DIFERENTES LARGOS DE ENTRENUDOS COMO CRITERIO PARA APLICAR REGULADORES DE CRECIMIENTO EN EL MANEJO DEL ALGODON EN SURCOS ULTRAESTRECHOS A 0,38 M

Mario Mondino* [1-2]; Sebastian Coriale[3]

[1] Investigador Principal Algodón -Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria, EEA Santiago del Estero. mondino@santiago.inta.gov.ar; [2] Profesor Cultivos Industriales y [3] Tesista de Grado - Facultad de Agronomía y Agroindustrias (FAA), Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)

RESUMEN - El objetivo del trabajo fue determinar posibles modificaciones en el crecimiento y rendimiento de algodones conducidos en surcos ultraestrechos a 0,38 m como consecuencia del empleo de reguladores de crecimiento, utilizando como criterio de decisión para la aplicación diferentes largos de entrenudos (LE). Los tratamientos estuvieron representados por diferentes LE de 3,5; 4,0; 4,5 y 5,0 cm. Las variables medidas fueron altura, número de nudos, número de nudos a la primera rama fructífera, número total de ramas con carga fructífera, rendimiento, peso y número de capullos. Los mejores valores para altura, número de nudos y número de ramas fructíferas se lograron con LE de 4,0 y 4,5 cm, al igual que el rendimiento generando aumentos significativos con respecto a la opción de 3,5 cm y 5,0 cm. Los mayores valores logrados para número y peso de capullo fueron las responsables de los mejores rendimientos obtenidos por el largo de entrenudo de 4,0 cm, seguido del tratamiento de 4,5 cm. no ejerciendo influencias para porciento de fibra. Del análisis del conjunto de variables se aconseja utilizar como criterio de decisión el largo de entrenudos de 4,0 cm para aplicar reguladores de crecimiento en cultivos de algodón conducidos en surcos ultraestrechos.

Palabras claves - balance vegetativo reproductivo, crecimiento, rendimiento

INTRODUCCION

La producción de algodón en surcos ultraestrechos con espaciamientos de 0,38 m entre hileras y una densidad poblacional de entre 220.000 y 250.000 plantas por hectárea, requiere de consideraciones especiales en varios componentes del manejo entre los cuales el uso de un plan de regulación del crecimiento adquiere gran importancia (NICHOLS et al., 2003). La regulación del crecimiento mediante el uso de productos químicos constituye una herramienta eficaz para evitar el crecimiento vegetativo excesivo y mejorar la partición hacia la producción fructífera (MONDINO et al., 1999). En algodón estos productos suprimen el excesivo crecimiento de la planta disminuyendo su altura, número de nudos, longitud de sus ramas vegetativas y área foliar (KERBY et al., 1982; REDDY et al., 1990). La reducción general del crecimiento genera por lo tanto plantas mas compactas (WALTER et al., 1980).

Para aplicar la tecnología de reguladores de crecimiento se hace necesario realizar monitoreos sobre el cultivo consistentes en registros sistemáticos de medidas y conteos de plantas, cuyos promedios, referenciados con parámetros normales o limites de acción, permiten conocer la situación real de un cultivo, a fin de tomar decisiones de manejo adecuadas a cada circunstancia (PETERLIN et al., 1997).

Existen en la actualidad numerosas metodologías para la aplicación de reguladores de crecimiento que se basan en diferentes criterios de decisión, pero en todos los casos han sido desarrolladas para cultivos distanciados a 1,00 m de separación entre surcos. Entre ellos se encuentran la metodología desarrollada para los algodones argentinos, basada en la aplicación del regulador en función del largo de entrenudos promedio de toda la planta (MONDINO et al., 1999). Esta metodología permite conocer la dinámica del crecimiento total de la planta y de acuerdo a las condiciones en que se desarrolla el cultivo, el crecimiento puede ser óptimo, deficiente o excesivo en función de los valores de largos de entrenudos obtenidos. Mondino et al. (1999) y Mondino y Peterlin (2002) observaron que para cultivos desarrollados a distanciamientos convencionales de 1,0 m, el largo de entrenudos que mejores resultados produjo fue cuando el regulador de crecimiento se aplicó cuando este parámetro alcanza el valor de 4,5 cm. estableciendo que por encima de este valor, el crecimiento es excesivo y por debajo es deficiente.

La adopción del sistema de producción en surcos estrechos y ultraestrechos por parte de los agricultores de Argentina, se ha constituido en una alternativa viable debido a que se obtiene mas algodón en igual superficie y se acorta el ciclo de cultivo (MONDINO, 2000; MONDINO et al., 2006). Esta reducción del distanciamiento requiere que se realice un manejo adecuado del crecimiento de las plantas, ya que de ocurrir un exceso del mismo en las partes vegetativas puede afectar negativamente el potencial de rendimiento del cultivo (MONDINO et al., 2006)

Debido a que el uso de los reguladores de crecimiento es una opción tecnológica necesaria para el manejo del crecimiento en el algodón y que el comportamiento del cultivo en surcos ultraestrechos se ve modificado tanto en sus estructuras vegetativas como también en la cantidad de posiciones fructíferas que se desean obtener, se vuelve imprescindible el estudio de la aplicación de reguladores químicos en este tipo de distanciamientos analizando si es necesario readecuar la tecnología de decisión del momento de aplicación basada en el largo de entrenudos planteada para otros distanciamientos mayores.

El objetivo de este trabajo fue determinar posibles modificaciones en el crecimiento y rendimiento de cultivos de algodón conducidos en surcos ultraestrechos a 0,38 m como consecuencia

del empleo de reguladores de crecimiento, utilizando como criterio de decisión para la aplicación diferentes largos de entrenudos.

METODOLOGIA

El ensayo fue conducido durante las campañas 2006/2007 y 2007/2008 en el Campo Experimental La María perteneciente al INTA-EEA Santiago del Estero, Argentina (28º 03' LS; 64º 15' LW).

El cultivar de algodón empleado en la experiencia fue Guazuncho 2000 RR y la siembra se realizó con una sembradora mecánica a placas distribuyéndose la semilla en altas densidades. En el estado de 3ª hoja verdadera se procedió al raleo del cultivo de manera que la densidad final alcanzada fue de 10 plantas por metro lineal (240.000 a 250.000 plantas por ha. a cosecha).

Los tratamientos estuvieron representados por diferentes largos de entrenudos (LE) como criterio de decisión para la aplicación de reguladores de crecimiento siendo los mismos 3,5; 4,0; 4,5 y 5,0 cm calculado como el cociente entre la altura total de la planta y el número total de nudos (MONDINO et al, 1999). El regulador de crecimiento utilizado en las experiencias fue Cycocel 75 plus (cloruro de clorocolina al 75%) siguiendo la metodología desarrollada por Mondino et al. (1999) para dosis y momento de aplicación. En cada una de las tres variantes se hicieron 3 aplicaciones fraccionadas de 50, 100 y 100 cm^3 ha^{-1} durante el ciclo de cultivo.

El diseño del ensayo fue de bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones en parcelas de 6 surcos distanciados a 0,38 m por 6 m de largo. La experiencia fue conducida tratando de minimizar la ocurrencia de deficiencias hídricas por lo que, adicionalmente al riego de presiembra que se aplicó en cada fecha de siembra, se realizo dos riegos en planta a cada tratamiento. Se realizó un seguimiento de las principales plagas y malezas del algodón a través de la implementación de un programa de monitoreo semanal para detectar presencia, densidad y magnitud de los daños y decidir las aplicaciones de químicos.

Registros y mediciones

Semanalmente se siguió la evolución de la altura total y el número total de nudos a fin de manejar la regulación en función del largo de entrenudos promedio (MONDINO et al, 1999).

Previo al momento de cosecha se realizó el mapeo completo de plantas sobre 3 m de surco obtenidas de las líneas centrales de cada parcela, determinándose altura de planta expresada en cm, número de nudos, número de nudos a la primera rama fructífera, número total de ramas con carga

fructífera, el rendimiento y sus componentes, peso promedio de capullos y número de capullos (MONDINO, 2000). La cosecha manual de cada tratamiento se realizó con el 100 % de apertura, sobre los dos surcos centrales de la parcela expresándose el rendimiento en kg ha^{-1} de algodón bruto y en una sola operación.

Previo a la cosecha se obtuvo una muestra de 50 capullos de distintas posiciones y ramas fructíferas y se procedió a realizar las operaciones de separación de fibra y semillas, mediante el empleo de una microdesmotadora eléctrica. La cantidad de fibra se obtuvo por diferencia entre el peso de la fibra obtenida en el proceso y el peso de la muestra de entrada y fue expresada como % de fibra.

Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de la varianza para las variables altura de planta, número total de nudos, número de nudos a primera rama fructífera, número de ramas con carga, rendimiento, peso y número de capullos y porciento de fibra, comparando las medias de los tratamientos a través de la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS), utilizando el programa estadístico MSTAT-C versión 2.10 (Crop and Soil Deparment, Michigan State University, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para evaluar las respuestas a los diferentes largos de entrenudos y el comportamiento del regulador en el cultivo de algodón conducido en surcos ultraestrechos, se tuvo en cuenta el análisis del crecimiento y el análisis del rendimiento.

Análisis del Crecimiento

El hábito de crecimiento de la planta de algodón indeterminado, provoca que a partir de la aparición del primer pimpollo se superpongan las etapas vegetativas con las reproductivas, lo que puede originar modificaciones en algunas variables que expresan el crecimiento.

Las aplicaciones de cloruro de clorocolina en diferentes momentos fenológicos de un cultivo de algodón en surcos ultraestrechos tomando como referencia diferentes largos de entrenudos, provocaron cambios en la altura de planta, el número total de nudos y el número de ramas con carga fructífera, mientras que el número de nudos a primera fructificación no sufrió modificaciones (Tabla 1).

La altura es uno de los parámetros más indicativos del crecimiento de la planta y además para el caso de los surcos ultraestrechos, por su influencia sobre la cosecha mecánica de este tipo de sistemas de conducción. Respuestas positivas en la reducción de la altura de la planta se obtuvieron

con aplicaciones de cloruro de clorocolina a medida que se reducía el largo de entrenudos considerado para surcos ultraestrechos (Tabla 1). Con respecto a la altura optima que debiera tener el cultivo para un mejor manejo, la opción de aplicar el producto cuando el largo de entrenudos fue de 4,0 y 4,5 cm produjo los mejores resultados con respecto a la opción de aplicar el producto con largos de entrenudos de 3,5 cm situación en la cual se obtuvieron plantas demasiadas pequeñas, mientras que la aplicación cuando el LE es de 5,0 cm, los resultados no fueron convincentes debido a que alturas de plantas de mas de 75 centímetros son consideradas algo excesivas. Al respecto Mondino (2005) menciona que alturas de plantas de alrededor de 65 a 70 cm son las indicadas para este tipo de sistemas.

Al analizar el número de nudos totales se puede observar que con largos de entrenudos mas cortos (3,5 cm) se obtienen menores cantidades de nudos por planta, lo que podría deberse al hecho de que las aplicaciones muy tempranas de la primera dosis del cloruro de clorocolina en el cultivo, provocó una detención anticipada del crecimiento afectando el número total de nudos. Mondino (2005) estima que el número de nudos de la planta ideal para surcos ultraestrechos debería ser de 16 nudos, por lo que los resultados obtenidos para los entrenudos intermedios, se ajustan a lo deseado como objetivo.

La medición del número de nudos a primera posición se basa en el hecho de que regulaciones más tempranas (o largos de entrenudos más cortos) podrían producir un adelantamiento de la entrada en fructificación (mayor precocidad). El análisis permite determinar que la aplicación de reguladores de crecimiento a diferentes LE, no presenta diferencias estadísticamente comprobables entre los tratamientos.

La variable nudos con carga fructífera adquiere importancia ya que una planta con mayor número de ramas fructíferas, en teoría puede sostener un mayor número de frutos y, potencialmente, la posibilidad de obtener un mayor rendimiento (MONDINO, 2005). El mayor número de ramas fructíferas se obtiene a partir de aplicaciones del regulador de crecimiento con longitudes de entrenudos de 4,0 y 4,5 cm, las que no presentan diferencias estadísticas entre sí. Aplicaciones con entrenudos muy cortos (3,5 cm) o muy largos (5,0 cm) producen un menor número de ramas con frutos con diferencias superiores al valor de una rama por planta (Tabla 1).

Análisis del Rendimiento

La mejora del rendimiento del algodón (Tabla 2) cuando fue regulado utilizando como criterio para aplicar el producto químico el largo de entrenudo de 4,0 cm, originó diferencias a favor de 460 kg

ha^{-1} con respecto a la longitud de 3,5 cm, lo que mejoró el rendimiento en un 8,4 %; mientras que con respecto al largo de entrenudos de 5,0 cm, la mejora del rendimiento fue de 366 kg ha^{-1} representando un aumento del 7,1 %. Al comparar la respuesta en el rendimiento entre los largos de entrenudos de 4,0 y 4,5 cm, ambos tratamientos a pesar de presentar respuestas cuantitativas diferentes y favorables al menor largo de entrenudo (+ 129,6 kg ha^{-1}), la amplitud de los resultados no permitió establecer diferencias estadísticas.

Para realizar un análisis más detallado de la influencia del manejo del largo de entrenudos en el rendimiento se desagregó al mismo en sus componentes, observándose diferencias significativas solamente para el número de capullos y el peso de capullo, no presentándose diferencias para % de fibra (Tabla 2). Mondino et al. (1999) en experiencias realizadas en cultivos de algodón distanciados a 1,0 m y empleando el cloruro de clorocolina como regulador de crecimiento según el método del largo de entrenudos, obtuvo resultados positivos en la mejora de los componentes del rendimiento en relación a las plantas no tratadas. Los tratamientos de LE 3,5 cm y 5,0 cm presentaron diferencias altamente significativas con respecto a los LE intermedios, presentando menores valores de número de capullos por m^2, lo cual permite suponer que la reducción en el número de ramas fructíferas de las plantas conducidas con estos LE generó un menor número de capullos (Tabla 1). A pesar de no presentarse diferencias estadísticamente significativas entre los L.E. de 4,0 y 4,5 cm en el ensayo realizado, los mejores resultados para la variable número de capullos fueron logrados cuando se manejo el cultivo con la opción de largo de entrenudo de 4,0 cm.

Al analizar el peso de capullos para los tratamientos realizados, se encontró que las LE de 4,5 y 5,0 cm provocó disminuciones de hasta 0,1 g en los valores de la variable, generando de esta manera diferencias significativas en relación a los demás largos de entrenudos planteados.

El análisis conjunto de las componentes principales y su influencia sobre el rendimiento determinó que el largo de entrenudos de 4,0 cm generó los mejores resultados (mayores números y pesos de capullos). Por el contrario los menores rendimientos obtenidos por los restantes largos de entrenudos se debe a respuestas diferenciales para las dos componentes de rendimientos, ya que el L.E. de 3,5 cm presentó menores números de capullo con mayores pesos mientras que el mayor largo de entrenudo presentó mayor número y menor peso de capullo (Tabla 3).

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de cloruro de clorocolina modifican la altura de la planta de algodón, el número de nudos como así también el número de ramas fructíferas, sin modificar el número de nudos

para la primera posición fructífera. A menor largo de entrenudo menor altura, menor número de nudos y menor número de ramas fructíferas. Largos de entrenudos de 4,0 y 4,5 cm presentan diferencias para altura de planta pero no muestran contrastes para número total de nudos y número total de ramas fructíferas.

Los mejores rendimientos fueron obtenidos a partir del manejo del algodón con longitudes de entrenudos de 4,0 y 4,5 cm generando aumentos significativos del 8,4 % y 4,4 % con respecto a la opción de 3,5 cm y 5,0 cm respectivamente.

La aplicación de reguladores de crecimiento a diferentes largos de entrenudos produjo modificaciones en la respuestas sobre las componentes de rendimiento número de capullo y peso de capullo, no ejerciendo influencias comprobables estadísticamente para porciento de fibra. Los mayores valores obtenidos por la combinación de las componentes de rendimiento número y peso de capullo fueron las responsables de los mejores rendimientos obtenidos por el largo de entrenudo de 4,0 cm, seguido del tratamiento de 4,5 cm..

Si bien no presentan diferencias notorias entre los tratamientos de 4,0 y 4,5 cms de largo de entrenudo, del análisis del conjunto de variables se aconseja utilizar como criterio de decisión el largo de entrenudos de 4,0 cm para aplicar reguladores de crecimiento en cultivos de algodón conducidos en surcos ultraestrechos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

KERBY, T. A.; GEORGE, A .; WEIR, B.L.; McCUTCHEON, O.D.; VARGAS, R.N.; WEIR, B.; BRITTAN, K.; KUKAS, R. Effect of Pix on yield, earliness, and cotton plant growth when used at various nitrogen levels. pp 54-56. In: BELTWIDE COTTON PROD. RES. CONF. 1982, Las Vegas, **Proceeedings**...Memphis: Nat. Cotton Council, 1982.

MONDINO, M. H. **Efectos del distanciamiento entre surcos y la densidad de plantas sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento de dos variedades de algodón.** 2000. 99 p. Tesis presentada como requisito para optar al grado de Magíster Scientae. Universidad Nacional de Mar Del Plata, 2000.

MONDINO, M. H. Fundamentos fisiológicos de los sistemas productivos en surcos estrechos y ultraestrechos. En: **Capacitación para profesionales**: Producción de algodón en surcos estrechos. Proyecto Nacional de Algodón. INTA, 2005. p. 6-8.

MONDINO, M. H.; PETERLIN, O. A. Diferentes criterios de decisión para la aplicación de reguladores de crecimiento y su influencia sobre el rendimiento y el crecimiento de algodón (*Gossypium hirsutum* L). **RIA**, v. 31, n. 2, p. 117-126, 2002.

MONDINO, M. H.; PETERLIN, O. A.; GARAY, F. . Optimización del rendimiento de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) mediante el manejo controlado del crecimiento empleando diferentes combinaciones de densidades y regulaciones. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODAO, 2., 1999, Ribeirao Preto. **Anais**... Campina Grande: Embrapa Algodao, 1999. p.100-103.

MONDINO, M. H.; GOMEZ, N. A.; PETERLIN, O. A. Empleo del podado apical semanal a partir de primera flor como técnica para regular el crecimiento en cultivos de algodón distanciados a 0,50 m. En: REUNIÓN ANUAL INVESTIGACIONES 2004-2006, 3., 2006. Saenz Pena. **Conclusiones y Visión Futura**. Proyecto Nacional de Algodón, Saenz Pena, Chaco, Argentina, 2006. p. 94-97.

NICHOLS, S. P.; SNIPES, C H. E.; JONES, M. A. Evaluation of row spacing and mepiquat cloride in cotton. **Journal of Cotton Science**, v. 7, p. 148-155, 2003.

PETERLIN, O. A.; MONDINO, M. H.; HELLMAN, S.; GARAY, F.; IBALO, S. Monitoreo para el manejo controlado del cultivo de algodón. In:REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL ALGODONERO (ALIDA). 4., 1997. Sáenz Peña, Argentina 1997.

REDDY, V. R.; HODGES, H.F.; BACKER, D. N. Temperature and mepiquat cloride effects on cotton canopy architecture. **Agron. J. v.** 82, p. 190-195, 1990.

WALTER, H.; GAUSMANN, H. W.; RITTIG, F. R.; NAMKIN, L.M.; ESCOBAR, D. E.; RODRÍGUEZ, J. Effect of mepiquat cloride on cotton plant leaf and canopy structure and dry weights of it components, pag 32-35. In: BELTWIDE COTTON PROD. RES. CONF. 1980. St. Louis, MO. **Proceedings**... Memphis, TN.: Natl. Cotton Council Am., 1980.

Tabla 1: Efecto del cloruro de clorocolina aplicado en diferentes momentos basados en el largo de entrenudos, sobre características del crecimiento del algodón en surcos ultraestrechos.

L. E.	Altura (cm)	Nº Total de Nudos	Nº Nudos a 1ª Posición	Nº Total Ramas con carga
3,5	54,9 a*	15,6 a	6,3 a	4,6 a
4,0	65,7 b	16,4 b	6,2 a	5,9 b
4,5	73,7 c	16,3 b	6,4 a	5,8 b
5,0	85,3 d	17,0 c	6,5 a	4,8 a
DMS$_{0.05}$	***4,48***	***0,56***	***0,58***	***0,8***
C.V. (%)	***3,33***	***2,95***	***5,4***	***8,45***

* Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas para p≤ 0,05

Tabla 2: Efecto del manejo de distintas longitudes de entrenudos sobre las componentes principales y secundarias del rendimiento en cultivos de algodón en surcos ultraestrechos.

LE (cm)	Rendimiento (kg ha^{-1})	Nº Capullos por m^2	Peso de Capullo (g)	Porciento de fibra
3,5	5017,8 a*	115,5 a	4,3 b	32,6 a
4,0	5478,1 b	125,4 b	4,3 b	33,1 a
4,5	5348,5 b	124,1 b	4,2 a	33,7 a
5,0	5112,4 a	117,8 a	4,2 a	33,3 a
DMS $_{0,05}$	***223,48***	*2,7*	*0,06*	*0,93*
C.V. (%)	***2,46***	*1,28*	*0,88*	*1,37*

* Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas para p≤ 0,05