

USO DEL REGULADOR DEL CRECIMIENTO CLORURO DE MEPIQUAT EN ALGODÓN

Jorge Cadena Torres¹

INTRODUCCION

El uso del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (PIX®) en los cultivos de algodón ha sido una práctica muy extendida entre los agricultores de la zona templada. Sin embargo, en el trópico colombiano, la aplicación de reguladores de este tipo ha sido una práctica de muy poca utilización, debido a las dificultades que entraña su manejo y a que no siempre su aplicación ha resultado en ventajas productivas para el agricultor. Aún cuando las ventajas del uso del Cloruro de Mepiquat (CM) están muy bien documentadas en la literatura científica, en el mundo ha habido una gradual evolución a través del tiempo para establecer las condiciones bajo las cuales el producto encuentra su mejor utilización. Al respecto podría decirse que se ha llegado a la conclusión de que no hay una fórmula o receta única que pueda ser recomendada a los agricultores, su aplicación no se hace con el fin de aumentar producción y la necesidad de su utilización es indicada por el estado de crecimiento de la planta. El uso y manejo de un regulador de crecimiento como el Cloruro de Mepiquat (CM) exige del agricultor y del asistente técnico un mayor contacto con el cultivo y conocimiento del estado fisiológico de la planta en relación con el medio ambiente que la rodea, lo que les permite identificar las situaciones o condiciones bajo las cuales el producto puede ser utilizado con mejores ventajas.

HORMONAS VEGETALES

Las plantas, al igual que los animales, tienen un número de hormonas que direccionan su crecimiento y desarrollo. En las plantas se conocen cinco clases principales de hormonas (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno), y se continúa buscando el reconocimiento para dos nuevas hormonas: el ácido salicílico y el ácido jasmonico. Entre éstas, el ácido giberélico (GA), solo o en combinación con otras hormonas es la responsable del crecimiento de la planta debido a que entre sus funciones está el control de la elongación celular. Las células se expanden cuando ocurre dos eventos: a) la presión ejercida por el agua al interior de la célula presiona contra una pared celular suficientemente elástica, induciéndola a expandirse y b) se produce nueva pared celular para soportar este crecimiento. Si la síntesis de pared celular o la presión interna se reducen, el crecimiento se reduce o detiene. Esta es la razón por la cual el déficit de agua o las bajas temperaturas reducen el crecimiento de las plantas al causar que la pared celular y los componentes internos no se produzcan en forma rápida y así reducen la expansión celular. De igual forma, el estrés hídrico reduce la presión interna dentro de la célula, tomándola flácida y sin capacidad de expansión. La forma como el ácido giberélico promueve la elongación celular es por medio de su acción sobre cierto grupo de enzimas ubicadas a nivel de membrana celular que por su acción alteran el pH de la pared celular y la "aflojan" permitiendo la expansión debida a la presión interna del agua.

El bloqueo o inhibición de la síntesis del GA es lo que ha permitido el desarrollo para la industria de agroquímicos de los denominados reguladores sintéticos del crecimiento. Los productos desarrollados como reguladores del crecimiento bloquean el proceso de biosíntesis de GA, inhibiendo una o varias enzimas en el proceso, como resultado de lo cual se disminuye la cantidad de esta hormona en el tejido vegetal y por tanto se controla la elongación celular y el crecimiento de la planta.

Biosíntesis de GA

El ácido giberélico es una hormona que fue descubierta accidentalmente por científicos japoneses mientras estudiaban una enfermedad denominada Bakanae (planta tonta) que causaba un crecimiento espectacular de la planta de arroz, producto de una elongación excesiva del tallo, lo que causaba un posterior volcamiento de las plantas. Los japoneses descubrieron que el agente causal era el hongo *Gibberella fujikuroi*, el cual produce una gran cantidad de los ácidos giberélicos GA₃, GA₄ y GA₇, los cuales coincidencialmente corresponden a algunas de las diferentes giberelinas identificadas en las plantas y de allí la sintomatología de la enfermedad Bakanae.

Las giberelinas son compuestos isoprenoides (diterpenos) que se sintetizan a partir de unidades de acetato a través de la ruta del ácido mavelónico.

A través de la unión secuencial de unidades de cinco carbonos, finalmente se forma un compuesto de 20 carbonos denominado geranil-geranil pirofosfato, donador de todos los carbonos para la "fabricación" de las giberelinas. En la secuencia de formación de las giberelinas, el geranil-geranil pirofosfato es convertido luego en copalil pirofosfato y éste a su vez en kaurene. En este paso en el proceso de biosíntesis es donde se presenta la acción del CM, al inhibir parcialmente la enzima encargada de esta conversión. La enzima es inhibida parcialmente lo que resulta en una menor cantidad de GA en los puntos de crecimiento y en limitaciones en la expansión celular.

El primer compuesto identificable en el proceso de biosíntesis, con los anillos de las giberelinas, es el aldehído GA₁₂, una molécula de 20 carbonos a partir de la cual se forman giberelinas, las cuales pueden contener tanto 20 como 19 carbonos. Al final del proceso de biosíntesis se producen GA₁ y GA₃, las giberelinas activas en las plantas. Otras giberelinas como la GA₂, GA₉, GA₂₀ pueden mostrar actividad en las plantas, pero solo porque son convertidas en GA₁ y GA₃. Hasta el momento se han identificado un total de 84 giberelinas de las cuales 74 se han identificado en las plantas superiores 25 en hongos del género *Gibberella* y 14 en otros. Una sola semilla de frijol puede contener alrededor de 16 giberelinas.

EL CLORURO DE MEPIQUAT

A través de la manipulación que el hombre ha logrado hacer al proceso de biosíntesis de las giberelinas se ha logrado el desarrollo de los denominados reguladores sintéticos del crecimiento. En el caso particular del Cloruro de Mepiquat, por su efecto sobre la síntesis de giberelinas, inhibe la elongación de las células del tallo y causan atrofia general de la planta. Este producto fue descubierto en los años 1970's mientras los científicos examinaban varias moléculas que restringían el crecimiento y a partir de ellas efectuaron modificaciones químicas que resultaron en el Cloruro de Mepiquat (Cloruro de N-N-dimetil-piperidinium). Este método de búsqueda de compuestos activos a partir de otros había resultado muy exitoso en otros

¹I.A. Ph.D. Coordinador Plan Nacional de Algodón, CORPOICA, Apartado Aéreo 602, Montería, Córdoba.
E-Mail: corpoica@monteria.cetcol.net.co

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

casos con productos agrícolas como insecticidas y herbicidas, dando origen a los que posteriormente se llamaron las familias de productos (familia de los piretroides, familia de las triazinas, etc.), en las cuales se conserva una estructura química básica, pero se cambian algunos enlaces, se adicionan algunos radicales y se encuentran nuevos productos con una actividad biológica mejor que sus antecesores. En la familia de las antigiberelinas, otras moléculas habían sido exitosamente desarrolladas para ornamentales, frutales y cereales menores (Cicocel, Amo, Fosfon D, etc.).

La dificultad en el diseño de nuevos reguladores sintéticos del crecimiento ha sido encontrar un producto que inhiba la síntesis de giberelinas sin inhibir la formación de otros compuestos importantes para la vida de las plantas. Esto debido a que la ruta a través de la cual se sintetizan las giberelinas es común para otros compuestos como carotenoides, clorofila, citokinas, esteroides, etc. Un bloqueo en el punto equivocado en vez de producir una regulación del crecimiento puede causar la muerte de la planta, lo que resultaría en la fabricación de un herbicida en vez de un regulador de crecimiento.

El CM fue usado primero comercialmente en California en el año de 1981. Sus características son: baja toxicidad en mamíferos (categoría IV), baja toxicidad para la vida silvestre y las abejas. En el suelo es metabolizado a dióxido de carbono. Las hojas de la planta de algodón pueden absorber cerca del 50% de la cantidad aplicada durante las primeras dos horas. En las siguientes ocho horas después de la aplicación del 70 al 90% del producto ha penetrado la planta. La adición de surfactantes puede acortar este período a 4 horas y proveer protección contra las lluvias.

El CM es móvil dentro de la planta, se mueve tanto hacia arriba, con la corriente transpiratoria a través del xilema, como hacia abajo en el fluido del floema desde las hojas a los órganos de demanda, razón por lo cual se han desarrollado productos comerciales de aplicación foliar y radicular. En cualquier forma que se aplique el CM se distribuye a través de la planta, pero la mayor concentración se alcanza en los puntos de crecimiento, como las hojas jóvenes en expansión, las ramas y los entrenudos.

EFFECTOS DEL CM SOBRE LAS PLANTAS

A nivel celular

La aplicación de CM altera la concentración de GA en las células debido a su parcial inhibición de una de las enzimas involucradas en la biosíntesis de ácido giberélico. Debido a que el GA cumple varias funciones y tiene muchos efectos en la planta, la completa inhibición de su síntesis no es conveniente y sería de resultados catastróficos para la planta, razón por la cual la dosis de aplicación es de suma importancia para obtener los resultados deseados. Afortunadamente la acción del CM no inhibe completamente la síntesis de GA. Como se explicó anteriormente en la célula el GA actúa favoreciendo la elongación celular, por lo cual en plantas en donde se inhibe su síntesis éstas no alcanzan a desarrollar su tamaño normal, apareciendo como más pequeñas y con un contenido celular más concentrado. En el caso de las células foliares y del tallo en la planta de algodón, el CM ocasiona que las células sean de menor tamaño, reduciendo la longitud de los entrenudos y que las hojas sean de menor tamaño. El menor tamaño de las células foliares ocasiona una mayor concentración de clorofila lo que le da a la planta tratada un color verde oscuro. Aun cuando el CM se distribuye a través de toda la planta sus efectos solo se producen en las células nuevas en proceso de crecimiento. El tamaño de las células formadas y expandidas previamente a la aplicación del CM no se altera.

Debido a que la síntesis de GA no es completamente inhibida, la planta continúa creciendo y como consecuencia la concentración interna de CM se reduce por dilución en el tejido vegetal. Con esta dilución los puntos de crecimiento reanudan su actividad normal. Por esta razón, si las condiciones ambientales continúan favoreciendo el crecimiento, puede ser necesaria una segunda aplicación del producto para mantener la planta en el tamaño deseado. Investigaciones realizadas en la Universidad de Texas A&M han establecido que para poder controlar el crecimiento de la planta debe mantenerse una concentración interna por encima de 5 ppm de CM, idealmente de 10 ppm.

Como la planta no "fabrica" CM, la concentración interna depende de la cantidad aplicada externamente y del tamaño de la planta (peso). Al igual que en la dosificación de las drogas en los animales y en el hombre, la cantidad de producto a aplicar es una función del peso de la planta. Es lo mismo aplicar 0.25 L de producto al momento de la iniciación de botones, que aplicar 0.50 L de producto al momento de la floración, cuando la planta ha alcanzado un tamaño y peso mayor. Esto quiere decir que para una correcta dosificación del producto a nivel comercial el agricultor y asistente técnico deben de alguna forma conocer el peso promedio de la planta.

A nivel de la planta

Una de las observaciones más rápidas que ocasiona la aplicación del CM es su efecto sobre la altura de la planta. Debido a la reducción en la expansión de las células del tallo, los entrenudos son más cortos y las plantas presentan una menor altura que las plantas no tratadas. Igualmente, debido a la inhibición de la expansión en las células de las hojas, éstas se aprecian más pequeñas. Este ha sido el efecto más consistente observado en todos los experimentos y es el resultado general de la inhibición ejercida por el producto sobre la expansión celular a través de su acción sobre la síntesis de GA. En experiencias prácticas se ha encontrado por ejemplo que cuando se aplica una dosis de 400 ml al momento de la floración, el CM reduce la altura final de la planta en 8-15%. Este control de la altura es directamente proporcional a la dosis utilizada. De otro lado, el menor tamaño de las células en las plantas aplicadas con CM ha resultado en un 5 a 10% de reducción en el Índice de Área Foliar (IAF). Aun cuando las plantas tratadas con CM son más pequeñas, también son más gruesas debido a un incremento en el número de capas de células que se desarrollan. Las hojas más gruesas y las células más pequeñas le dan a las plantas de algodón tratadas con CM un color verde oscuro más concentrado. Como resultado general el peso seco de las ramas y los tallos se reduce en aproximadamente el 20%. Esta reducción en la cantidad de biomasa dedicada a la fabricación de estructuras vegetativas deja disponible una cantidad de energía que la planta (y el agricultor) puede capitalizar para mejorar la retención de estructuras y la producción.

La aplicación de CM, según se reporta en la literatura, ha tenido efectos tanto positivos como negativos sobre la retención de estructuras, dependiendo de la posición de los frutos en la planta. En general la aplicación de CM mejora la retención de estructuras en los nudos inferiores de la planta. En la parte intermedia, la retención no se altera y en la parte superior, la retención se reduce. La zona de máximo efecto del CM ocurre hasta el nudo 12. En esta zona (nudos 6 a 12 o primeras 6 ramas fructíferas), la aplicación de CM incrementa la retención de cápsulas en 15%. Por encima de este punto (nudo 13 y superiores) la retención de cápsulas por efecto del CM se reduce en 18%. Estos efectos son el resultado del cambio ejercido por el producto

sobre la estructura de la planta y la disponibilidad de energía extra para dedicar a los frutos. Se han postulado varias hipótesis para explicar los efectos del CM sobre la retención de cápsulas en la parte inferior de la planta. Una de ellas explica acerca del incremento en la penetración de la luz hacia los estratos inferiores de la planta debido a la reducción en el tamaño de las mismas, lo que resulta en un mejor ambiente para mantener los niveles de fotosíntesis en la hoja subtendida. La penetración de la luz hacia los estratos inferiores según medidas tomadas en cultivos establecidos es 20% superior que en las plantas no tratadas, a la 2a. y 3a. semana después de la aplicación. Una segunda explicación es el incremento en el suplemento de carbohidratos para las cápsulas en la medida en que el CM limita el crecimiento de las hojas y el tallo. La aplicación de CM limita el desarrollo de estructuras vegetativas permitiendo que una mayor cantidad de carbohidratos se destine a los frutos.

La reducción en la retención en la parte superior de la planta se debe que el incremento en la carga de cápsulas en la parte inferior de la planta, formada más temprano, impone una mayor necesidad (demanda) de carbohidratos, pero coincide con un limitamiento de la expansión foliar y la fotosíntesis general de la planta. La habilidad del algodón para mantener la retención depende del balance que la planta haga entre la carga de cápsulas y la capacidad de las hojas para suministrar carbohidratos. En momentos en que se presenta un balance negativo, las cápsulas formadas en la parte inferior tendrán una mayor preferencia, en detrimento de la retención en la parte superior.

Madurez

Una de las ventajas de tener una mayor retención temprana de cápsulas es la obtención de una madurez más temprana, lo que contribuye a una mayor precocidad y la necesidad de hacer un solo pase de cosecha. Esta precocidad no solo se gana debido al cambio en la retención de cápsulas (tardías por tempranas), sino también debido al corte temprano. El ciclo del cultivo, según los experimentos puede reducirse en 7 a 14 días con la aplicación del CM. Un cultivo que madura más temprano, abre rápida y uniformemente, permitiendo que una mayor proporción de la cosecha se haga en el primer pase (precocidad relativa). Bajo las condiciones de crecimiento de la zona tropical colombiana, en donde la temperatura, y muchas veces la humedad, favorecen la continua emisión de botones florales, la detención del crecimiento por efecto del CM reduce los riesgos de infestaciones tardías de picudo debido a la carencia de su substrato natural (botones florales). En igual forma se reduce la multiplicación de picudo que ocurre al final del cultivo y se controla mejor la población que migra hacia los sitios de refugio.

Rendimiento

El CM no es un producto cuya aplicación este destinada a aumentar la producción. Por esta razón los efectos del CM sobre el rendimiento son contradictorios y menos consistentes que sus efectos sobre la altura y forma de la planta. Mientras en algunas circunstancias se reportan incrementos en los rendimientos hasta del 10%, en otras circunstancias no se reportan efectos, y existen reportes en los que inclusive se presentan reducciones. El CM es un producto cuya aplicación se destina a mejorar la eficiencia en el manejo del cultivo y por tanto una respuesta productiva y económicamente rentable depende de las condiciones bajo las cuales se use el producto. Usualmente las pérdidas de producción bajo aplicación de CM están asociadas con prevalencia de condiciones adversas para el crecimiento, en donde la aplicación del producto resulta en un estrés adicional para la planta, mientras que incrementos en la producción se asocian con condiciones que favorecen el excesivo crecimiento vegetativo, en donde la energía "extra" de la planta puede canalizarse hacia los frutos. El Valle del Sinú, por sus condiciones de humedad, fertilidad y temperatura favorecen el excesivo crecimiento de la planta de algodón y el desgaste de energía (carbohidratos) en estructuras vegetativas que no implican producción. Por lo anterior, el uso del CM encuentra su mejor oportunidad bajo las condiciones del Valle del Sinú, en especial bajo la posibilidad de que con las variedades actuales se podrían incrementar las densidades de población. Todo lo anterior con el fin de capitalizar en producción una energía disponible en el medio.

USO DEL CLORURO DE MEPIQUAT

Bajo qué condiciones se utiliza ?

La utilización del CM se recomienda en regiones donde las condiciones ambientales favorecen un crecimiento vegetativo vigoroso (suelos fértiles, altos régimen de precipitación, alta temperatura). En estas regiones el exceso de energía disponible en el medio es dedicado por la planta para desarrollar una estructura vegetativa vigorosa (alturas de hasta 1.80 metros en el Valle del Sinú), con un mayor número de entrenudos (hasta 25), varias ramas vegetativas en los nudos inferiores del tallo, un mayor número de frutos, muchas veces inmaduros, en cada rama fructífera, un follaje denso y exuberante que favorece la pudrición de cápsulas y el desarrollo de numerosos botones florales en la parte superior y externa de la planta, que luego no puede llevar a maduración. Todo esto representa una energía que usualmente se "pierde" y que podría ser direccionada hacia la fabricación del producto de interés para el agricultor: fibra y semilla. El efecto que ejerce el CM al reducir el área foliar y el tamaño de la planta, puede aprovecharse favorablemente en zonas como el Valle del Sinú para sembrar una mayor población de plantas por hectárea, aprovechar la alta fertilidad natural del suelo y capitalizar la energía sobrante. Bajo este sistema se combinan un suelo fértil, una buena disponibilidad de humedad y una alta temperatura con una mejor utilización de la luz solar incidente y un crecimiento más eficiente de la planta, que dedica una mayor cantidad de energía a la formación de frutos y una menor cantidad al desarrollo de estructuras vegetativas (eficiencia del crecimiento).

También se recomienda la utilización del CM en regiones donde los agricultores siembran tarde con el fin de reducir el ciclo de cultivo y ajustarlo a régimen de precipitaciones. Por el contrario no se recomienda aplicar CM en regiones donde las condiciones ambientales desfavorecen el crecimiento de la planta (suelos pobres, déficit de humedad, bajas temperaturas).

Cómo decidir cuándo aplicar ?

Históricamente la decisión sobre la aplicación o no del CM ha sido complicada para el agricultor debido a las condiciones ambientales cambiantes propias del trópico colombiano. Una de las primeras recomendaciones con respecto a este regulador de crecimiento en los años 1970's establecía la aplicación de un litro de producto comercial por hectárea (50 gr de $1a/ha$), al momento del inicio de la floración en el algodón. Sin embargo, esta receta de aplicación es demasiado estática y ha resultado en efectos negativos sobre el cultivo y reducciones en los rendimientos cuando sobrevienen condiciones de estrés después de la aplicación. Aún cuando el estrés por sí mismo es un regulador natural del crecimiento, reduce el tamaño de la planta, causa senescencia en las hojas y reduce la retención de cápsulas, un control adicional del crecimiento en plantas sometidas a estrés conduce a una menor capacidad de recuperación de la planta una vez sobrevengan mejores condiciones. Esto debido a que el CM reduce la expansión foliar y el crecimiento de ramas y el tallo, de tal forma que en el evento de un estrés las plantas presentan una menor posibilidad de recuperación. Para evitar este problema, los investigadores desarrollaron al final de los años 1980's el sistema de aplicaciones múltiples, de baja dosificación que permite la aplicación secuencial de pequeñas cantidades desde el inicio de la formación de botones florales, bajo condiciones que permitan vislumbrar un excesivo creci-

miento. En caso de sobrevenir una condición ambiental desfavorable, el agricultor podía suprimir aplicaciones futuras y dejar la planta a libre expresión para su recuperación. Con este sistema se le dio mayor flexibilidad a la aplicación del regulador de crecimiento y se evitaron las pérdidas de producción que ocurrían en el pasado. A pesar de esto la decisión sobre la aplicación del producto bajo este sistema es todavía muy subjetiva.

Para evitar esto, actualmente el sistema de aplicación se ha perfeccionado aun más al desarrollar los métodos de monitoreo de la planta que permiten determinar el momento y la dosis más adecuada para aplicar el producto. Para ello se ha diseñado una regla graduada que permite monitorear el progreso del crecimiento de la planta cada semana, a partir de la emisión de los primeros botones, y basado en una escala de colores, decidir la aplicación del producto, de acuerdo a una meta pre-establecida de altura. La dosis a aplicar, por su parte, se establece a través del cálculo del tamaño (peso) de la planta. Bajo este sistema, el diagnóstico hecho directamente a la planta es el que determina la necesidad o no de controlar el crecimiento. En el momento en que se presenten condiciones ambientales desfavorables para el crecimiento, muchas veces imperceptibles al ojo del hombre, éstas son detectadas por el monitoreo antes de que se produzcan efectos generales adversos sobre la producción. En esta forma se evitan aplicaciones innecesarias al cultivo, se reduce la posibilidad de error y las pérdidas de producción.

En regiones con suelos de alta fertilidad como los del Valle del Sinú la planta de algodón tiende a crecer demasiado como reflejo de una alta disponibilidad de energía en el ambiente. En el caso por ejemplo de la Finca San Pablo en el Valle Bajo del Sinú, las plantas de la variedad de algodón DP 90 inician su fase juvenil con un promedio de 10 nudos totales, una rama vegetativa, una altura de 30.9 cm, y un promedio de 3 cm por entrenudo. Al inicio de la fase reproductiva, presenta 11 nudos reproductivos, 5 ramas vegetativas, altura de 111 cm y longitud promedio de entrenudos de 6 cm. La retención de estructuras en primera y segunda posición es del 100%, lo que muestra una buena disponibilidad de energía. Sin embargo, al pico de la floración, las plantas han alcanzado un desarrollo tan exuberante que la retención se reduce al 63% y las plantas alcanzan una altura de 154 cm. Posteriormente esta retención se reduce al 30% a los 125 días después de la emergencia y al 28.1% al momento de la cosecha. La altura de la planta alcanzó los 242 cm y la planta desarrolló un total de 1.3 ramas vegetativas. La pérdida de estructuras, el desgaste en altura, la producción de ramas vegetativas representan un desgaste de energía que podría capitalizarse para aumentar la producción de fibra.

Para regiones como el Valle del Sinú las aplicaciones tempranas de CM, al momento de la aparición de los primeros botones, cuando la longitud promedio de entrenudos alcanza los 5 centímetros es la mejor estrategia. Para determinar la longitud promedio de los entrenudos, se ha desarrollado el sistema de monitoreo a través de una regla coloreada que, basado en la medida de los últimos cinco entrenudos en la parte superior de la planta, permite determinar el tamaño promedio de los mismos en la planta completa. Los colores en la regla le permiten al asistente técnico decidir la aplicación en el momento en que el crecimiento de la planta excede el valor de 4.5 cm. Después de una primera aplicación, se continúa con el monitoreo de la planta y se deciden futuras aplicaciones dependiendo del crecimiento que vaya teniendo la planta. Una segunda aplicación es necesaria solo si las condiciones ambientales favorecen el crecimiento y la planta supera nuevamente este valor.

La dosis de aplicación del CM se determina basada en una estimación de la concentración interna de CM en la planta. Para ello se ha desarrollado en la Universidad de Texas A&M en USA un programa de computador (MEPRT), el cual se encuentra en validación en el Valle del Sinú. La concentración interna de CM bajo este sistema se calcula dividiendo la cantidad aplicada (más la cantidad existente en la planta) entre el peso de la planta. Esta cantidad se expresa en partes por millón y sirve para determinar la cantidad a aplicar para llevar la concentración a un cierto nivel que brinde control del crecimiento durante un tiempo. En la medida en que la planta de algodón crece y el producto es diluido, la concentración interna se reduce. Cuando el nivel predeterminado se hacen nuevas aplicaciones en cantidades suficientes, de acuerdo al peso de la planta, para llegar a restablecer la concentración bajo de cierto nivel se hacen nuevas aplicaciones en cantidades suficientes, de acuerdo al peso de la planta, para llegar a restablecer el nivel predeterminado. Lo que hasta el momento se ha determinado es que la concentración interna de CM debe mantenerse en un nivel de 10 a 12 ppm para mantener un control efectivo del crecimiento. Aplicaciones posteriores se recomiendan cuando la concentración cae por debajo de 5 ppm. En este momento el productor necesita aplicar suficiente CM para volver a alcanzar la concentración de 10 a 12 ppm.

BIBLIOGRAFIA

- Hake, K. T. Kerby, W. McCarty, D. O'Neal, and J. Supak. 1991. Physiology of Pix. Cotton Physiology Today Vol. 2, No. 6. May, 1991. National Cotton Council of America, Memphis, Tennessee. 4pg.
- Guthrie, D. J. Landivar, D. Munier, C. Stichler, B. Weir. 1995. Pix application strategies. Cotton Physiology Today Vol. 6, No.4. May/June, 1995. National Cotton Council of America, Memphis, Tennessee. 4pg.
- Landivar, J. And J.H. Benedict. 1996. Monitoring system for the management of cotton growth and fruiting. Texas Agricultural Experiment Station, Agricultural Research and Extension Center, Bulletin B-2, November 1996, Corpus Christi, Texas. 16 pg.
- Salisbury, F.B and C.W. Ross. 1992. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, Mexico.
- Kerby, T.A., B.L. Weir, and M.P. Keeley. 1996. The uses of Pix. In : Cotton production manual pp294-304. S.J. Hake, T.A. Kerby, K.D. Hake (Editors). University of California, Publication 3352.