

REDUCCIÓN DEL CICLO DE CRECIMIENTO EN PEPINO EUROPEO, MEDIANTE TRASPLANTE TARDÍO

REDUCTION OF THE GROWTH CYCLE IN EUROPEAN CUCUMBER, BY LATE TRANSPLANT

Felipe Sánchez Del Castillo*, Esaú del Carmen
Moreno Pérez, Efraín Contreras Magaña y
Exau Vicente González

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 34.5 Carr. México-Texcoco. 56230, Chapingo, Edo. de México
*Autor para correspondencia (fsanchezdelcastillo@yahoo.com.mx)

RESUMEN

Se determinó la mejor edad para trasplantar plántulas de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) variedad 'Kalunga', que reduzca el periodo de trasplante a final de cosecha sin disminuir el rendimiento. El experimento se hizo en condiciones de invernadero e hidroponía en Texcoco, Estado de México. Los tratamientos evaluados fueron: siembra directa y trasplante a los 20, 25, 30, 35, 40 y 45 d después de la siembra (dds). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las plantas fueron conducidas a un tallo y despuntadas a 1.5 m de altura. Las variables evaluadas a los 47 dds fueron altura y ancho de planta, y diámetro de tallo; índice de área foliar a los 64 dds; y rendimiento total, número total de frutos por unidad de superficie, peso promedio de fruto, y días (de la siembra y del trasplante) al primer corte y al final de la cosecha. Se encontró que con trasplantes a 35 dds puede obtenerse un ciclo de cultivo de pepino de 70 d, sin afectar el rendimiento por unidad de superficie respecto a la siembra directa. Con trasplantes más tardíos (40 d o más) el ciclo del cultivo se reduce a menos de 60 d, pero el rendimiento se reduce significativamente.

Palabras clave: *Cucumis sativus*, hidroponía, plántula, despuntes, alta densidad.

SUMMARY

We studied the best transplant age for European cucumber plantlets (*Cucumis sativus* L.) cv. 'Kalunga' in order to reduce the growth cycle from transplant to end of harvest without affecting fruit yield. The experiment was carried out under glasshouse conditions in Texcoco, México. The treatments evaluated were: direct sown, and transplanting ages at 20, 25, 30, 35, 40 and 45 d after sowing (das). A complete randomized block design with four replications was used. The plants were pruned to leave just the main stem and then trimmed when reached 1.5 m high. The traits evaluated at 47 das were plant height, plant width and stem diameter; leaf area index at 64 das; and

yield and fruit number per area unit and mean fruit weight and days to start and to end of harvest. It was found that by transplanting at 35 das, the entire cucumber crop cycle is completed in 70 d without affecting yield per area unit, with respect to direct sowing. If transplanting is done after 40 das, the growth cycle might be reduced to less than 60 d, but yield is also significantly reduced.

Index words: *Cucumis sativus*, soilless culture, plantlet, trimmed, high density.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo hidropónico de hortalizas bajo invernadero está cobrando auge (Montoya y Brindis, 2001), y actualmente se cultivan unas 4000 ha en dicha condición. Las especies hortícolas más cultivadas en hidroponía bajo invernadero, son de alta rentabilidad como jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía (*Citrullus vulgaris* Schard), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y pepino tipo europeo (*Cucumis sativus* L.), a pesar de sus altos costos de producción.

Las plantas de pepino europeo pueden crecer más de 8 m en longitud del tallo, con un ciclo de cultivo desde siembra a cosecha de alrededor de 5 meses, con un rendimiento aproximado de 40 kg m⁻² (Gómez, 2001) con 3 plantas/m². En zonas frías, la producción de pepino debe ser bajo invernadero, ya que difícilmente puede producir fruto por debajo de 15 °C (Lisch y Montebault, 1994). En condiciones desfavorables de clima y suelo, la hidroponía en invernadero representa una opción tecnológica para cualquier tipo de cultivo, ya que permite obtener alta productividad y calidad de producto con alto valor en el mercado, por lo que la producción es rentable, aun en pequeñas superficies.

En jitomate se han generado tecnologías de producción basadas en despuntes tempranos para dejar de uno a tres racimos por planta, para así acortar el periodo de trasplante a cosecha y obtener varios ciclos de cultivo por año; ello también permite concentrar la cosecha en fechas con precios de venta más altos e incrementar la rentabilidad. El menor rendimiento por planta que se obtiene al manejar pocos racimos, es compensado con el aumento en la densidad de población de hasta 16 plantas/m² cuando se dejan 3 racimos por planta, o 25 plantas/m² si las plantas son despuntadas a un solo racimo; esto es posible porque con el despunte la altura de planta es menor (Cancino *et al.*, 1991; Sánchez y Corona, 1994; Sánchez y Ponce, 1998). Este sistema de producción se usa con éxito a nivel comercial, aunque muchos productores prefieren obtener sólo dos ciclos de producción por año para hacer coincidir las cosechas con las épocas en que el jitomate alcanza precios más altos. En estos casos, el primer ciclo se trasplanta a principios de febrero para cosechar en mayo, y en el

segundo ciclo el trasplante se hace en la segunda quincena de agosto y se cosecha desde el 15 de noviembre hasta el 15 de diciembre. Entre ambos ciclos de cultivo transcurren 70 d, entre los meses de junio a agosto, cuando el precio del jitomate normalmente es bajo.

Ese periodo de 70 d podría aprovecharse para establecer otro cultivo rentable de ciclo corto. Una posibilidad es el cultivo de pepino europeo, que alcanza altos precios en esas fechas, pero su ciclo de trasplante a cosecha normal es de más de 80 d, ya sea en siembra directa o trasplante con plántulas de 20 d de edad. Sin embargo, el ciclo de producción del pepino europeo podría acortarse a un periodo no mayor de 70 d, mediante trasplantes tardíos con plántulas de 25 a 45 d.

El objetivo de este estudio fue definir la edad máxima en que las plántulas de pepino europeo pueden ser trasplantadas sin que disminuya el rendimiento por unidad de superficie, para lograr un ciclo de cultivo de trasplante a cosecha de 70 d.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un invernadero de vidrio ubicado en Texcoco, Estado de México (2240 msnm). Se utilizó el cultivar 'Kalunga', un híbrido de la empresa Enza Zaden, que se caracteriza por poseer flores ginoicas, es decir, que solamente forman flores femeninas; los frutos son partenocárpicos, largos (más de 20 cm), con un peso promedio de 400 a 500 g, y además la planta posee resistencia a *cenicilla pulverulenta* (*Erysiphe cichoracearum*).

Los tratamientos evaluados fueron: la siembra directa (T1), y trasplantes a los 20 (T2), 25 (T3), 30 (T4), 35 (T5), 40 (T6) y 45 (T7) d después de la siembra (dds). Todas las plantas fueron conducidas a un solo tallo, por lo que se les eliminó las guías secundarias; además, fueron despuntadas a 1.5 m de altura. La densidad de población fue de 8 plantas/m² útil. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 1.56 m² de superficie útil.

La siembra de la semilla destinada a la obtención de plántulas para el trasplante, se hizo en macetas de polietileno rígido con capacidad de 1 L, que como sustrato contenía arena de tezontle rojo, con diámetro de partículas ≤ 3 mm, a una densidad de 100 plantas/m². Para la siembra directa y el trasplante al lugar definitivo, el contenedor consistió de tinajas de concreto con costados y pasillos de cemento de 43 m de largo por 1.3 m de ancho y 30 cm de profundidad, cuyo sustrato también fue arena de tezontle rojo.

En el semillero, los primeros riegos se aplicaron únicamente con agua, dos por día, uno en la mañana y otro en la tarde; los riegos con solución nutritiva se aplicaron a partir de la aparición de las primeras hojas verdaderas. Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, la nutrición mineral se proporcionó mediante una solución nutritiva en las siguientes concentraciones (mg L⁻¹): N = 215, P = 60, K = 202, Ca = 235, Mg = 60, S = 217, Fe = 3, Mn = 0.5, Cu = 0.1, B = 0.6 y Zn = 0.1 (Sánchez y Escalante, 1988). Los riegos con esta solución se aplicaron durante 6 d consecutivos de la semana, tres riegos por día, y en el último día se regó con agua simple para hacer un lavado de sales. En etapa de plántula, la concentración de la solución nutritiva fue de 50 % de la solución antes descrita.

Las variables evaluadas fueron: altura y ancho de planta, y diámetro de tallo a los 47 dds; índice de área foliar con un integrador LICOR 300 (Lincoln, Nebraska) a los 64 dds; rendimiento comercial (kg m⁻²); número total de frutos/m²; peso promedio de fruto; y precocidad (días de la siembra y del trasplante al primer corte y a final de la cosecha). Para cada variable se hizo análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracteres morfológicos

En altura de planta (ALP) a los 47 dds, los tratamientos T1, T2 y T3 fueron estadísticamente iguales (Cuadro 1), pero superaron a los tratamientos cuyos trasplantes se hicieron con plántulas de 30 o más d (T4 a T7); entre estas últimas no hubo diferencias significativas. El ancho de planta (ANP) mostró una tendencia a reducirse a medida que se prolongó el tiempo de trasplante, y los tratamientos T1 y T2 fueron los que tuvieron mayor ANP, mientras que los tratamientos T5, T6 y T7 fueron los de menor anchura. En diámetro de tallo (DT) el comportamiento fue similar a lo observado en ANP; es decir, los dos primeros tratamientos (T1 y T2) fueron los de mayor diámetro, y los dos últimos (T6 y T7) los de menor diámetro. En índice de área foliar los tratamientos T1 y T2 presentaron mayores valores que los tratamientos T5, T6 y T7.

Estos resultados indican que hubo una reducción del tamaño de las plantas a medida que la edad de trasplante se prolongó. Esto puede deberse a que durante el crecimiento en semillero hasta el momento del trasplante, el espacio para el crecimiento de las raíces fue cada vez más restringido, lo que pudo afectar al crecimiento radical y aéreo. Una consecuencia del uso de contenedores pequeños para la propagación de plántulas es que a medida que éstas

crecen y la demanda de agua también se incrementa, el reducido espacio para el crecimiento radical provocaría estrés hídrico (Carmi y Shalhevet, 1983; Hameed *et al.*, 1987). La disminución del porte de las plantas también puede deberse a una menor absorción de minerales, así como al escaso aporte de reguladores del crecimiento (citicininas, giberelinas, etc.) producidas por las raíces (Carmi y Heuer, 1981). Según Peterson *et al.* (1991), a medida que se incrementa la densidad de raíces se incrementa el etileno, el cual provoca la muerte de éstas.

Cuadro 1. Medias de altura de planta (ALP), ancho de planta (ANP) y diámetro de tallo (DT) a los 47 dds, e índice de área foliar (IAF) a los 64 dds, en pepino europeo variedad 'Kalunga', en respuesta a edades de trasplante.

Tratamiento	ALP (cm)	ANP (cm)	DT (mm)	IAF (m ² m ⁻²)
T1 (Siembra directa)	54.0 a	48.0 a	9.5 a	5.1 a
T2 (Trasplante a los 20 dds)	58.2 a	48.0 a	9.5 a	4.8 ab
T3 (Trasplante a los 25 dds)	50.2 a	44.0 ab	7.9 b	4.5 abc
T4 (Trasplante a los 30 dds)	38.7 b	37.0 bc	8.0 b	3.8 bed
T5 (Trasplante a los 35 dds)	33.5 b	34.7 c	7.5 bc	3.4 cde
T6 (Trasplante a los 40 dds)	34.2 b	29.0 c	6.8 c	2.7 de
T7 (Trasplante a los 45 dds)	37.5 b	32.5 c	7.1 c	2.6 e
DMS	9.4	8.4	0.9	1.2

DMS = Diferencia mínima significativa; dds = Días después de la siembra. Valores medios con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Rendimiento

Se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos para rendimiento (REN), número de frutos totales (NFT) y peso promedio de fruto (PPF) (Cuadro 2). Las plantas provenientes de la siembra directa y del trasplante a los 20 dds (T1 y T2), rindieron más que las trasplantadas a 40 y 45 dds (T6 y T7). Ambos testigos (T1 y T2) superaron en 40 y 43 %, respectivamente, al rendimiento del peor tratamiento (T7), pero fueron iguales a los demás. En NFT por m², T1 y T2 también fueron los mayores y superaron estadísticamente a T6 y T7, que fueron los que menos frutos produjeron. En PPF, el trasplante a 25 dds (T3), con 401 g, fue superior al trasplante a los 45 dds (T7) que en promedio tuvo un valor de 323.7 g; con respecto al resto de tratamientos no hubo diferencias significativas.

La menor altura y ancho de planta indica que estas plantas tuvieron poco crecimiento y desarrollo de la parte aérea, lo que redujo el índice de área foliar. Sin embargo, el porte pequeño de las plantas trasplantadas a mayor edad permitiría incrementar la densidad de población y eventualmente aumentar el rendimiento por unidad de superficie, porque se reduce el sombreado entre plantas en comparación con las plantas de tamaño normal. De acuerdo con los rendimientos obtenidos, con trasplantes a 40 y 45 dds podría compensarse el menor rendimiento obtenido por unidad de superficie mediante aumentos en la densidad de población, de 8 plantas/m² útil que fue la que se manejó

en el experimento a una mayor densidad, siempre y cuando ésta permitiera mantener el tamaño de los frutos.

Cuadro 2. Medias de rendimiento (REN), número total de frutos (NFT) y peso individual de fruto (PPF) en pepino europeo variedad 'Kalunga', en respuesta a edades de trasplante.

Tratamientos	REN (kg m ⁻²)	NFT (frutos m ⁻²)	PPF (g)
T1 (Siembra directa)	13.93 a	36.7 a	376.5 ab
T2 (Trasplante a los 20 dds)	14.94 a	38.2 a	390.2 ab
T3 (Trasplante a los 25 dds)	13.07 ab	32.5 abc	401.2 a
T4 (Trasplante a los 30 dds)	12.14 abc	33.7 ab	357.5 ab
T5 (Trasplante a los 35 dds)	11.67 abc	35.0 a	334.7 ab
T6 (Trasplante a los 40 dds)	9.06 bc	27.5 bc	329.0 ab
T7 (Trasplante a los 45 dds)	8.55 c	26.5 c	323.7 b
DMS	4.23	7.1	77.2

DMS = Diferencia mínima significativa; dds = Días después de la siembra. Valores medios con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Duración del ciclo

En los tratamientos T5, T6 y T7 hubo un retraso significativo en los días desde la siembra hasta el primer corte, en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 3), pero en el periodo de siembra a fin de cosecha todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. Del trasplante al primer corte, el trasplante más tardío (T7) fue el más precoz (inicio de cosecha a los 37 d), seguido del T6 (inicio de cosecha a los 39 d). El T1 fue el más tardío y entre T2, T3, T4 y T5 no hubo diferencias significativas. En duración al término de cosecha los tratamientos T7 y T6 fueron los más precoces (58 y 63 d, respectivamente), significativamente inferiores a los demás; T4 y T5 fueron estadísticamente iguales entre sí, y más precoces que T3 y T2. El tratamiento más tardío fue T1.

Cuadro 3. Medias de días de la siembra y del trasplante a primer corte, y a 100 % de cosecha en pepino europeo variedad 'Kalunga', en respuesta a edades de trasplante.

Tratamientos	Siembra a primer corte	Trasplante a primer corte	Siembra a fin de cosecha	Trasplante a fin de cosecha
T1 (Siembra directa)	68.5 c	68.5 a	105.00 a	105.00 a
T2 (Trasplante a los 20 dds)	70.5 c	50.5 b	105.00 a	85.00 b
T3 (Trasplante a los 25 dds)	72.0 c	47.0 b	103.25 a	78.25 c
T4 (Trasplante a los 30 dds)	74.5 bc	44.5 bc	103.25 a	73.25 d
T5 (Trasplante a los 35 dds)	82.0 a	47.0 b	105.00 a	70.00 d
T6 (Trasplante a los 40 dds)	79.5 ab	39.5 cd	103.25 a	63.25 e
T7 (Trasplante a los 45 dds)	82.0 a	37.0 d	103.25 a	58.25 f
DMS	6.06	6.06	4.37	4.37

DMS = Diferencia mínima significativa; dds = Días después de la siembra. Valores medios con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Es probable que la restricción del volumen de raíces haya influido en el retraso del desarrollo reproductivo al primer corte. Ruff *et al.* (1987) observaron un efecto similar en jitomate, pero esta especie tiene facilidad para generar raíces adventicias por lo que se adapta mejor al trasplante. Según Hartmann y Kester (1988), el daño a la raíz durante el trasplante retrasa el crecimiento y aumenta el ciclo de producción. Lo obtenido en pepino sugiere que

el uso de contenedores pequeños para crecimiento radical, posiblemente se relacione con retraso en la antesis y en la maduración de los primeros frutos.

Para reducir el ciclo de cultivo de pepino europeo, los trasplantes con plántulas de 40 y 45 dds (T6 y T7) serían los más adecuados, ya que en éstos se acortó significativamente el ciclo de cultivo, pero también tuvieron una disminución significativa del rendimiento total y del número total de frutos, con respecto a los testigos. Por tanto, el mejor tratamiento para ese propósito sería el trasplante a los 35 dds (T5), ya que con éste la cosecha se terminó en un periodo de 70 d y su rendimiento fue significativamente igual a los tratamientos cuyos trasplantes se hicieron con plántulas de menor edad y que con siembra directa. Además, tendría la ventaja adicional de acortar el ciclo de producción de trasplante a cosecha, lo que a su vez permitiría obtener más ciclos por año y, en consecuencia, mayor productividad anual.

CONCLUSIONES

Es posible producir pepino europeo en un periodo de trasplante a final de cosecha de 70 d sin disminuir el rendimiento por unidad de superficie, si se utilizan plántulas de 35 d de edad, se despuntan a 1.5 m de altura, y se usan contenedores de 1 L de capacidad y como sustrato arena de tezontle. Con trasplantes de plántulas de 45 d es posible reducir el ciclo de trasplante a cosecha hasta menos de 60 d, pero el rendimiento se reduce en 30 a 40 % con respecto a plántulas trasplantadas a los 30 d. No obstante, con los trasplantes a 45 d las plantas también desarrollaron menor área foliar, lo que permitiría incrementar la densidad de población. Al considerar el periodo desde el trasplante a fin de cosecha, el trasplante con plántulas de mayor edad permitió un ahorro de tiempo y espacio en el invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Cancino B J, F Sánchez del C, P Espinosa R (1991)** Efectos del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en hidroponía bajo invernadero. Rev. Chapingo S. Hort. 15:26-30.
- Carmi A, B Heuer (1981)** The role of roots in control of bean shoot growth. Ann. Bot. 48:519-527.
- Carmi A, J Shalhevet (1983)** Root effects on cotton growth and yield. Crop Sci. 23:875-878.
- Gómez B J G (2001)** Producción hortícola bajo invernadero en El Bajío. Informe especial: cierre de temporada 1999-2000. Rev. Hortalizas, Frutas y Flores 28:23-27.
- Hameed M A, J B Reid, R N Rowe (1987)** Root confinement and its effects on the water relations, growth and assimilate partitioning of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Ann. Bot. 59:685-692.
- Hartman H T, D E Kester (1988)** Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. 3a ed. Ed. Continental. México, D. F. 733 p.
- Lisch E, P Montebault (1994)** Guía para el Cuidado del Huerto de la Rotación de Cultivos a la Recogida. Susaeta. Madrid, España. 154 p.
- Montoya M I, J G G Brindis (2001)** 25 mil hectáreas de cultivos bajo invernaderos. Informe especial: cierre de temporada 1999-2000. Rev. Hortalizas, Frutas y Flores 28:14-20.
- Peterson T A, M D Reinsel, D T Krizek (1991)** Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. 'Better Bush') plant response to root restriction. J. Exp. Bot. 42:1241-1249.
- Ruff M S, D T Krizek, R M Mirecki, D W Inouye (1987)** Restricted root zone volume: influence on growth and development of tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:763-769.
- Sánchez Del C F, E Escalante R (1988)** Hidroponía. 3a ed. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. México. 194 p.
- Sánchez Del C F, T Corona S (1994)** Evaluación de cuatro variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades. Rev. Chapingo S. Hort. 1:109-114.
- Sánchez Del C F, J Ponce (1998)** Densidad de plantación y nivel de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. Rev. Chapingo S. Hort. 4:89-93.