

RESPUESTA DE UNA VARIEDAD PRECOZ DE ALGODÓN AL NÚMERO DE RIEGOS Y DOSIS DE NITRÓGENO

RESPONSE OF AN EARLY COTTON VARIETY TO NITROGEN RATE AND IRRIGATION NUMBER

Arturo Palomo Gil¹*, Arturo Gaytán Mascorro¹ y Ma. Guadalupe Chavarría Ramos²

¹ Campo Experimental de La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Programa de Algodón. Apdo. Postal 247. C.P. C.P.27000 Torreón, Coah. Correo electrónico: apalomog@mixmail.com ² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Apdo. Postal 940.C.P. 27054 Torreón, Coah.

* Autor responsable

RESUMEN

Las variedades de algodón cultivadas en México se caracterizan por su ciclo largo y gran desarrollo vegetativo, por lo que para mostrar su potencial productivo requieren de grandes volúmenes de agua y alta inversión en insumos. Este tipo de variedades no es el idóneo para regiones donde el agua es un recurso muy limitado, como la Comarca Lagunera. El objetivo del presente estudio fue determinar el número de riegos y dosis de nitrógeno necesarios para que la variedad precoz "Laguna 89" muestre su potencial productivo. Se evaluaron tres tratamientos de riego (dos, tres y cuatro riegos) y seis dosis de nitrógeno (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg/ha) en un arreglo de parcelas divididas. Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y pluma, la precocidad, componentes del rendimiento y la calidad de la fibra. Los tratamientos de tres y cuatro riegos presentaron rendimientos estadísticamente superiores al obtenido con dos riegos, que redujo su producción en 44 %. La cantidad de nitrógeno aplicado no afectó el rendimiento, los componentes del rendimiento ni la precocidad del cultivo. Sólo el tratamiento que no recibió nitrógeno presentó fibra con menor resistencia tensil. No se detectó interacción entre número de riegos y dosis de nitrógeno para ninguna de las variables estudiadas.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., rendimiento, componentes del rendimiento, calidad de fibra.

SUMMARY

Cotton varieties grown in México are late and have a high vegetative development. In order to get their potential lint yield these varieties require high water volumes and investment. Late varieties are not suitable for arid regions like La Comarca Lagunera, México, where water is limited. The objective of this study was to determine the best nitrogen rate and irrigations to get high yields using an early variety (Laguna 89). Irrigation treatments were two, three, and four irrigations, while nitrogen rates were: 0, 40, 80, 120, 160, and 200 kg ha⁻¹, arranged in a split plot design. Seed and lint cotton yield, earliness, yield components, and fiber quality, were measured. Irrigating three and four times showed the best seed and lint cotton yield. These two treatments outyielded the two irrigation treatment by 44 %. Seed and lint cotton yield, yield components and crop earliness were not affected by nitrogen rate. Only the nitrogen control treatment showed less fiber strength. No interaction was found between nitrogen rate and irrigation.

Index words: *Gossypium hirsutum* L., yield, yield components, fiber quality.

Recibido: 16 de Diciembre de 1998.

Acceptado: 22 de mayo del 2001.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las variedades de algodón cultivadas en México son de ciclo tardío y de gran desarrollo vegetativo, por lo que requieren más agua, más nitrógeno y más aplicaciones de insecticida. Tales requerimientos incrementan el costo de producción en detrimento de la rentabilidad del cultivo. Las variedades tardías no son las más adecuadas para La Comarca Lagunera ni para las regiones semiáridas del norte de México, donde la escasez de agua para uso agrícola impone la necesidad de usarla lo más eficientemente posible. Además, con este tipo de variedades se incrementan los problemas de plagas al contar éstas con alimento por un mayor periodo.

Para reducir la magnitud de estos problemas el programa de mejoramiento genético del algodón del INIFAP se ha enfocado hacia la formación de variedades precoces y de menor estructura vegetativa que las variedades señaladas; a la fecha se han liberado seis nuevas variedades precoces. Según Bhatt y Appukuntan (1971), las variedades de ramas fructíferas largas y de gran desarrollo vegetativo requieren de mayor cantidad de nutrimentos que las variedades de ramas fructíferas cortas, sin que esto se refleje en mayores rendimientos. Hodges (1991) señaló que el menor requerimiento nutrimental de las variedades de ramas fructíferas cortas se debe a su arquitectura cónica y a su menor desarrollo vegetativo. El objetivo del presente estudio fue determinar el número de riegos y dosis de fertilización nitrogenada para optimizar el rendimiento de la nueva variedad precoz Laguna 89.

El crecimiento y el rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestra alta dependencia de la disponibilidad de nitrógeno y de agua durante su ciclo vegetativo. Al respecto, Staggborg *et al.* (1991) detectaron interacción significativa entre agua y nitrógeno, y Zelinski y Grimes (1995) detectaron incrementos en el rendimiento de algodón a medida que aumentó la cantidad de nitrógeno o agua aplicada, sobre todo cuando se elevó la

cantidad de ambos. Staggborg *et al.* (1991) también encontraron que la eficiencia en el uso del agua se incrementó a medida que aumentó la cantidad de nitrógeno aplicado. Según Grimes *et al.* (1969), los efectos entre el nitrógeno y el agua son aditivos, y el nitrógeno puede sustituir una falta de agua y viceversa.

Murray y Verhalen (1970) señalaron que la precocidad juega un papel muy importante en la producción y retención de órganos fructíferos, el rendimiento y la eficiencia del uso del agua. En este sentido, Husman *et al.* (1995) consideran que cuando no hay deficiencias de humedad los genotipos precoces son más eficientes en el uso del agua que los tardíos, mientras que con deficiencias hídricas sucede lo contrario. En las planicies de Texas, la mayor eficiencia en el uso del agua se obtiene con la aplicación de dos o tres riegos de auxilio (Gerard *et al.*, 1979). En la Comarca Lagunera, Palomo y Godoy (1994b) encontraron que las variedades precoces requieren de tres riegos para que no sea afectado su potencial productivo, puesto que con dos riegos se reduce la producción en 17 %.

La dosis óptima de nitrógeno está determinada por muchas variables, como clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, etc. (Gaylor *et al.*, 1983). Tanto las deficiencias como los excesos de nitrógeno afectan negativamente el rendimiento de algodón. La mayoría de las investigaciones sitúan la dosis óptima entre 35 y 135 kg de nitrógeno por hectárea (Baker *et al.*, 1991; Matocha *et al.*, 1992; Boman *et al.*, 1995). Mascagni *et al.* (1992) y Matocha *et al.* (1992) encontraron que la dosis óptima de fertilización nitrogenada depende de las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo del cultivo; así, en años de alta precipitación pluvial se requieren dosis más altas de nitrógeno, ya que gran parte del fertilizante aplicado se pierde por desnitrificación y lixiviación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental de la Laguna de Matamoros, Coah., perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias en la región conocida como "Comarca Lagunera", localizada entre 24° 30' y 27° 00' de L. N. y entre 102° y 105° de L. O., 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.

La siembra se hizo el 23 de abril de 1997, en suelo de textura arcillosa, con pH de 7.8 y contenido de nitrógeno total de 0.10 %. Se evaluó la respuesta de la variedad de algodón Laguna 89 al número de riegos (dos, tres y cuatro) y a diferentes dosis de fertilización nitrogenada (0, 40, 80, 120, 160, y 200 kg ha⁻¹). Los tratamientos de nitrógeno se aplica-

ron en la siembra junto con la dosis uniforme de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅. En todos los tratamientos de riego los dos primeros se aplicaron a los 61 y 82 días después de la siembra (dds). El último riego se aplicó a los 103 y 121 dds en los tratamientos de tres y cuatro riegos, respectivamente. Según el tratamiento, el último riego se aplicó a finales de la cuarta, séptima y décima (y última) semana de floración. En el riego de presiembra se aplicó una lámina de 20 cm y en cada riego se aplicó una lámina de 12 cm. El criterio para la aplicación de los riegos se basó en las recomendaciones resultantes de investigaciones previas (Alvarez, 1987; Palomo *et al.*, 1990). Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo de parcelas divididas con la parcela mayor en bloques completos al azar y cuatro repeticiones. En la parcela mayor se localizaron los riegos y en la menor los niveles de nitrógeno. La siembra se efectuó en surcos de 0.70 m de ancho y 17 cm entre plantas, con población de 80 000 plantas/ha. La parcela menor consistió de 6 surcos de 8 m de largo y la útil, para medir rendimiento, de dos surcos de 6 m de largo.

Se evaluó el rendimiento de algodón en hueso y en pluma. La precocidad con base en: 1) La época en que aparecen las primeras flores; 2) Época en que aparecen los primeros capullos; 3) Rendimiento de algodón hueso en primera pizca; y 4) Relación rendimiento en primera pizca y rendimiento total de algodón hueso (RAH). En componentes del rendimiento se evaluó el peso del capullo, el porcentaje de fibra y el peso de 100 semillas. En calidad de fibra se midieron la longitud, la resistencia y la finura. En la comparación de medias se usó la DMS al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

El análisis estadístico del rendimiento de algodón hueso y algodón pluma señaló diferencias significativas entre los tratamientos de riego, más no para las dosis de nitrógeno ni para la interacción entre número de riegos y dosis de nitrógeno. Los tratamientos que recibieron tres y cuatro riegos mostraron rendimientos estadísticamente superiores al que recibió dos riegos (Cuadro 1). Es decir, la suspensión del tercer riego redujo el rendimiento en 44 %, en tanto que la aplicación del cuarto riego no produjo mayores rendimientos, pero sí retrasó la maduración de la cosecha, hubo mayor producción de hojas y órganos fructíferos (rebrote), y mayor dificultad para defoliar el cultivo con productos químicos.

Cuadro 1. Rendimiento y precocidad del algodón con diferente número de riegos. Ciclo 1997.

No. de riegos	Rendimiento de algodón (kg ha ⁻¹) [†]		Rendimiento de algodón hueso en primera pizca (kg ha ⁻¹)	RAH
	Hueso	Pluma		
Dos	2997 b	1106 b	2743 b	0.91 a
Tres	5128 a	1976 a	4161 a	0.81 b
Cuatro	5115 a	1952 a	2541 b	0.49 c

[†] Medias con la misma letra en cada columna son iguales entre sí (DMS, 0.05).

RAH = relación de rendimiento en primera pizca y rendimiento total de algodón hueso.

Se recomienda aplicar el tercer riego en la séptima semana de floración, época en que la planta normalmente establece la totalidad de las flores que darán lugar a la cosecha (Palomo *et al.*, 1994a). Este riego proporciona la humedad requerida para que las flores producidas en la sexta y séptima semana de floración no manifiesten los efectos negativos de una deficiencia hídrica. En la variedad tardía Giza 80 (*Gossypium barbadense* L.) se ha encontrado que el último riego debe aplicarse en la novena semana de floración para que no se reduzca el rendimiento de fibra o semilla (Makram y Abo-Nour, 1995). Los resultados del presente estudio confirman que las variedades precoces solamente requieren de tres riegos para manifestar su potencial productivo y sugieren que la dosis de nitrógeno no mejora la eficiencia en el uso del agua, difiriendo en este aspecto con lo reportado por Grimes *et al.* (1969), Hearn (1975) y Radin *et al.* (1985).

La ausencia de respuesta a la fertilización nitrogenada (Cuadro 2) sugiere que la variedad puede requerir dosis de nitrógeno más bajas que la recomendada para variedades tardías, o que el suelo contenía suficiente nitrógeno residual. La recomendación de nitrógeno para las variedades sembradas en la región es de 120 kg ha⁻¹, como mínimo. Sin embargo, estudios recientes muestran que las nuevas variedades alcanzan su potencial de rendimiento con 80 kg ha⁻¹ de nitrógeno (Palomo *et al.*, 1996).

Cuadro 2. Rendimiento y precocidad del algodón en seis dosis de nitrógeno. Ciclo 1997.

Nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento de algodón (kg ha ⁻¹)		Rendimiento de algodón hueso en primera pizca (kg ha ⁻¹)	RAH
	Hueso	Pluma		
0	4345 n.s.	1667 n.s.	3184 n.s.	0.76 n.s.
40	4377	1658	3206	0.77
80	4675	1782	3265	0.72
120	4301	1647	3095	0.75
160	4510	1739	3082	0.71
200	4274	1576	3054	0.74

n.s. = no presentó significancia estadística.

RAH = relación de rendimiento en primera pizca y rendimiento total de algodón hueso.

Precocidad

En todos los tratamientos las primeras flores aparecieron a los 56 dds. En el tratamiento que recibió dos riegos los primeros capullos aparecieron a los 107 dds, uno y tres días antes que los tratamientos de tres y cuatro riegos, respectivamente (datos no mostrados). Si bien no se aprecian diferencias importantes entre tratamientos en cuanto a precocidad, sí las hubo en la cantidad de algodón cosechado en primera pizca (Cuadro 1), ya que el tratamiento de tres riegos fue notablemente más precoz que los otros dos. En cambio, la relación entre el rendimiento en primera pizca con respecto del total mostró un comportamiento inverso entre el número de riegos y la precocidad del cultivo, puesto que la falta de humedad en el tratamiento de dos riegos aceleró el envejecimiento de la planta y la maduración de la cosecha. La medición de precocidad de esta última manera coloca al tratamiento con dos riegos de auxilio como el más precoz, pero también como el menos productivo.

Componentes del rendimiento

La aplicación de dos riegos redujo el peso del capullo, el porcentaje de fibra y el peso de 100 semillas (Cuadro 3) como consecuencia del déficit de humedad a partir de la octava semana de floración. Normalmente un riego cubre durante tres semanas los requerimientos de agua del cultivo sin que muestre deficiencias (Alvarez, 1987). Los tratamientos de tres y cuatro riegos no afectaron los valores de los componentes del rendimiento. Las dosis de nitrógeno no tuvieron efecto alguno sobre tales componentes como se esperaba, dado que el rendimiento no fue afectado (Cuadro 4).

Calidad de fibra

Las propiedades físicas de longitud, resistencia y finura de la fibra se deben más a factores genéticos que ambientales; sin embargo, algunas variaciones en la humedad disponible pueden afectarlas (Longenecker y Erie, 1968). En el Cuadro 3 se aprecia que la aplicación de dos riegos afectó la finura, pero no la longitud ni la resistencia de la fibra. Grimes (1991) reportó resultados diferentes a los obtenidos en este estudio, ya que encontró que la resistencia y la finura de la fibra disminuyen a medida que incrementaba la disponibilidad de agua.

Generalmente el nitrógeno tiene poco efecto sobre la calidad de fibra; las dosis altas suelen incrementar ligeramente la longitud sin afectar la resistencia de la misma (Ebelhar, 1991). En el presente trabajo la ausencia de nitrógeno sólo afectó la resistencia de la fibra, lo cual coincide con lo reportado por Palomo *et al.* (1996). Todos los tratamientos que recibieron nitrógeno, independientemente de la cantidad,

Cuadro 3. Componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón obtenidos por diferente número de riegos. Ciclo 1997.

Número de riegos	PC (g)	Fibra (%)	P100 (g)	LF (mm)	Resistencia (MPa)	Finura (micronaire)
Dos	4.8 b	37.5 b	10.2 b	28.4 n.s.	614.1 n.s.	3.7 b
Tres	5.5 a	38.3 a	11.1 a	28.7	621.0	4.0 a
Cuatro	5.2 ab	38.1 a	11.1 a	28.8	621.0	4.0 a

PC: Peso de capullo; P100: Peso de 100 semillas; LF: Longitud de fibra Medias con la misma letra en cada columna son iguales entre sí (DMS, 0.05); n.s. = no presentó significancia estadística.

Cuadro 4. Componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en seis dosis de nitrógeno. Ciclo 1997.

N (kg ha ⁻¹)	PC (g)	Fibra (%)	P100 (g)	LF (mm)	Resistencia (MPa)	Finura (micronaire)
0	5.4 n.s.	38.2 n.s.	10.8 n.s.	28.4 n.s.	600.3 b	3.9 n.s.
40	5.2 a	37.9	10.8	28.7	621.0 a	3.8
80	5.2 a	37.9	10.6	28.6	621.0 a	3.9
120	5.1 a	38.3	10.9	28.6	621.0 a	4.0
160	5.2 a	38.1	10.8	28.9	627.9 a	3.9
200	5.0 a	37.4	10.9	28.6	627.9 a	3.8

PC: Peso de capullo; P100: Peso de 100 semillas; LF: Longitud de fibra n.s. = no presentó significancia estadística.

mostraron la misma calidad de fibra (Cuadro 4). Dada la alta calidad de fibra de la variedad Laguna 89, el valor de resistencia que se obtuvo en el tratamiento testigo de nitrógeno (600.3 MPa) fue muy superior al que presentan tanto las variedades comerciales como al mínimo que exige la industria textil (517.5 MPa).

CONCLUSIONES

Tres riegos son suficientes para que la variedad precoz Laguna 89 muestre su potencial productivo.

En función del nitrógeno residual las dosis de 0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno no presentaron diferencias en el rendimiento de algodón hueso o pluma, en la precocidad, en los valores de los componentes de rendimiento, ni en la calidad de la fibra. Únicamente la resistencia de la fibra resultó afectada por la falta de nitrógeno.

La fertilización nitrogenada no mejoró la eficiencia en el uso del agua.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por CONACYT – Sistema de Investigación Alfonso Reyes (SIREYES).

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez R V P (1987) Respuesta del algodonoero a diferentes tensiones de humedad en el suelo en su período de fructificación. Informe de

Investigación. CELALA-INIFAP-SARH. Matamoros, Coah. México. 44 p.

- Baker W H, R L Maples, J J Varvil (1991) Long term effects of nitrogen application to soil properties. Proc. Beltwide Cotton Conf. p. 941.
- Bhatt J G, E Appukuttan (1971) Nutrient uptake in cotton in relation to plant architecture. Plant and Soil 35:381-388.
- Boman R K, W R Raun, R L Westerman, J C Banks (1995) Nitrogen by environment interactions in long term cotton production. Proc. Beltwide Cotton Conf. pp. 1300-1303.
- Ebelhar M W (1991) Producing quality cotton in 1991: Plant nutrition management. Proc. Beltwide Cotton Production Conf. pp: 55-57.
- Gaylor M J, G A Buchanan, F R Guilliland, R L Davis (1983) Interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. Agron. J. 75:903-907.
- Gerard C J, L E Clark, R D Sexton (1979) Factors which influence water use efficiency by cotton in the Rolling Plains of Texas. Proc. Beltwide Cotton Conf. pp: 91-94.
- Grimes D W (1991) Water management for quality cotton. Proc. Beltwide Cotton Conf. pp: 52-54.
- Grimes D W, H Yamada, W L Dickens (1969) Functions for cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production from irrigation and nitrogen fertilization variables. Agron. J. 61:769-773.
- Hearn A B (1975) Response of cotton to water and nitrogen in a tropical environment. II. Date of last watering and rate of application of nitrogen fertilizer. J. Agric. Sci. 84:419-430.
- Hodges S (1991) Nutrient uptake by cotton: A review. Proc. Beltwide Cotton Conf. pp: 938-940.
- Husman S R, R Wegener, P Brown E Martin, K Johnson, L Schnakenberg (1995) Upland cotton water stress sensitivity by maturity class and suggested management strategy. In: Cotton. A College of Agriculture Report. University of Arizona pp: 194-197.
- Longenecker D E, L J Erie (1968) Irrigation water management. In: Advances in Production and Utilization of Quality Cotton: Principles and Practices. F.C. Elliot, M. Hoover and W.K. Porter (eds.). Iowa State University Press, Ames, Iowa pp: 321-345.
- Makram EA, M S Abo Nour (1995) The effective stage of flowering to apply last irrigation in cotton for early and late sowings (Cultivar Giza 80). Proc. Beltwide Cotton Conf. pp: 1358-1359.
- Mascagni H J, T C Keisling, R L Maples, P W Parker (1992) Response of fast-fruited cotton cultivars to nitrogen rate on a clay soil. Proc. Beltwide Cotton Conf. p. 1179.
- Matocha J E, K L Barber, F L Hopper (1992) Fertilizer nitrogen effects on lint yield and fiber properties. Proc. Beltwide Cotton Conf. pp: 1103-1105.
- Murray J C, L M Verhalen (1970) Genotype by environment interaction study of cotton in Oklahoma. Crop Sci. 10:197-199.
- Palomo G A, S Godoy A (1994a) Fenología de la fructificación de la nueva variedad de algodón "Laguna 89" y del cultivar "Deltapine 80". Rev. Fitotec. Mex. 17:204-211.
- Palomo G A, S Godoy A (1994b) Efecto del número de riegos en el rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra de 16 genotipos de algodón. Ciencia Agropecuaria FAUANL 7:3-8.
- Palomo G A, J F Chávez G, S Godoy A (1996) Respuesta de la variedad de algodón "Laguna 89" a la fertilización nitrogenada. Rev. Fitotec. Mex. 19:185-192.
- Palomo G A, S Godoy A, E A García C, V Hernández H, S Tovar H, U Nava C, E Castro M, J F Chávez G (1990) Producción de algodón con altas poblaciones de plantas. Folleto para Productores No. 11. CELALA-INIFAP-SARH. Matamoros, Coah. México. 24 p.
- Radin, J W, J R Mauney, G Guinn (1985) Effects of N fertility on plant water relations and stomatal responses to water stress in irrigated cotton. Crop Sci. 25:110-114.
- Staggenborg S A, D R Krieg, J L Harris (1991) Water, nitrogen and radiation use efficiency of cotton production systems. Proc. Beltwide Cotton Conf. pp: 1029-1030.

Zelinski L J, D W Grimes (1995) Interaction of water and nitrogen on the growth and development of cotton. Proc. Beltwide Cotton Conf. pp: 1109-1114.