

# EFFECTOS DEL CLORURO DE MEPIQUAT EN LA FOTOSINTESIS Y PARAMETROS DEL RENDIMIENTO EN ALGODON (*Gossypium hirsutum* L.) VAR GOSSICA MC23

## MEPIQUAT CHLORIDE EFFECTS ON YIELD AND PHOTOSYNTHESIS COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) VAR GOSSICA MC23

William Rafael Morales<sup>1</sup>, Hans Mosquera<sup>2</sup> y Alfredo de Jesús Jarma<sup>3</sup>

### RESUMEN

El trabajo se realizó en el segundo semestre de 1999 en el Centro de Investigaciones Turipaná de Corpoica, departamento de Córdoba, a una altura de 14 m.s.n.m, temperatura promedio de 28°C, HR del 85% y precipitación de 1,200 mm anuales con el propósito de determinar el efecto del cloruro de mepiquat sobre algunos índices fisiológicos del algodón. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres dosis de cloruro de mepiquat - CM (25, 50 y 75 g de i.a. ha<sup>-1</sup>) y un testigo absoluto, aplicados sobre la variedad Gossica MC-23 al inicio de la floración. Cada semana se evaluó la concentración de clorofila total y la tasa de fotosíntesis. Asimismo, se consideraron parámetros evaluados como peso y número de semillas por mota, porcentaje de fibra, índice de fibra, rendimiento de algodón semilla y de fibra. Los resultados permitieron concluir que, aplicaciones de 25, 50 y 75 g de i.a. ha<sup>-1</sup> de CM, afectaron de manera inversa el índice de fibra y el número de semillas por mota, en tanto que el peso de la mota no se vio afectado por el producto. El rendimiento de algodón semilla, porcentaje de fibra y rendimiento de fibra disminuyeron a medida que se aumentó la dosis de CM. A partir de los 34 días de aplicarse el CM (94 DDE) y a medida que se aumentó la dosis, se incrementó la concentración de la clorofila, pero este efecto no se reflejó en incrementos en las tasas de fotosíntesis.

**Palabras Claves:** Algodonero, Pigmentos fotosintéticos, Fotosíntesis, Fisiología de cultivos.

### ABSTRACT

The present work was carried during second semester of 1999 at the Turipaná Research Center of Corpoica Regional 2, department of Córdoba, altitude of 14 m.a.s.l, temperature of 28°C, RH of 85% and annual rainfall of 1,200 mm. The main objective was to determine the effect of mepiquat chloride (MC) application on cotton yield and photosynthesis. A complete block randomized design was used with 4 replicates, where treatments consisted of four dose of MC (0, 25, 50 and 75 g of a.i. ha<sup>-1</sup>) on cotton

---

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo. Investigador Corpoica C.I. Turipaná. Tel. (4) 78600216

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo. Asesor técnico en banano y plátano zona de Urabá.

<sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas. Tel. 7860055. Extensión 195. E-mail: ajarma@sinu.unicordoba.edu.co

plants Var. Gossica MC-23 at beginning of flowering. Every week total chlorophyll concentration and photosynthesis rate were evaluated. The other variables were: weigh pcr speck, fiber percentage, fiber index and yield of cotton seed, and fiber yield. The results showed that 25, 50 and 75 g of a.i. ha<sup>-1</sup> of CM decreased the fiber index and the seed number pcr speck, while the weight of the speck was not affected. The variable yield of cotton seed, fiber percentage and fiber yield decreased when the dose of CM was increased. Since day 34<sup>th</sup> after spraying the CM (94 days after planting) and with increasing the dose, the chlorophyll concentration also increased; however these did not have any influence on the photosynthesis rate.

**Key Words:** Cotton, Chlorophyll, Photosynthetic pigments, Photosynthesis, Crop physiology.

## INTRODUCCION

Las plantas poseen hormonas que controlan su crecimiento y desarrollo. Entre estas, el ácido giberelico (AG), solo o en combinaciones con otras hormonas, es una de las hormonas directamente responsable del crecimiento de las plantas; entre sus funciones esta el control de la elongación celular (Salisbury y Ross, 1992). Estas hormonas vegetales o fitohormonas en bajas concentraciones, regulan, estimulan, inhiben o modifican de uno u otro modo cualquier proceso fisiológico, actúan en la planta como un sistema regulador que controla la mayor parte de sus actividades biológicas. Según Wearver (1982), en los últimos años se han descubierto nuevos tipos de compuestos químicos que retardan el crecimiento de las plantas, estos productos retrasan la división y la extensión celular en tejidos de brotes, regulando en esta forma la altura de la planta, sin provocar malformaciones en las hojas o los tallos. Dichos compuestos intensifican el color verde de las hojas y afectan indirectamente la floración.

El regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (CM) (1-1-Dimetil Piperidin Cloruro), es un compuesto químico que produce numerosos efectos cuando es aplicado por vía foliar sobre las plantas de algodón (BASF, 1990). Se mueve tanto hacia arriba con la corriente transpiratoria a través del xilema (acropétalo), como hacia abajo en el fluido del floema desde la hoja a

los órganos de demanda (basipétalo). Su mayor concentración se alcanza en los puntos de crecimiento, como hojas jóvenes en expansión, ramas y entrenudos. Por su forma de actuar se ha encontrado que el CM bloquea el proceso de biosíntesis de AG, impidiendo la síntesis de una enzima en el proceso; como resultado se disminuye la cantidad de AG en el tejido vegetal y por tanto se controla la elongación celular y el crecimiento (Hake *et al.*, 1991). Algunas investigaciones lo incluyen dentro del grupo de las "antiauxinas" y no se descarta la posibilidad de que su efecto se extienda a otros compuestos de la planta (BASF, 1980).

El CM se utiliza principalmente para conseguir modificaciones en la arquitectura de la planta de algodón. Se ha observado que las plantas que reciben este producto adquieren una coloración verde intensa pocos días después de su aplicación, posiblemente debido a cambios en la concentración de clorofila (Schott y Heydenfort, 1981). Algunos autores afirman que el menor tamaño en las células foliares ocasionado por el CM, es lo que permite una mayor concentración de clorofila en las hojas (Hake *et al.*, 1991).

La principal actividad biológica del CM, es la alteración de la elongación celular y la inhibición del meristemo, lo que se traduce en una reducción del crecimiento tanto horizontal como vertical. Debido a que la síntesis de AG no es completamente inhibida,

y una vez degradado el producto internamente, la planta continua su crecimiento (BASF, 1980; 1990). Se ha observado que con la aplicación de  $1.0 \text{ L ha}^{-1}$  de CM a plantas de algodónero, se aumenta el contenido de clorofila, se favorece el desarrollo de las cápsulas y se activa la maduración en comparación con las plantas sin tratar (BASF, 1990).

En razón a que en la región algodонера del Valle del Sinú es necesario esclarecer y ajustar la tecnología en el uso del CM en el cultivo del algodónero, el presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar los efectos de diferentes dosis (concentraciones de i.a) de este regulador, sobre la fotosíntesis neta, concentración de clorofila total (a y b) y algunos parámetros del rendimiento.

## MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo en el segundo semestre de 1999 en la zona algodонера del Sinú Medio en las instalaciones del Centro de Investigaciones Turipaná de Corpoica Regional 2, localizado en el municipio de Cereté, departamento de Córdoba, a una altura de 14 m.s.n.m., con temperatura promedio de  $28^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa de 85% y precipitación de 1,200 mm anuales.

Se empleo un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos, los cuales consistieron en la aspersión de cuatro dosis de Cloruro de Mepiquat (0, 25, 50 y  $75 \text{ g de i.a. ha}^{-1}$ ) a plantas de algodón de la variedad Gossica MC-23 al momento de iniciarse la floración ( $47 \pm 2$  días después de la emergencia (DDE). La distancia entre surcos fue de 0.90 m y entre plantas de 0.25 m, para una densidad de población de 44.000 plantas. Los análisis estadísticos se corrieron de manera independiente en cada época, por medio del paquete Statiscal Analysis System (SAS).

### Determinación de la tasa de fotosíntesis y concentración de clorofila.

Las evaluaciones de la Tasa Fotosintética Neta (TFN) y concentración de clorofila (a y b), fueron realizadas cada 7 días aproximadamente después de la aplicación del CM (45 hasta 127 DDE). La TFN fue medida a través de un analizador de gases en el infrarrojo (IRGA) marca LICOR, USA, modelo 6200. Las mediciones se hicieron en campo con luz natural (alrededor de  $3800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de radiación incidente), durante 30 segundos y sobre la tercera hoja totalmente expandida del tercio superior de una planta escogida al azar, entre las 08:00 y 10:00 a.m. La hoja utilizada en esta medición fue desprendida, tiqueteada y conservada en frío mientras se transportaba al laboratorio para determinar la concentración de la clorofila.

Posteriormente en la oscuridad y en frío, se maceró un disco de hoja de 3 cm de diámetro en un mortero con 8 ml de solución etanólica (etanol al 95% más  $0,5 \text{ g L}^{-1}$  de  $\text{MgCO}_3$ ), y se centrifugó a 3,000 r.p.m. durante 5 minutos. Del extracto de clorofila se leyó la absorbancia a 649 y 665 nm. La fórmula mediante la cual se calculó la concentración de clorofila a y b fue la siguiente:

$$\text{Clorofila a} = (13,70 \text{ A665} - \text{A649}) (8 \text{ ml área del disco}^{-1}) (\text{mg cm}^{-2})$$

$$\text{Clorofila b} = (25,80 \text{ A649} - \text{A665}) (8 \text{ ml área del disco}^{-1}) (\text{mg cm}^{-2})$$

A665 = Absorbancia para la Clorofila a

A649 = Absorbancia para la Clorofila b

Clorofila total = Clorofila a + Clorofila b

### Determinación de los parámetros de cosecha

**Peso promedio individual por mota.** Se tomaron 50 motas al azar en cada parcela dentro de las plantas de los surcos centrales, se registró su peso en gramos y se promedió.

**Porcentaje de fibra.** Las 50 motas cosechadas se desmotaron, separando la fibra

de la semilla, el porcentaje se determinó mediante la relación:

% de fibra = (Peso de fibra de 50 motas x 100)/ Peso de 50 motas.

**Índice de Fibra.** Este parámetro expresa el peso en gramos de la fibra que contienen 100 semillas. Se determinó mediante la relación: Índice Fibra = (Índice de semilla x % fibra)/ % de semillas.

**El índice de semilla.** Es el peso en gramos de 100 semillas.

**Número de semillas por mota.** Se determinó mediante el conteo del número total de semillas de las 50 motas tomadas al azar, mediante la siguiente relación:  
No. Semillas por mota = Número total de semillas en 50 motas/50.

**Rendimiento algodón semilla.** Se registró el peso total de las motas de los dos surcos centrales de cada parcela en el primer y segundo pase.

Rendimiento = [Producción parcela Kg. x 10.000/área de la parcela (m<sup>2</sup>)]

**Rendimiento fibra.** Se determinó al considerar la cantidad total de fibra cosechada, expresada en Kg ha<sup>-1</sup>. Para esto, se consideró el porcentaje de fibra observado en cada unidad experimental así como el rendimiento de algodón semilla de las mismas. Se utilizó la fórmula:  
Rendifibra = Rendimiento algodón semilla x (% fibra/100).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Parámetros de rendimiento

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), para el índice de fibra, el número de semillas por motas y para los rendimientos de algodón semilla y algodón fibra. Por otra parte, el peso individual por motas no fue afectado por la aplicación del regulador de crecimiento. En promedio las motas tuvieron un peso de 6.25 g, con valores que oscilaron entre 5.8 y 6.5 g (Tabla 1).

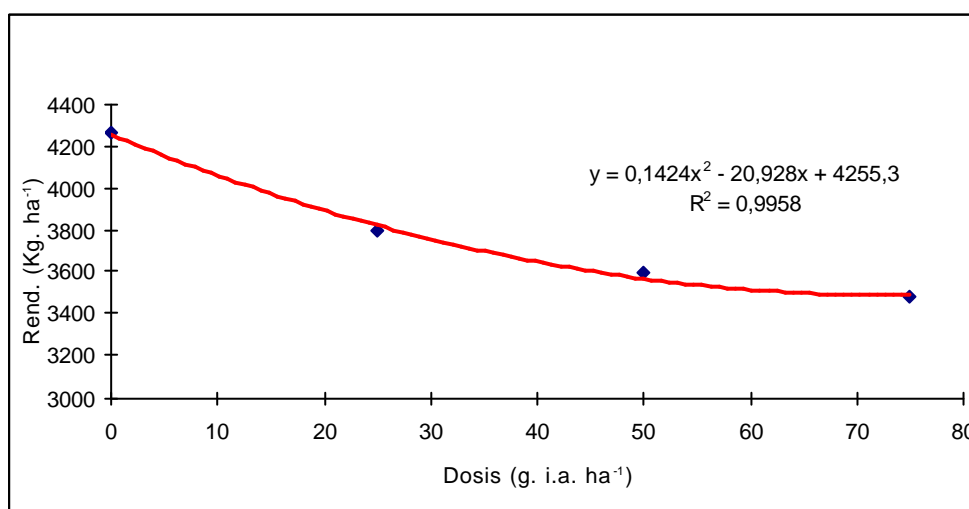
**Tabla 1.** Parámetros de rendimiento en algodón (*Gossypium hirsutum* L.) Var Gossica Mc23 sometido a diferentes dosis de cloruro de mepiquat.

Dosis (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Peso mota (g)	Índice de Fibra	Número de semillas mota <sup>-1</sup>	Rendimiento algodón semilla	Fibra (%)	Rendimiento fibra Kg ha <sup>-1</sup>
0	5.80 a*	6.29 b	54.50 ab	4264.4 a	37.55 a	1606.49 a
25	6.45 a	6.20 b	35.60 ab	3795.4 b	34.07 ab	1293.29 b
50	6.50 a	6.65 ab	33.00 ab	3591.7 b	33.97 b	1221.82 b
75	6.31 a	6.90 a	34.00 ab	3477.9 b	33.91 b	1179.15 b
C .V.	6.05	4.07	5.34	5.57	4.63	9.00
Desv. Est.	0.38	0.26	1.79	210.56	1.61	119.25
Promedio	6.25	6.50	33.50	3782.35	34.88	1325.18

\*Promedios en la misma letra dentro de una columna son iguales estadísticamente de acuerdo al test de Duncan (0.05).

En general, el índice de fibra fue mayor en las plantas que recibieron el regulador de crecimiento (50 y 75 g i.a. ha<sup>-1</sup>) observándose diferencias significativas entre el testigo (6.29 g) y la dosis 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> (6.9 g). Por el contrario, el número de semillas por mota fue menor con la utilización del regulador de crecimiento, debido probablemente a que la planta, como resultado de la reducción del crecimiento, deja disponible una cantidad "extra" de energía, destinada a aumentar el contenido de la fibra en detrimento de la semilla. Esto explicaría que el menor número de semillas por mota presentaría mayor índice de fibra como efecto indirecto del mayor espacio disponible para el desarrollo de esta última.

El rendimiento de algodón semilla, el porcentaje de fibra y el rendimiento de fibra mostraron relación inversa con las dosis del regulador de crecimiento. El mayor rendimiento, tanto de algodón semilla (4,264 Kg ha<sup>-1</sup>) como de fibra (1.606 kg ha<sup>-1</sup>), correspondió al testigo (Tabla 1) observándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), comparados con los tratamientos con CM. Disminuciones en el rendimiento de algodón semilla del 11, 16 y 18%, fueron observados con la utilización de 25, 50 y 75 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1). De acuerdo con el análisis de regresión, se observa que los datos se ajustan eficientemente a un modelo polinomial cuadrático, indicando que a medida que aumenta la dosis del producto disminuye el rendimiento de algodón semilla hasta un punto de estabilización.



**Figura 1.** Rendimiento de algodón semilla respecto a diferentes dosis de Cloruro de Mepiquat. Montería 1999 B.

De igual forma, el rendimiento de fibra disminuyó en 20%, 22% y 27% con las mismas dosis en su orden. Estos resultados pueden estar relacionados con la disminución en la retención de estructuras reproductivas en las primeras posiciones de las ramas fructíferas cuando se aumentó la concentración de CM, y que fueron evidenciadas bajo las condiciones particulares del experimento.

Espitia y Zapata (1992), aplicando CM a plantas de algodón, encontraron efectos similares a los reportados en este trabajo. Asimismo, Sáenz (2004), no encontró diferencias estadísticas en el rendimiento del algodón, al comparar plantas aplicadas y no aplicadas con CM. Por otra parte, Duli *et al.* (2000), al evaluar aplicaciones de Pix Plus® y CM, encontraron una eficiencia en la reducción de la altura de la planta,

mejoramiento en las tasas de intercambio de CO<sub>2</sub> e incrementos en el contenido de almidones de la hoja, pero no en el rendimiento de fibra.

Según Guthrie *et al.*, (1995), la aplicación de CM ha tenido efectos tanto negativos como positivos sobre la retención de estructuras, que dependen de la posición del fruto en la planta. La zona de máximo efecto del CM ocurre hasta el nudo 12, por encima de este punto la retención de cápsulas por efecto del regulador se reduce hasta un 18%. Estos efectos son el resultado del cambio ejercido por el producto sobre la estructura y la disponibilidad de energía extra para dedicarla a los frutos. Otros autores han reportado que en siembras de octubre la fijación de órganos fructíferos parece no depender en gran medida del uso de reguladores de crecimiento, pero en las siembras de diciembre esta práctica juega un rol importante y las aplicaciones repetidas a bajas dosis en comparación con una sola aplicación, parecen ser la forma más

adecuada (Sáenz, 2004). Por su parte, Biles y Cothren (2001), al estudiar el efecto de la aplicación de CM en combinación con ácido indolbutírico y ácido giberélico, encontraron que la aplicación conjunta de estos productos incrementó el número de flores por metro lineal de surco, aunque esto no tuvo ninguna relación con la retención de las mismas.

### Concentración de clorofila total

La Tabla 2 registra la concentración de clorofila total (mg cm<sup>-2</sup>) en función de las cuatro dosis de CM en diferentes fechas de muestreo. Hasta los 80 DDE, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que hasta esa época el CM no ejerce efecto sobre la concentración de clorofila total. A partir de los 94 DDE, se encontró que al aumentar la dosis del regulador se aumenta la concentración de clorofila total, denotando que los tratamientos de 25, 50 y 75 g de i.a. ha<sup>-1</sup>, fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al testigo; comportamiento similar se presentó a los 108 y 122 DDE.

**Tabla 2.** Concentración de clorofila total (mg cm<sup>-2</sup>) bajo el efecto de cuatro dosis de Cloruro de Mepiquat.

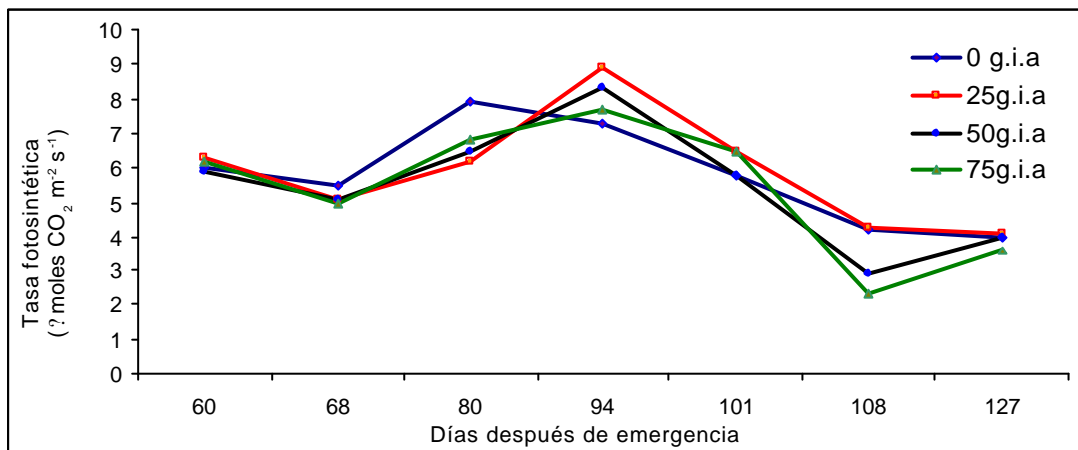
Dosis (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Días después de emergencia (DDE)							
	60	68	80	94	101	108	122	127
0	31.83 a*	41.00 a	44.55 a	24.63 b	39.27 a	37.27 b	34.88 b	28.70 a
25	33.95 a	42.23 a	44.13 a	38.73 a	44.95 a	44.90 ab	48.23 ab	31.85 a
50	30.72 a	43.22 a	45.27 a	43.59 a	45.38 a	38.79 ab	43.07 ab	40.50 a
75	30.75 a	44.49 a	52.37 a	49.88 a	51.50 a	47.70 a	50.96 a	38.64 a
C .V.	20.25	9.13	12.94	15.70	17.95	9.88	16.04	20.08
Desv. Est.	6.44	3.90	6.02	6.16	8.13	4.16	7.10	7.01
Promedio	31.81	42.75	46.58	39.21	45.32	42.16	44.28	34.92

\*Promedios en la misma letra dentro de una columna son iguales estadísticamente de acuerdo al test de Duncan (0.05)

En los muestreos de los 101 y 127 DDE, no presentaron diferencias estadísticas significativas pero se observó una relación directa entre la concentración de clorofila total y el incremento de la dosis de CM. Landivar y Marur (1996), en trabajos de mediciones y translocación de azúcares en plantas de algodón sometidas a aplicación de CM, encontraron un incremento de clorofila (a y b) en hojas tratadas respecto a las no tratadas. Esto es consistente con reporte de la literatura y con observaciones generales, notándose que hojas tratadas con el regulador de crecimiento se tornan de un color verde intenso.

### Fotosíntesis

La Figura 2 muestra el comportamiento de las tasas de fotosíntesis a través del tiempo bajo el efecto de cuatro dosis de CM. Durante todas las evaluaciones realizadas en el experimento no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) a pesar que hubo aumento en la concentración de clorofila total. Estos resultados no son concordantes con los obtenidos por Duli *et al.* (2000), en los cuales los autores concluyen que plantas de algodón tratadas con reguladores de crecimiento afectarán positivamente sus tasas de intercambio de  $\text{CO}_2$ .



**Figura 2.** Tasa de fotosíntesis ( $\mu\text{moles CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) bajo el efecto de cuatro dosis de cloruro de mepiquat.

### CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de Cloruro de Mepiquat en plantas de algodón afectaron de manera inversa el índice de fibra y el número de semilla por mota, en tanto que el peso de la mota no se vió afectado por la variación de las dosis.
- Los parámetros rendimiento de algodón semilla, porcentaje de fibra y rendimiento de fibra disminuyeron a medida que se aumentó las dosis de Cloruro de Mepiquat.
- La concentración de clorofila se incrementó a partir de los 34 días de aplicarse el Cloruro de Mepiquat, a medida que aumentó la dosis del regulador del crecimiento. Sin embargo estos aumentos no se tradujeron en un incremento de las tasa de fotosíntesis.
- Es conveniente realizar investigaciones complementarias que amplíen los conocimientos respecto al manejo del regulador de crecimiento y sus efectos en función de nuevos genotipos, condiciones ambientales, dosis, épocas de aplicación, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- BASF. 1980. PIX. Bioregulador para el cultivo del algodón. Bogotá, p.15
- BASF. 1990. Bioreguladores en el cultivo del algodón: En Infobasf. 2, Bogotá, p.16
- Biles, S. y Cothren, J. 2001. Flowering and yield response of cotton to application of mepiquat chloride and PGR-IV. *Crop Science* 41:1834-1837
- Duli, Z.; Derrick, M. y Oosterhuis, 2000. Pix Plus and Mepiquat Chloride Effects on Physiology, Growth, and Yield of Field-Grown Cotton. *Journal of Plant Growth Regulation*. 19(4): 115-118
- Espitia, M. y Zapata, J. 1992. Evaluación de diferentes poblaciones del algodón en la variedad Gossica MC 23 bajo aplicación de pix. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Córdoba, Montería.
- Guthrie, D.; Landivar, J.; Munier, D.; Stichler, C. y Weir, B. 1995. Pix application strategies. *Cotton Physiology Today*. 6(4): 4
- Hake, K.; Kerby, T.; McCarty, W.; O'neal, D. y Supak, J. 1991. Physiology of pix. *Cotton Physiology Today*. 2(6): 4
- Landivar, J. y Marur C. 1996. Photosynthesis and translocation of sugar in cotton plants to drought stress after mepiquat chloride applications. In: Beltwide Cotton Conference, Nashville, TN, p.1234
- Saézn P. 2004. Los Reguladores de Crecimiento en la producción de algodón. Una herramienta más para el manejo del cultivo. <http://saenzpe.inta.gov.ar/Ecofisiologia/Ecofisiologia.html> [Accedido 14-11-2004]
- Salisbury, F. y Ross, C. 1992. Fisiología Vegetal. Iberoamérica, S.A. de C.V. México D.F., p.759
- Schott, P. y Heydendorff, R. 1981. Pix: Un biorregulador para el algodón. En: BASF reporte agrícola. Edición especial.
- Wearver, R. 1982. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México, p.438