

EFFECTO DE CYCOCEL Y B-9 SOBRE PLANTAS DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) MANEJADAS A DOS RACIMOS

M. López-Valencia; F. Sánchez-del Castillo¹; E. Contreras-Magaña

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. México. (¹Autor responsable)

RESUMEN

La investigación se realizó en un invernadero de vidrio ubicado en Cuautlalpan, Texcoco, Estado de México, México, de marzo a septiembre de 1995, con la finalidad de prolongar el periodo de siembra a transplante hasta 60 días y así acortar el ciclo de cultivo de jitomate del transplante a la cosecha para lograr más ciclos y mayor productividad anual. Se evaluó el efecto de una sola aplicación de los retardadores de crecimiento cycocel (cloruro de 2-cloroetil trimetilamonio) y B-9 (ácido N-dimetil amino succinámico) sobre plántulas de jitomate en dos fechas (a los 25 ó a los 45 días después de la siembra) y a tres concentraciones (250, 500 y 100 mg·litro⁻¹) sobre altura de planta, diámetro de tallo, número de flores por racimo y rendimiento en el cultivo de jitomate cv. Floradade conducido bajo un sistema de producción hidropónico basado en despuntes para dejar dos racimos por planta en altas densidades de población. Se uso un diseño de bloques al azar con 13 tratamientos, cuatro repeticiones y 10 plantas por unidad experimental. Ambos productos redujeron significativamente la altura de planta a la edad del transplante (60 días después de la siembra) facilitando esta labor. Ninguno de los tratamientos afectó el tamaño o el rendimiento de fruto con relación al testigo sin aplicación. La reducción de altura de la planta fue mayor con cycocel que con B-9; el efecto fue mayor a las concentraciones más alta (1000 mg·litro⁻¹) y en la fecha de aplicación más temprana.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: hidroponia, despunte, alta densidad, retardadores de crecimiento.

EFFECT OF CYCOCEL AND B-9 ON TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) PLANTS PRUNED TO TWO CLUSTERS

SUMMARY

This research was carried out in a glasshouse located in Cuautlalpan, Texcoco, Estado de Mexico from March to September of 1995, with the purpose of extending the period from sowing to planting up to 60 days and, consequently to shorten the period from planting to final harvest of tomato and so to achieve more cycles per year and higher annual yield. The effect of a single application of the growth retardant cycocel (2-chloroethyl trimetilamonio chloride) and B-9 (N-dimetil-amine succinamic acid) on tomato seedlings in two dates (25 or 45 days after sowing) and three concentrations (250, 500 and 100 mg·liter⁻¹) was evaluated. The evaluated parameters were plant height, stem diameter, number of flowers per cluster and yield of tomato cv. Floradade cultivated with a hydroponic production system based in decapitation of plant tips to leave two clusters per plant conducted with high population densities. A randomized block design with 13 treatments, four replications and 10 plants for experimental unit was used. Both products significantly reduced plant height at the age of planting (60 days after sowing) facilitating this work. None of the treatments affected the fruit size or yield in relation to the control without application. The reduction in height of the plant was greater with cycocel than with B-9; the effect was greater at the highest concentration (1000 mg·liter⁻¹) and with earlier application.

ADDITIONAL KEY WORDS: hydroponics, decapitation, high density, growth retardants.

INTRODUCCIÓN

La producción hidropónica de jitomate en invernadero que se práctica normalmente en diferentes países del mundo (incluyendo a México), generalmente se hace con cultivares indeterminados manejados a una densidad de

dos a tres plantas por m² dejando de 12 a 20 racimos por planta. Aunque los rendimientos por unidad de superficie suelen ser altos, el ciclo de cultivo es muy largo (9 a 11 meses) y se tienen problemas para mantener la sanidad del cultivo por tanto tiempo.

Después de varios trabajos de investigación en la Universidad Autónoma Chapingo, se ha logrado el desarrollo de un sistema o paquetes tecnológico de producción de jitomate en hidroponía, basado en el manejo de muy altas densidades de población y el despunte para dejar sólo uno, dos o tres racimos por planta y así acortar a tres o cuatro meses el ciclo de cultivo de trasplante a cosecha sin una disminución apreciable en el rendimiento por ciclo, ya que se compensa el menor número de racimos por planta con una mayor densidad de población. De esta manera se pueden obtener varios ciclos al año logrando una mayor productividad anual (Cancino *et al.*, 1990; Sánchez y Ponce, 1998; Sánchez *et al.*, 1999).

Este sistema se ha validado con éxito a escala comercial con productores en distintas localidades (Sánchez *et al.*, 1998), pero se considera que se puede perfeccionar incrementando aún más la productividad anual mediante un mayor incremento en el número de ciclos de cultivo por año, porque la duración de éstos depende del número de días que transcurren entre el trasplante y el fin de la cosecha. Así, en un sistema que se maneja con dos racimos por planta, haciendo el trasplante con plántulas de un mes de edad, el ciclo de cultivo es de aproximadamente cuatro meses, con lo que potencialmente se pueden obtener tres ciclos por año (Sánchez y Ponce, 1998).

Una estrategia que podría permitir reducir este periodo es realizar el trasplante con plántulas de mayor edad. Por ejemplo, si en el mismo sistema a dos racimos se hiciera el trasplante con plántulas de dos meses de edad, el ciclo de producción podría hacerse en tres meses y obtener cuatro ciclos de cultivo al año.

En sistemas de producción de jitomate en Holanda es común la realización de trasplantes con todo y cepellón a partir de plántulas entre 50 y 60 días de edad cultivadas en macetas con capacidad de 0.25 a 0.5 litros de sustrato (Van de Vooren, 1986; Resh, 1992). Como parte del paquete mencionado, se ha intentado realizar trasplantes con plántulas de 50 a 60 días de edad cultivadas en macetas o tubos de polietileno de 0.7 a 1.0 litro de capacidad, y riegos detectándose como problema principal, la obtención de plántulas muy altas y con mucho follaje y por lo tanto propensas a la deshidratación y al acame al momento del trasplante aun cuando éste se realice con todo y cepellón de sustrato (Cancino *et al.*, 1990; Sánchez *et al.*, 1991; Sánchez y Corona, 1994; Sánchez y Ponce, 1998).

En la literatura se indica con frecuencia (Abdul *et al.*, 1978; Atherton y Harris, 1986, Picken *et al.*, 1986) que una manera de controlar la altura y el área foliar de las plántulas e incluso favorecer la floración y el rendimiento de las

primeras inflorescencias, es mediante la aplicación de retardadores de crecimiento (retardadores) que inhiben la síntesis de giberelinas y/o auxinas.

Mirisiddaiah y Gowda (1978), aplicaron B-9 y cycocel, ambos a 1000 y 3000 mg·litro⁻¹ en siete diferentes etapas de crecimiento de jitomate incluyendo el de plántula, donde todos los tratamientos redujeron la altura y el peso por planta, pero incrementaron el diámetro de tallo, número de ramas y la producción total.

Considerando lo anterior, el objetivo central del presente trabajo fue evaluar el efecto de concentración y fechas de aplicación en semillero de dos retardadores de crecimiento sobre la altura de planta y diámetro de tallo al momento del trasplante (60 días después de la siembra) así como sobre el número de flores por racimo, el tamaño de fruto y el rendimiento de planta de jitomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en un invernadero de vidrio ubicado en Cuautlalpan, Texcoco, Estado de México, México, de marzo a agosto de 1995. Se utilizó el jitomate 'Floradade', el cual es del tipo bola con hábito semideterminado y produce frutos redondos con un peso promedio de 120 g.

Para la fase de semillero, se utilizaron tubos de polietileno negro de un litro de capacidad como contenedores y arena de tezontle rojo (partículas de 1 a 2 mm) como sustrato. Se sembraron tres semillas por tubo y 18 días después de la siembra (dds) se aclaró a una planta por tubo. La distancia entre plántulas y entre hileras fue de 15 cm. Las plántulas estuvieron en estas condiciones de semillero hasta los 60 días de edad, momento en que se realizó el trasplante.

El experimento fue conducido bajo un diseño de bloques al azar con 13 tratamientos y 4 repeticiones; la unidad experimental estuvo formada por 30 plantas y la parcela útil por 10 plantas. Los tratamientos se aplicaron en la etapa de semillero como se describe a continuación:

- T1: Aplicación de cycocel a 250 mg·litro⁻¹ a plántulas de 25 días de edad
- T2: Aplicación de cycocel a 500 mg·litro⁻¹ a plántulas de 25 días de edad
- T3: Aplicación de cycocel a 1000 mg·litro⁻¹ a plántulas de 25 días de edad
- T4: Aplicación de B-9 a 250 mg·litro⁻¹ a plántulas de 25 días de edad

- T5: Aplicación de B-9 a 500 mg·litro⁻¹ a plántulas de 25 días de edad
- T6: Aplicación de B-9 a 1000 mg·litro⁻¹ a plántulas de 25 días de edad
- T7: Aplicación de cycocel a 250 mg·litro⁻¹ a plántulas de 45 días de edad
- T8: Aplicación de cycocel a 500 mg·litro⁻¹ a plántulas de 45 días de edad
- T9: Aplicación de cycocel a 1000 mg·litro⁻¹ a plántulas de 45 días de edad
- T10: Aplicación de B-9 a 250 mg·litro⁻¹ a plántulas de 45 días de edad
- T11: Aplicación de B-9 a 500 mg·litro⁻¹ a plántulas de 45 días de edad
- T12: Aplicación de B-9 a 1000 mg·litro⁻¹ a plántulas de 25 días de edad
- T13: Testigo sin ninguna aplicación

Cada producto se mezcló con agua destilada para dar las concentraciones requeridas y se asperjaron con solución acuosa con atomizadores manuales cubriendo todo el follaje.

Se efectuaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$ en general para todos los tratamientos. Para comparar el efecto de cada producto, de cada concentración y de cada fecha de aplicación el experimento se analizó como un factorial completo más un tratamiento adicional que fue el testigo. La comparación del testigo con productos y concentración se realizó con contrastes ortogonales.

Los riegos se hicieron con agua potable hasta la emergencia de las plántulas, después de ésta se aplicó una solución nutritiva con las concentraciones de nutrimentos que se indican a continuación en mg·litro⁻¹: N = 250; P = 30; K = 125; Ca = 125; Mg = 30; S = 100; Fe = 1.5; Mn = 0.25; B = 0.25; Cu = 0.05 y Zn = 0.051. A partir de un mes después de la siembra y hasta el final de la cosecha, todos los riegos se efectuaron con una solución nutritiva al doble de la concentración indicada. La solución se preparaba a partir de los siguientes fertilizantes: nitrato de calcio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre y sulfato de zinc. El pH de la solución osciló entre 6 y 6.5, y la conductividad eléctrica entre 2 y 2.5 dS·m⁻¹. La cantidad de riego varió según las condiciones climáticas y la edad de la planta entre 5 y 8 litros·m⁻²·día⁻¹ repartidos en 2 a 3 riegos diarios.

El trasplante se realizó a los 60 días después de la siembra en tinas de 1.3 m de ancho y 30 cm de profundidad,

rellenas con arena de tezontle rojo (partículas de 1 a 4 mm de diámetro). La densidad fue de 16 plantas·m⁻² útil colocando las plantas en cuadro real a 25 cm (5 hileras de planta por tina). Los tratamientos fueron distribuidos en bloques al azar de la misma manera que en el semillero.

Las plantas fueron despuntadas (remoción manual de la yema terminal) para dejar sólo dos racimos por cada planta a los 10 días después y, conforme aparecían, se podaban todos los brotes laterales a fin de dejar un solo tallo por planta. Las plantas se tutoraron al momento del despunte enrollando un cordón de rafia alrededor del tallo y amarrado a un alambre sostenido de la estructura que corría a lo largo de las tinas a una altura de 2 m.

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes: diámetro del tallo al momento del trasplante, medido con vernier a la mitad del cuarto entrenudo; altura de la planta al momento del trasplante; número de flores por racimo, para lo cual se contaron las flores de cada planta en cada parcela útil y se promediaron entre sus dos racimos. Los datos de cada planta se sumaron y el resultado se dividió entre el número de plantas de la parcela útil para obtener el dato final de número de flores por racimo; Rendimiento total por unidad de superficie (kg·m⁻²). Se obtuvo el rendimiento total de fruto de las 10 que conformaban la parcela útil para cada tratamiento y repetición, ajustándose para la densidad real que se tenía por unidad de superficie de invernadero (11.2 plantas·m⁻²).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis factorial muestra que los tres factores estudiados producto, concentración y fecha de aplicación afectaron significativamente la altura de planta a los 60 días después de siembra, pero no influyeron en el diámetro del tallo, el número de flores por racimo o el rendimiento total por unidad de superficie (Cuadro 1). El contraste ortogonal entre los 12 tratamientos y el testigo sin aplicación fue significativo ($P \leq 0.05$) sólo para la variable altura de planta en donde los promedios correspondieron a 42.8 y 53.3 cm, respectivamente.

En el promedio de concentraciones y fechas de aplicación, el cycocel fue significativamente más efectivo que el B-9 para reducir la altura de planta. Mientras que con B-9 se lograba una reducción promedio de 13 % en la altura con respecto al testigo, con el cycocel la altura disminuyó en promedio 26 % con relación en dicho testigo.

El mayor efecto obtenido con el cycocel se puede atribuir a sus propiedades como inhibidor de la síntesis de giberelinas (Picken *et al.*, 1986; Adietron y Ilarris, 1986), propiedades que no comparte con el B-9, cuyo efecto principal es como antiauxínico (Abdul *et al.*, 1978). También

CUADRO 1. Comportamiento de las variables consideradas en función del producto, la concentración y la fecha de aplicación, en plantas de jitomate conducida a dos racimos.

Factores y Niveles	Altura de Planta (cm)	Diámetro de Tallo (cm)	Flores por Racimo	Rendimiento Total (kg·m ⁻²)
Producto				
B-9	46.31 a ²	0.65 a	4.80 a	10.00 a
cycocel	39.40 b	0.64 a	4.59 a	9.40 a
DMS	2.30		0.31	0.89
Concentración				
250 mg·litro ⁻¹	44.91 a	0.66 a	4.66 a	9.85 a
500 mg·litro ⁻¹	42.72 ab	0.63 a	4.77 a	9.46 a
1000 mg·litro ⁻¹	40.94 b	0.66 a	4.66 a	9.76 a
DMS	3.39		0.46	1.32
Fecha de aplicación				
25 dds	41.38 a	0.65 a	4.63 a	9.58 a
45 dds	44.35 a	0.65 a	4.76 a	9.80 a
DMS	2.30	0.07	0.31	0.89

²Letras diferentes en la misma columna en cada factor indican diferencia de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.
DMS: diferencia mínima significativa; dds: días después de siembra.

pudo influir el hecho de que el cycocel es totalmente soluble y muy estable en agua, lo que le permite mantener su eficacia biológica, en tanto que el B-9 es menos soluble y poco estable en agua (CATIE, 1970).

En el promedio de productos y fechas de aplicación, la concentración más alta (1000 mg·litro⁻¹) fue la más efectiva para reducir la altura de planta. Esto coincide con lo mencionado por Malavolta y Oliveira (1975) quienes usaron concentraciones similares de ambos productos.

En el promedio de productos y concentraciones destaca que la aplicación temprana (25 días después de la siembra) de los retardadores es significativamente más efectiva para reducir la altura de planta, pues es en esta etapa cuando se espera una gran producción de giberelinas en las partes activas de crecimiento como los ápices del tallo, la raíz y las hojas jóvenes. Weaver (1976) indicó que cuando se aplica el cycocel se bloquea la conversión de geranil-geraniol-pirofosfato a copalil-pirofosfato del cual se deriva el karueno, que es el compuesto a partir del cual se derivan las giberelinas; al bloquear esta conversión la síntesis de giberelina disminuye por un tiempo, retrasando el alargamiento de tallos y hojas y con ello se provoca una reducción importante en la altura de planta. Posiblemente este fenómeno no ocurre con la misma intensidad haciendo la aplicación en etapas de crecimiento posteriores (como se hizo en el presente experimento) haciendo menos efectivo al cycocel para reducir la altura de las plantas.

También pudo influir en el mayor efecto de la primer aplicación con respecto a la segunda lo señalado por Brian

(1971) al trabajar con cycocel, en el sentido de que en plántulas jóvenes de jitomate la cutícula de las hojas es muy delgada, por lo que la velocidad de penetración y cantidad de retardador al interior de las hojas es mayor lo que aumenta la efectividad de la aplicación.

De acuerdo con observaciones anteriores de campo y experimentales (Sánchez y Corona, 1994; Sánchez y Ponce, 1998), se tenía la hipótesis de que las plántulas del tratamiento testigo, por su mayor altura y frondosidad iban a resentir un trasplante tan tardío como 60 días de edad; sin embargo, las condiciones climáticas que se presentaron al momento del trasplante y en los tres días posteriores (días nublados, alta humedad relativa y temperatura de 15 a 25 °C) favorecieron a las plantas de dicho tratamiento ya que a pesar de su mayor altura a los 60 dds (53 cm) y de que sufrieron un marchitamiento temporal durante el trasplante lograron recuperarse y sin ninguna muerte o daño severo de plantas. En las plantas donde se aplicaron retardadores no se observó ningún marchitamiento temporal durante el trasplante, por lo que es posible que en condiciones más adversas al momento de un trasplante a los 60 días después de la siembra, se manifieste una superioridad de éstas que eventualmente pueda repercutir en un mayor rendimiento con respecto a plántulas no retardadas. Como lo señalaron Abdul *et al.* (1978) y Atherton y Harris (1986), en situaciones climáticas desfavorables como son altas temperaturas, baja humedad relativa y alta radiación solar las plántulas tratadas con retardadores tienen ventaja al momento del trasplante por su menor área foliar y sus entrenudos cortos, características que les dan más resistencia a la deshidratación y al acame.

CONCLUSIONES

De los resultados de este trabajo, en las condiciones en que se realizó el experimento, se pueden desprender las siguientes conclusiones:

La aplicación, tanto de cycocel como de B-9, a los 25 días después de la siembra, reducen la altura de plántulas de jitomate, haciéndolas menos susceptibles al estrés de un trasplante tan tardío como 60 días después de la siembra y sin ocasionar efectos adversos sobre el número de flores ni sobre el rendimiento por unidad de superficie.

El cycocel fue más efectivo que el B-9 para reducir la altura de las plántulas a la edad del trasplante (60 días después de la siembra).

La edad de las plántulas más efectiva para realizar la aplicación de retardadores de crecimiento con el objetivo de reducir la altura de plántula a la edad del trasplante fue 25 días después de la siembra.

LITERATURA CITADA

- ABDUL, K. S.; CANHAM, A. E.; HARRIS, G. P. 1978. Effects of CCC on the formation and abortion of flowers in the first inflorescence of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Annals of Botany* 42: 617-625.
- ATHERTON, J. G.; HARRIS, G. P. 1986. Flowering, pp. 167-200. *In: The Tomato Crop*. Atherton, J. G. and Rudich, J. (eds). Chapman and Hall. London, UK.
- BRIAN, H. H. 1971. The effect of chloromequat chloride on tomato yield. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 87: 159-164.
- CANCINO B., J.; SÁNCHEZ DEL C., F.; ESPINOSA R., P. 1990. Efecto del despunte y densidad de población en dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. *Revista Chapingo* 73-74: 26-30.
- CATHEY, H. A. 1970. *Hormonas Reguladoras del Crecimiento Vegetal*. Editorial Omega. Barcelona, España. 122 p.
- MALAVOLTA, E.; OLIVEIRA, G. D. 1975. Efeitos de los reguladores de crecimiento na la frutificacao do tomateiro. *Journal of Plant Nutrition* 6(8): 717-724.
- MIRISIDDAIAH, M.; GOWDA, P. M. 1978. Effects of SADH and CCC on certain growth and yield attributes of hybrid tomato Karnataka. *Journal of Agricultural Science* 12(2): 223-229.
- PICKEN, A. J.; STEWART, K.; KLAPWIJK, K. 1986. Germination and vegetative development, pp. 110-166. *In: The Tomato Crop*. Atherton, J. G.; J. Rudich (eds). Chapman and Hall. London, UK.
- RESH, H. M. 1992. *Cultivos Hidropónicos*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 369 p.
- SÁNCHEZ DEL C., F.; ORTIZ C., J.; MENDOZA C., C.; GONZÁLEZ H., V.; BUSTAMANTE O., J. 1998. Physiological and agronomical parameters of tomato in two new production systems. *Fitotecnia Mexicana* 21(1): 1-13.
- SÁNCHEZ DEL C., F.; ORTIZ C., J.; MENDOZA C., C.; GONZÁLEZ H., V. A.; COLINAS L., M. T. 1999. Características morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. *Agrociencia* 33(1): 21-29.
- SÁNCHEZ DEL C., F.; PONCE O., J.; 1998. Densidades de población y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(2): 89-94.
- SÁNCHEZ DEL C., F.; ESPINOSA R., P.; ESCALANTE R., E. 1991. Producción supenintensiva de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. *Avances de investigación. Revista Chapingo* 78: 62-68.
- SÁNCHEZ DEL C., F.; CORONA S., T. 1994. Evaluación de cuatro variedades de jitomate bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 1(2): 109-114.
- VAN DE VOOREN, J.; H. WELLES, G. W.; HAYMAN, G. 1986. Glasshouse crop production, pp. 582-624. *In: The Tomato Crop*. Atherton, J. G.; J. Rudich (eds). Chapman and Hall. London, UK.
- WAVEL, R. 1976. *Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura*. Editorial Trillas. D. F., México. 622 p.