

# APLICACIÓN DE CLORURO DE MEPIQUAT EN ALGODONES CON DIFERENTE DISPONIBILIDAD HÍDRICA Y SU EFECTO EN LA RETENCIÓN FRUCTÍFERA, PARTICIÓN DE ASIMILADOS Y RENDIMIENTO

Marcelo Paytas\*, Santiago Agretti, Tulio Longhi  
INTA EEA Reconquista, Santa Fe  
\*Ing. Agr. (PhD) e-mail: mpaytas@correo.inta.gov.ar

## RESUMEN

La producción de algodones en surcos estrechos y altas densidades favorece el desarrollo de una canopia más compacta, usando más eficientemente los recursos ambientales disponibles como es el caso del agua. Si sumamos a esto, la aplicación de reguladores de crecimiento para mejorar la arquitectura de la planta acortando los entrenudos e incrementando la retención de órganos en las primeras posiciones fructíferas, podríamos estabilizar el rendimiento ante periodos de estrés hídrico en pre-floración. El objetivo del presente trabajo es evaluar la aplicación de cloruro de mepiquat (CM) en algodones en surcos estrechos con diferente disponibilidad hídrica y su efecto en la retención fructífera, partición de asimilados y rendimiento. Para ello, se llevó a cabo un experimento en la EEA INTA Reconquista, Santa Fe, considerando cuatro tratamientos en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, que tuvieron en cuenta la combinación de dos niveles de disponibilidad hídrica (riego continuo y período de estrés hídrico sin riego en pimpollado) y aplicaciones de cloruro de mepiquat. Las evidencias de este estudio manifiestan que ante eventuales periodos cortos de déficit hídrico en pre-floración, la aplicación de cloruro de mepiquat en etapas tempranas, induciría una mayor estabilidad en el rendimiento en algodón en surcos estrechos. Su efecto en la partición de biomasa resultaría en una canopia más compacta con reducción en la tasa fotosintética y un incremento en el uso eficiente del agua disponible.

## INTRODUCCIÓN

La incorporación de biotecnología para el desarrollo de cultivos transgénicos como algodón ha incrementado considerablemente la productividad y sustentabilidad de los sistemas agrícolas. La introducción de algodón genéticamente modificado (GM) en los sistemas productivos es un gran avance tecnológico que ha mejorado la tolerancia a plagas y enfermedades, como así también un mejor control de malezas (Fitt, 2000; Constable, 2004).

A pesar de estos grandes avances, cuestiones relacionadas con el manejo del agua tanto en condiciones de secano como en sistemas irrigados no



han sido aún significativamente resueltas. El algodón es un cultivo caracterizado por su ancestro perenne y xerofítico (Hearn, 1979), lo cual brinda ciertas ventajas en el uso de agua sobre otros cultivos comerciales. Las variedades de algodón modernas tienden a retener mayor número de cápsulas por unidad de superficie que variedades tradicionales obteniendo mayores rendimientos (Ahuja, 2006; Hoffs, 2006; Yeates, 2006; Mills, 2008; Paytas, 2009). Las mismas sufren un cambio en la arquitectura de planta, distribución de frutos y una mayor demanda de asimilados por parte de un mayor número de órganos reproductivos (Bange, 2000). La "interpretación" de la relación fuente-destino de asimilados es esencial a fin de ajustar prácticas de manejo como por ejemplo fechas de siembra y momentos de irrigación. Mientras algunos autores sostienen que la etapa cercana a floración es crítica al estrés hídrico generando mayores pérdidas de rendimiento (Turner, 1986; Marur,

1991), otros refieren a etapas de pre-floración, en especial en variedades GM.

Durante el periodo vegetativo del cultivo, la producción de asimilados se incrementa a través del proceso de fotosíntesis. A medida que la planta continua creciendo la demanda de asimilados por parte de los diferentes órganos de la planta también se incrementa. De esta manera, se genera un balance entre la oferta y demanda de asimilados. El tiempo a madurez se encuentra determinado por la capacidad de la planta de algodón de continuar la producción de nuevos órganos vegetativos en relación a la demanda por parte de nuevos órganos reproductivos (Hearn, 1994). El número de cápsulas producidas se encuentra directamente afectado por el balance de oferta y demanda de asimilados durante el ciclo del cultivo (Bange, 2000). Esta afirmación es explicada por la hipótesis nutricional en conjunción con la hipótesis de balance hormonal dentro de la planta. Pues bien, que involucra cada una de estas hipótesis?

La hipótesis nutricional juega un importante rol en el cambio de los patrones de crecimiento durante la ontogenia del cultivo (Guinn, 1986). La producción vegetativa en el tallo principal y en ramas reproductivas pueden continuar creciendo casi indefinidamente bajo condiciones ambientales favorables debido a que el algodón es de naturaleza indeterminada sin limitaciones morfológicas asociadas a su tamaño y desarrollo (Hearn, 1984). Sin embargo, existe un momento en el que la planta eventualmente detiene la producción de nuevas hojas y ramas reproductivas cuando llega al momento de cut-out o fin de floración efectiva logrando el balance entre oferta y demanda de asimilados (Hearn, 1994). La hipótesis hormonal refiere al balance en-

tre auxinas y giberelinas en la planta, e inhibidores promovidos durante el desarrollo ontogénico de las cápsulas los cuales regulan la retención de las mismas (Eaton, 1945). Sin embargo, ambas hipótesis no son contradictorias o mutuamente excluyentes (Guinn, 1998), por el contrario se las integra al momento de entender la dinámica de retención de órganos fructíferos en la planta (Mauney, 1986).

La retención y distribución de cápsulas dentro de una planta es importante en la determinación del rendimiento final, y está asociado con la ubicación de los asimilados producidos durante el crecimiento vegetativo de la planta. Si la disponibilidad de asimilados es adecuado para mantener las cápsulas en crecimiento, dichas cápsulas serán fijadas en la planta (Constable, 1991; Jenkins, 1990). Sin embargo, cuando la demanda de los destinos en activo crecimiento (i.e. cápsulas) excede la oferta de asimilados, la fijación de las mismas será reducida (Guinn, 1998; Mason, 1922). El incremento en la captura de luz antes del pico de floración y la etapa de llenado de bochas es de vital importancia. Una canopia significativamente mayor capaz de proveer mas asimilados a los órganos reproductivos, resulta en incrementos de los rendimientos (Heitholt, 1992). Aquellos cultivos que crecen en ambientes con mayor radiación solar disponible tienen mayor capacidad fotosintética y carbono asimilable, comparado con aquellos que crecen con baja radiación solar disponible (Patterson, 1977). Ambientes con baja radiación solar (días nublados sucesivos) pueden afectar directamente la producción de asimilados, con reducciones tanto en rendimiento como en calidad de fibra (Pettigrew, 1994).

Ahora bien, al producir algodones en surcos estrechos y altas densidades ya estamos favoreciendo



una canopia mas compacta con uso más eficiente del recurso ambiental disponible en especial el agua. Si sumamos a esto el uso de reguladores de crecimiento para mejorar la arquitectura de la planta, incrementando la retención de órganos en las primeras posiciones fructíferas, podríamos estabilizar el rendimiento ante periodos de estrés hídrico en pre-floración? El objetivo del presente trabajo es evaluar la aplicación de cloruro de mepiquat (CM) en algodones en surcos estrechos con diferente disponibilidad hídrica y su efecto en la retención fructífera, partición de asimilados y rendimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento en condiciones a campo se llevo a cabo durante la campaña 2011/12 en la Estación Experimental del INTA Reconquista en el norte de Santa Fe, Argentina. La variedad Bt NuOpal fue sembrada en el mes de noviembre en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El espaciamiento entre hileras fue 52 cm y la densidad de población 200.000 plantas/ha. Se realizó fertilización (FDA) a la siembra, control de malezas oportuno y plagas.

Los tratamientos implantados fueron los siguientes:

**T1 (+I-CM):** riego durante todo el ciclo del cultivo;

**T2 (+I+CM):** riego durante todo el ciclo del cultivo con el agregado de dos aplicaciones de cloruro de mepiquat (1 l/ha de producto comercial en cada aplicación a los 45 y 60 DDE);

**T3 (-I-CM):** sin riego (estrés hídrico) desde 40 DDE hasta 55 DDE (periodo de pimpollado) con riego el resto del ciclo de cultivo;

**T4 (-I+CM):** sin riego (estrés hídrico) desde 40 DDE hasta 55 DDE (periodo de pimpollado) con



riego el resto del ciclo de cultivo con el agregado de dos aplicaciones de cloruro de mepiquat (1 l/ha de producto comercial en cada aplicación a los 45 y 60 DDE).

La estrategia de riego estuvo asociada a los requerimientos del cultivo en cada etapa fenológica y tasas de evapotranspiración. El tipo de riego fue por sistema de aspersión. El periodo de estrés hídrico se logro cubriendo el entresurco con plásticos para evitar el ingreso de posibles precipitaciones durante el periodo en cuestión, y al finalizar dichos periodos los plásticos fueron removidos. Ni bien se retiraron los plásticos todos los tratamientos continuaron siendo regados. Se asume como periodo de estrés hídrico para algodón cuando se alcanza el 50% de agua disponible en el suelo.

El tipo de suelo en el área de estudio es un Argiudol Acuertico. La precipitación media anual es de 1260 mm, principalmente concentradas durante el verano. Las cosechas de biomasa total y partición de asimilados, índice de área foliar (Li-Cor 2000), intercepción de la radiación (radiómetro) y rendimiento de algodón, así como el mapeo de los órganos fructíferos, niveles de retención, abortos y distribución de los mismos, se realizaron en diferentes etapas de desarrollo durante toda la campaña. Las condiciones meteorológicas fueron registradas durante la campaña. Análisis de la varianza y LSD se realizaron a los datos obtenidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos meteorológicos de la campaña 2011/12 se observan en el cuadro 1. En términos generales, se registró menor cantidad de precipitaciones con respecto a la campaña anterior y a la media histórica. La distribución de la misma no ocurrió de manera uniforme. En Diciembre y Enero ocurrieron marcados déficits hídricos, coincien-



do con las etapas fenológicas del cultivo de mayor requerimiento hídrico (desde pimpollado hasta fin de floración efectiva aproximadamente). Esto fue revertido con el agregado de agua por aspersión en los tratamientos correspondientes. Las temperaturas máximas y mínimas registradas estuvieron por encima de las medias históricas durante el periodo de llenado de cápsulas y maduración.

### Disponibilidad hídrica

La disponibilidad de agua afectó el tiempo necesario para llegar a diferentes etapas fenológicas del cultivo (DDE). Madurez fisiológica (60 % cápsulas abiertas) ocurrió más temprano en tratamientos de estrés hídrico, mientras que en algodones bajo riego se retrasó considerablemente (8 días). La cantidad de agua (precipitaciones más riego) que se agregó en T1 y T2 fue suficiente para mantener encima del 50 % de agua de suelo disponible para la planta durante toda la campaña, evitando que el cultivo sufra algún período de estrés hídrico.

La producción de materia seca vegetativa fue mayor en la etapa floración bajo condiciones de riego, alcanzando antes el 95 % de intercepción de la radiación solar. Mayor tasa de producción de sitios fructíferos, tanto en el tallo principal como en las ramas laterales, se observó bajo riego, lo cual puede explicarse por medio del balance en la oferta



de asimilados disponibles para satisfacer una mayor demanda de cápsulas en crecimiento (Bange, 2000; Hearn, 1994).

El algodón bajo riego generó un mayor número de nudos y sitios de fructificación, pero además mayor número de abortos en la parte inferior de la planta, y ha sido posiblemente afectado por el menor flujo de radiación solar interceptada en la parte inferior de la canopia en comparación con el algodón con estrés hídrico. El tratamiento de riego mostró un aumento (12 %) del rendimiento final de algodón en comparación con el tratamiento de estrés hídrico cuando no se suministro ninguna dosis de cloruro de mepiquat (Cuadro 3), en consonancia con Pettigrew (2004) y Paytas (2012).

### Aplicación del cloruro de mepiquat

Tal como se observa en el cuadro 2, la disponibilidad de agua desarrolló mayor número de sitios fructíferos por planta comparado con los tratamientos de estrés hídricos. Sin embargo, se observa un incremento significativo en el porcentaje de retención fructífera (35%) cuando al algodón sometido a un periodo de estrés hídrico se le aplican las dosis de cloruro de mepiquat. Esto estaría indicando una mayor eficiencia en la retención de cápsulas que llegarían a madurez fisiológica y podría estar relacionado a la eficiencia de partición de asimilados desde las fuentes a los destinos, producto de una menor elongación de entrenudos y ramas reproductivas coincidiendo con estudios en plantas individuales llevados a cabo por Fernández (1991).

En condiciones de estrés hídrico durante el periodo de pimpollo, la aplicación de cloruro de mepiquat podría estar favoreciendo la retención de órganos fructíferos en la planta y disminuyendo el porcentaje de abortos. Sin embargo, la formación de nuevos sitios fructíferos o ramas reproductivas (número de nudos) como así también la expansión del área foliar serían variables afectadas por la disponibilidad hídrica en el periodo de pre-floración, es decir, durante el desarrollo de los pimpollos (cuadro 4).

Las evidencias de estos estudios manifiestan que ante eventuales períodos cortos de déficit hídrico en pre-floración, la aplicación de cloruro de mepiquat en etapas tempranas, induciría una mayor estabilidad en el rendimiento en algodón en surcos estrechos. Su efecto en la partición de biomasa resultaría en una canopia mas compacta con reducción en la tasa fotosintética y un incremento en el uso eficiente del agua disponible.

Cuadro 1. Precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas medias del aire de la estación de crecimiento 2011/12.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Precipitaciones (mm)	139	23	37	111	154	84
Temperaturas Max medias (oC)	29.6	31.1	34.6	34.6	29.9	29.0
Temperaturas Min medias (oC)	17.1	17.8	19.2	22.2	18.3	16.2

Cuadro 2. Evolución del porcentaje de retención de órganos fructíferos y total de sitios fructíferos por planta según mapeo de arquitectura de canopia.

Tratamientos	Evolución de retención fructífera (%)			Total sitios fructíferos/pl**
	61 DDE	82 DDE	122 DDE	122 DDE
T1. (+I-CM)	85 a*	63 a	26 a	19 a
T2. (+I+CM)	86 a	62 a	28 a	18 a
T3. (-I-CM)	83 a	62 a	28 a	15 b
T4. (-I+CM)	85 a	64 a	35 b	15 b

\* Letras diferentes en la misma columna (a,b,c) indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Total sitios fructíferos/pl tiene en cuenta todas las posiciones generadas en la planta tanto abortada como retenida. De este total se calcula el % de órganos retenidos en la planta (% retención fructífera).

Cuadro 3. Rendimiento de algodón y peso de capullo para cada tratamiento.

Tratamientos	Rendimiento de algodón (kg/ha)	Peso de capullo (g)	Retención floral total a Madurez fisiológica (%)
T1. (+I-CM)	3.495 a*	4,03 a	26 a
T2. (+I+CM)	3.503 a	4,12 a	28 a
T3. (-I-CM)	3.058 c	3,97 a	28 a
T4. (-I+CM)	3.212 b	3,95 a	35 b

\* Letras diferentes en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Cuadro 4. Variables vegetativas analizadas en cada tratamiento.

Variables vegetativas 122 DDE	T1. (+I-CM)	T2. (+I+CM)	T3. (-I-CM)	T4. (-I+CM)
MS Total (g)	1230.42 a*	1146.12 a	852.10 b	759.44 c
MS foliar (g)	139.11 a	122.23 a	87.10 b	86.22 b
Índice área foliar (IAF)	2.3 a	2.1 a	1.8 b	1.8 b
Altura (cm)	67 a	65 a	52 b	41 c
Número Nudos totales	17 a	16 a	13 b	13 b

\* Letras diferentes en la misma columna (a,b,c) indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).