantas que puede sostener, de acuerdo con los recursos disponibles. Con el objeto de obtener rendimientos máximos, la función del ingeniero agrónomo y del agricultor es identificar la densidad óptima de siembra para sus propias condiciones. En la medida en que ocurran desviaciones con respecto al número ideal de plantas por hectárea, los rendimientos de algodón pueden reducirse (Bridge et al., 1973; Smith et al., 1979). Para el caso del algodón, Williford (1992), reportó que la población óptima estaba alrededor de las 100.000 plantas/ha.

PROBLEMATICA

El algodonero, debido al tipo de materiales que elabora, fibra con alto contenido de celulosa y semilla con alto contenido de proteína y aceites, es una planta que tiene gran actividad metabólica y por tanto requiere alta intensidad lumínica. Con respecto a los requerimientos de luz, algunas variedades son más sensibles que otras a la poca luminosidad que se presenta en los trópicos, en comparación con la zona templada, durante la temporada algodonera. Las variedades importadas, más prolíficas y con mayores potenciales de pro-

ducción, son en general las más sensibles, puesto que demandan una mayor cantidad de productos elaborados (Guinn, 1982). Una forma de maximizar el uso de la radiación incidente es mejorar el arreglo de las plantas en el terreno a través de un arreglo poblacional eficiente, pues éste afecta directamente las tasas de fotosíntesis, lo que incide directamente en el rendimiento.

En el Caribe Seco Colombiano se han realizado pocos trabajos para tratar de ajustar la demanda de la planta a la oferta ambiental, principalmente en lo referente a maximizar el uso de la radiación disponible a través de mejores arreglos poblacionales. Por esta razón se planteó la presente investigación, con miras a evaluar diferentes densidades de población en las variedades de siembra comerciales en esta región.

JUSTIFICACION

El algodón es una planta de estructura morfológica compleja y variable, lo que dificulta generalizar y extrapolar recomendaciones de la investigación obtenidas en ambientes diferentes, siendo necesario ajustar las tecnologías a los ambientes locales. Esto debido a que el efecto de las altas poblaciones no se puede analizar solamente desde el punto de vista de la captación de luz, ya que además de este factor, interactúan otros, como la tasa de consumo de nutrientes y agua, la dinámica de plagas y enfermedades y los hábitos de crecimiento y desarrollo de las variedades. A pesar de que la densidad de 100.000 plantas por hectárea resulta ideal para la zona templada, bajo las condiciones del Caribe Colombiano la recomendación podría ser distinta, por lo cual se justifica una evaluación de las mismas.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante el segundo semestre de 1998 en tres zonas algodoneras del Caribe Seco Colombiano, en el Sur, Norte y Centro del Cesar, en las localidades de Aguachica, Codazzi y Valledupar. Se evaluaron poblaciones de 37, 166, 200 y 320 mil plantas por hectárea. La densidad de 37 mil plantas fue considerada como testigo de la región y se estableció con una distancia de 0.9 m entre surcos y 0.3 m entre plantas. Las poblaciones de 166 y 200 mil plantas se establecieron al separar los surcos a 0.6 y 0.5 m, respectivamente, y las plantas dentro de los mismos a 0.1 m. Para el establecimiento de 320 mil plantas por hectárea, se sembraron surcos dobles a 0.6 y 0.3 m, con una distancia de 0.07 m entre plantas. Las variedades utilizadas para la evaluación de las densidades fueron la Corpoica M -129 y el testigo comercial Delta Pine 5415. Las plantas recibieron una aplicación de un regulador de crecimiento cuando presentaron 14 nudos de desarrollo. En cada localidad se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 4 (genotipos y poblaciones) y cuatro repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

A pesar de establecer a la siembra y ajustar con el raleo el número de plantas por hectárea, las poblaciones se ajustan por sí mismas durante el desarrollo del cultivo. En esta

forma, el número de plantas cosechadas fue el 42% de las que originalmente se habían establecido cuando se utilizó la densidad de 320 mil plantas por hectárea, del 62% cuando se utilizó la densidad de 200 mil y del 65% cuando se utilizó la densidad de 166 mil (Tabla 1). En el caso de la más baja densidad de población, se termina más o menos con la misma población con que se inició. Estos resultados indican que en promedio la densidad de población real fluctuó entre las 100 y las 159 mil plantas por hectárea.

Lo anterior se explica por la competencia que se presenta entre las plantas de algodón por agua, luz y nutrientes, a causa de lo cual la población se autoregula y finalmente solo algunas de ellas logran llegar a madurez y cosecha. El proceso de autorregulación depende directamente de la disponibilidad de recursos en el medio. El comportamiento de las plantas finalmente establecidas por hectárea con respecto a la población inicial para cada localidad, se observa en las Figuras 1a, 1b y 1c.

Tabla 1. Población de plantas de algodón sembradas y cosechadas en tres localidades del Caribe Seco Colombiano. 1998 B.

Población sembrada/ha (miles)	Población cosechada por hectárea (miles)*				
	Aguachica	Codazzi	Valledupar	Promedio	Variación Promedio %
320	159.3 a*	127.0 a	118.9 a	135.07	42.2
200	135.2 b	118.7 ab	116.0 a	123.3	61.6
166	121.6 b	95.6 b	107.3 a	108.2	65.2
37	45.8 c	30.2 c	41.6 b	39.2	105

*Valores con la misma letra son iguales estadísticamente, según la prueba protegida de DMS, al 5% de probabilidad.

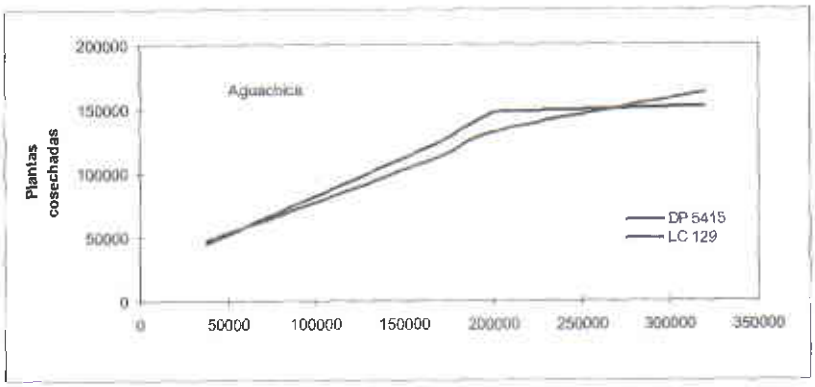

Figura 1a. Plantas de algodón sembradas y cosechadas, por hectárea, en Aguachica. 1998 B.

Como se observa en las Figuras 1b y 1c, en las localidades de Aguachica, Codazzi y Valledupar, el número de plantas cosechadas tiende a estabilizarse entre las 110 y 115 mil plantas por hectárea. En Aguachica (Figura 1ª) esa estabilización se logra al rededor de las 140.000 plantas por hectárea.En general, el número de plantas en el cual se observó estabilización en este estudio, es coincidente con lo observado por Bridge y otros (1973) y por Smith y otros (1979), y se acerca a la población ideal encontrada por Williford en 1992 para la zona templada.

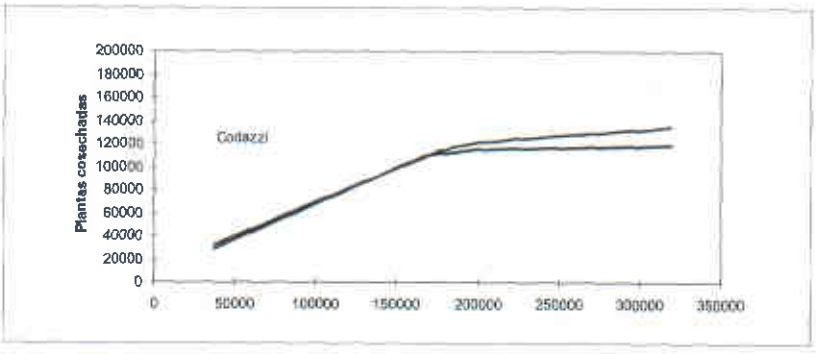

Figura 1b. Plantas de algodón sembradas y cosechadas, por hectárea, en Codazzi. 1998 B.

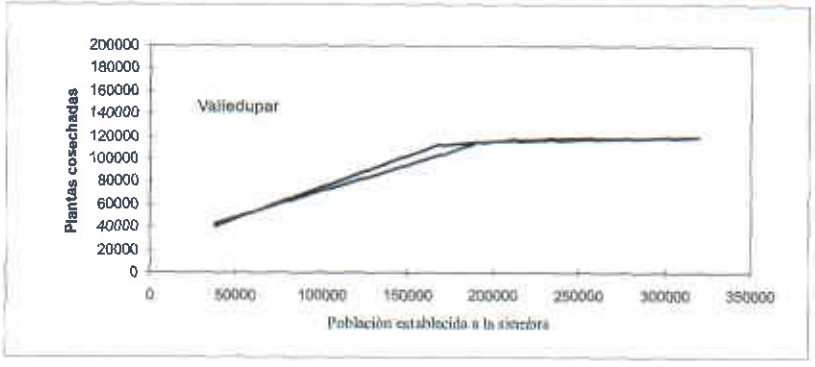

Figura 1c. Plantas de algodón sembradas y cosechadas, por hectárea, en Valledupar. 1998 B.

Para los parámetros que se discuten a continuación, se utilizan las poblaciones sembradas inicialmente.

Rendimiento de fibra por hectárea.

Los resultados indicaron que se presentaron diferencias estadísticas entre los rendimientos de fibra de los genotipos y de las poblaciones. La línea LC 129 presentó promedios de rendimiento de fibra superiores (1.085 kg/ha) a los presentados por la variedad comercial DP- 5415 (979 kg/ha), independientemente de la población utilizada.

Al comparar entre las poblaciones se encontró que los mejores rendimientos de fibra se observaron con las densidades de 320 y 166 mil plantas/ha, mientras que los menores rendimientos se obtienen con las poblaciones de menor densidad (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento de fibra de algodón según la densidad de Población, en el Caribe Seco Colombiano. 1998 B.

Población Inicial (miles)	Población final (miles)	Rendimiento de fibra (kg/ha)
320	135.07	1124.5 a*
200	123.3	1041.6 b
166	108.2	1079.2 ab
37	39.2	783.7 c

*Valores con la misma letra son iguales estadísticamente ,según la prueba protegida de DMS al 5% de probabilidad.

El comportamiento general de los rendimientos de fibra fue explicado eficientemente por un modelo polinomial cuadrático (Figura 2). En ambos genotipos los rendimientos aumentan significativamente al establecer poblaciones altas respecto al testigo (37.000 plantas/ha).

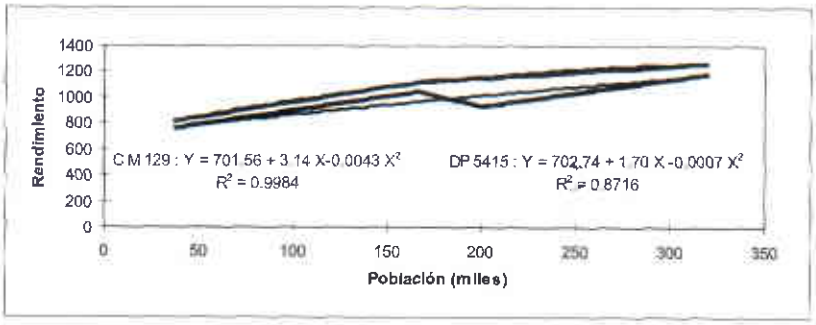

Figura 2. Rendimiento de fibra (Kg/ha) del algodón respecto al número de plantas/ ha, en el Caribe Seco o Colombiano. 1998B.

Porcentaje de fibra.

El efecto del genotipo, las poblaciones y su interacción, no incidió en el porcentaje de fibra en ninguna de las localidades evaluadas. Lo anterior se puede explicar porque este factor presenta una fuerte dependencia del genotipo y porque, salvo en algunas ocasiones extremas, donde las condiciones ambientales lo determinen, el porcentaje de fibra no

es afectado significativamente por labores de manejo agronómico. Varios autores se han referido a este mismo aspecto (Torres, 1993 ; Marani y Levi, 1973).

Diagrama de la cosecha, número de motas por planta y peso por mota

Los resultados indicaron que en altas poblaciones, a diferencia del modelo de Jenkins y McCarty, la zona 1 en general es más importante para los dos recursos genéticos, siguiéndole en orden la zona 2 y luego la 3. Las ramas vegetativas presentaron relativo aporte a los rendimientos finales de la planta, principalmente en el tratamiento de baja población. La figura 3 muestra el comportamiento de la distribución de la cosecha del promedio de los dos genotipos, en las tres localidades, al compararla con el modelo Norteamericano.

Las respuestas observadas sugieren que al aumentarse las poblaciones, la planta agrupa la cosecha en las dos primeras zonas productivas, las cuales se definen alrededor de los 35 días siguientes a la aparición del primer botón floral. Esto podría implicar que el productor dedique al cultivo los mayores cuidados en esta época, por cuanto en ella se produce, en promedio, entre el 85 y 90% de los rendimientos finales del cultivo. Resultados similares a los observados en el tratamiento de 37.000 plantas/ha, reportó Jarma en 1996, al evaluar cinco genotipos en dos ambientes algodoneros de Colombia, bajo poblaciones normales.

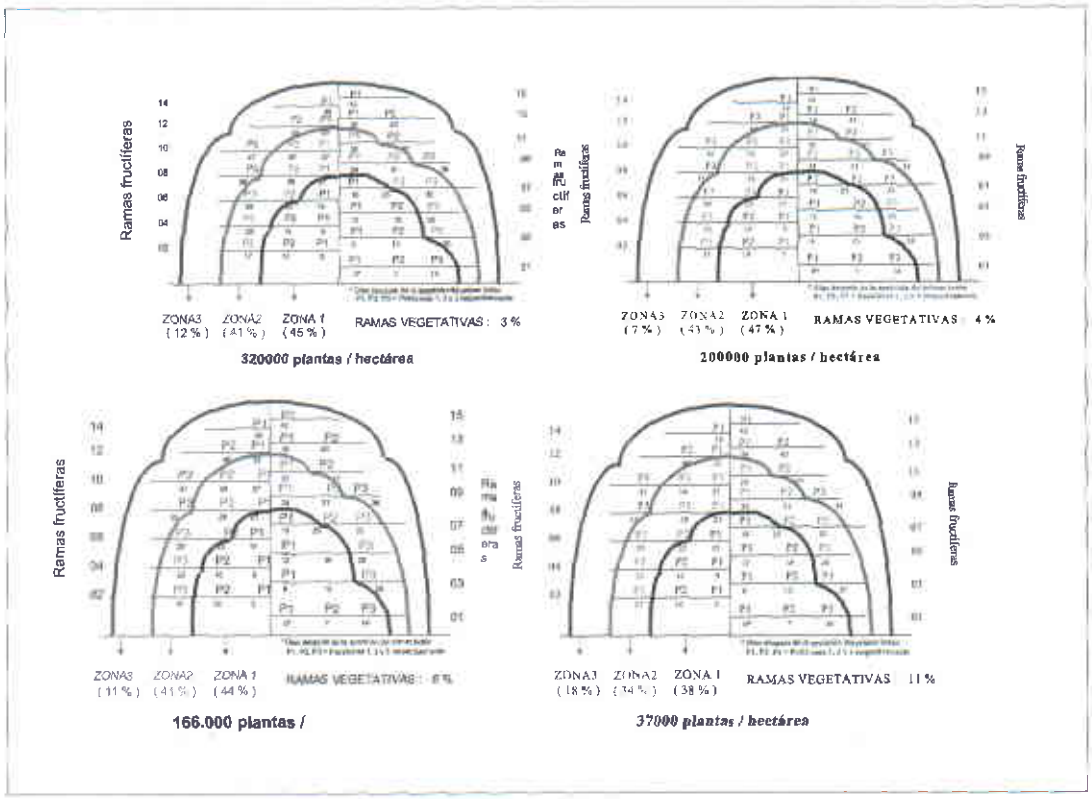

Figura 3. Distribución de las motas de algodón en cuatro poblaciones de plantas en el Caribe Seco Colombiano. 1998 B.

El peso individual de las motas fue similar en las altas poblaciones pero sus valores siempre fueron mayores que los observados en las poblaciones bajas. La razón puede fundamentarse en el número de motas por planta que presenta una tendencia inversa a lo anterior, sugiriendo que la planta cultivada bajo poblaciones altas reduce el número de vertederos para llenarlos eficientemente (Tabla 3). Además, las motas ubicadas en las zonas 1 y 2, en las poblaciones altas, tienden a presentarse en menor número y a pesar más, por cuanto no se presentan en las posiciones 3 y 4, que son las menos pesadas, en las bajas poblaciones.

Tabla 3. Efecto de la población de plantas de algodón/ha sobre el número de motas por planta y el peso individual de estas en el Caribe Seco Colombiano. 1998 B.

Población (miles)	No. Motas/ planta	No. Motas/ zona			Peso/mota (g)
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	
320	13	7	4	2	7.1
200	13	7	5	1	7.0
166	15	8	5	2	6.2
37	22	11	9	2	5.7

Estos resultados coinciden con los encontrados por Altamiranda y otros (1991) en la región algodonera de Córdoba. El número de motas cosechadas por zona indicó que, bajo poblaciones altas la planta deja de producir alrededor de 8 motas, 4 en la zona 1 y 4 en la zona 2, pero que estas son compensadas por el mayor número de plantas por unidad de superficie. La zona 3 se comportó de igual manera, al variar las poblaciones. Lo anterior tendría sentido por lo expuesto anteriormente y al considerar que las zonas 1 y 2 son las primeras que la planta define.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El efecto de la población fue evidente sobre el número de plantas cosechadas y sobre los rendimientos de algodón semilla, pero no fue tan marcado sobre el número de nudos por planta, la altura de la planta, el área foliar y el porcentaje de fibra.

En altas poblaciones, la zona 1 fue más importante para los dos recursos genéticos, siguiendo en orden de importancia la zona 2 y luego la 3.

La variedad C M 129 presentó el mejor promedio de rendimiento de fibra (1.085 kg/ha) respecto a la DP 5415 (979 kg/ha), independientemente de la población. Al comparar las poblaciones, se encontró que los mejores rendimientos de fibra se obtienen con altas poblaciones

Es conveniente afinar la investigación y trabajar con un margen más cerrado de poblaciones (entre 120 y 200 mil plantas/ha), en

parcelas semicomerciales. Así mismo sería importante identificar las prácticas adecuadas de *manejo integrado de plagas, nutrición*, requerimientos hídricos, etc., que demandan las altas poblaciones.

El comportamiento de las altas poblaciones de algodón depende en gran parte del genotipo y de las condiciones ambientales propias de cada zona productora, por lo que es necesario ajustar la técnica en las regiones donde esta se piense implementar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Altamiranda, E.; Jiménez R. y Cadena, J. 1991. Estudio de la participación de cada fruto en la producción total de la planta de algodón (*Gossypium hirsutum):* Tesis Ing. Agrónomo Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Montería. 85 p.

Baker, S. H. 1976. Response of cotton to row patterns and planta populations. Agron. J. 68: 85 - 88.

Bridge, R. R.;. Meredith, W. R Jr., and Chism J. F. 1973. Influence of planting method and planta population on cotton (*Gossypium hirsutum*). Agron. J. 65: 104 - 109.

Brown, K. J. 1971. Planta density and yield of cotton in northern Nigeria. Cotton Growing Rev. 48: 255 - 266.

Buxton, D. R.; Briggs, R. E.; Patterson, L. L and Watkins, S. D. 1977. Canopy characteristics of narrow - row cotton as affected by planta density. Agron. J. 69: 929 - 933.

Eaton, F. M. and Rigler, N.E. 1945. Effect of light intensity, nitrogen supply and fruiting on carbohydrate utilization by the cotton planta. Planta Physiol. 20:380 - 411.

Federación Nacional de Algodoneros. 1990. Bases Técnicas para el Cultivo del Algodón en Colombia. Cuarta Edición, Ed. Guadalupe Ltda., Bogotá, Colombia. 711 p.

Guinn, G. 1982. Causes of Square and Boll Shedding in Cotton. USDA-ARS Tech. Bulletin No. 1672. USDA-ARS, Washington, D.C.

Hawkins, B. S. and Peacock,. H. A. 1973. Effect of row width and population density of cotton. Agron. J. 68: 85 - 88.

Jarma, O. A. 1996. Efectos del genotipo, riego y fertilización sobre la fisiología de la reproducción del algodonero. Tesis para optar el título de Magister en Fisiología de Cultivos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 160 p.

Jenkins, J. N. and McCarty, J. C. Jr. 1995. Useful tools in managing cotton production: End of season plants maps. Mississipi Agr. & For. Exp. Station Tech. Bull. 1024, 21 p.

Jones, M. A. and Wells, R. 1998. Fiber yield and quality of cotton grown at two divergent populations densities. Crop Sci. 38: 1190 - 1195.

Mauney, J. R. 1986. Crecimiento vegetativo y desarrollo de lugares fructíferos. p. 11 - 38. En: J. R. Mauney y J. M. Stewart (ed.). Fisiología del algodón. Fundación del algodón, Consejo Nacional del Algodón. Memphis, TN.

Morrow, M. R., and Krieg, D. R. 1990. Cotton management for a short growing season environment: Water - Nitrogen. Considerations. Agron. J. 82: 52 - 56.

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

Williford, J. R. 1992. Production of cotton on narrow row spacing. Trans. ASAE. 35: 1109 - 1112.