

EDAD AL TRASPLANTE Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CHILE APAXTLECO

**Gabino Vázquez-Casarrubias¹ ; José Alberto S. Escalante-Estrada^{1*}; Ma. Teresa Rodríguez-González¹;
Carlos Ramírez-Ayala¹; Luis Enrique Escalante-Estrada².**

¹ Postgrado en Botánica. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

Correo-e: gabinov@colpos.mx., jasee@colpos.mx., mate@colpos.mx. (*Autor para correspondencia).

² Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Iguala, Gro. C. P. 40000. MÉXICO.

RESUMEN

La técnica de trasplante en los sistemas hortícolas intensivos, como en el cultivo de chile, ha permitido una mejor planificación de la siembra, uniformidad en el crecimiento, uso eficiente de las semillas y precocidad en la producción. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la edad al trasplante en la fenología, crecimiento y rendimiento de chile apaxtleo (*Capsicum annuum* L.) proveniente de Apaxtla, Guerrero, México, bajo condiciones de invernadero. Los tratamientos fueron tres fechas de trasplante: 15, 30 y 45 días después de la emergencia (T1, T2 y T3, respectivamente) distribuidos bajo el diseño de bloques al azar, con ocho repeticiones, a una densidad de 6 plantas·m⁻². Los resultados indican que con T3 se logró el mayor número de frutos, área foliar y altura de planta. En cuanto a la biomasa, T1 mostró mayor acumulación en el tallo (57 %) seguido de hojas y fruto, (29 y 14 %, respectivamente). Con T3 se logró la mayor acumulación de biomasa en el fruto y en consecuencia el rendimiento más alto (44.3 g·planta⁻¹), equivalente a 1.15 kg·m⁻² en peso seco.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Capsicum annuum* L., fenología, área foliar, distribución de materia seca, índice de cosecha.

AGE AT TRANSPLANT AND ITS EFFECT ON GROWTH AND YIELD OF CHILI APAXTLECO

ABSTRACT

Transplanting in intensive horticultural systems, such as chili, has permitted better planning of crops with preformed structures and growth uniformity, efficient use of seed, and early production. The objective of this study was to determine the effect of plantlet age at transplant on phenology, growth and yield of apaxtleo chili (*Capsicum annuum* L.) from Apaxtla, Guerrero, Mexico, grown in a greenhouse. Treatments were three ages at transplant: 15, 30 and 45 days after emergence (T1, T2 and T3, respectively) distributed in a randomized block design with eight replications. Plant density was 26 plants·m⁻². The results indicate that with T3 a larger number of fruits, leaf area and plant height were obtained. In biomass, plants in T1 accumulated more in the stem (57 %), followed by leaves and fruit (29 and 14 %, respectively). With T3, more biomass was accumulated in the fruit, and consequently, yield was higher (44.3 g·plant⁻¹) 1.15 kg·m⁻².

ADDITIONAL KEY WORDS: *Capsicum annuum* L., phenology, leaf area, distribution of dry matter, harvest index.

INTRODUCCIÓN

En la región de Apaxtla, Guerrero, México, el chile tipo apaxtleco tiene gran importancia y, al parecer, muestra variabilidad morfológica (Moreno *et al.*, 2007). Aunque se cultiva en pequeñas extensiones, es un cultivo tradicional donde las labores culturales se llevan a cabo con mano de obra familiar. Se vende a empastadoras de mole de la región y representa una significativa fuente de ingreso; el 10 % de la producción es de autoconsumo.

La variabilidad genética que presenta el chile apaxtleco se ha mantenido a través de generaciones por el tipo de selección que se practica por los productores, afectando de manera significativa el tamaño, forma, color, sabor y olor del fruto. Entre los factores que limitan el rendimiento del cultivo están los de tipo climático, la competencia inter-específica con la maleza, las plagas y enfermedades (López, 2003), y el pH del suelo, siendo el óptimo para el cultivo de 5.5 a 7.0 (Zapata y Mendoza, 1994; Escobar, 1997). Por otra parte, hace falta conocer prácticas de manejo más apropiadas para el logro de su óptima producción; tal es el caso de la edad al trasplante.

El trasplante representa un ahorro en el costo, un uso eficiente de semilla, -sobre todo de aquellas especies con dificultad de germinación-, uniformidad en el crecimiento, floración temprana y precocidad en la producción, a diferencia de la siembra directa (Shirai y Hagimori, 2004; Valadez, 2001). Asimismo, condiciona a una respuesta post-trasplante, afectando la morfología del sistema radical (Leskovar y Stoffella, 1995).

La capacidad de la plántula para superar el estrés al trasplante depende de los cambios estructurales y funcionales de la raíz, del rápido crecimiento radical con la generación de nuevas raíces, particularmente la proporción de raíces laterales (Leskovar y Stoffella, 1995) que ayuden a disminuir el tiempo expuesto al estrés, permitiendo la absorción de agua y nutrientes, y reanudando el crecimiento vegetativo para poder alcanzar un máximo en productividad (Leskovar y Cantliffe, 1991; Vavrina y Orzolek, 1998; Leskovar, 1998; Dufault, 1998).

Mortensen y Bullard (1971) mencionan que la edad al trasplante más apropiada en chile (*Capsicum annuum* L.) se logra cuando la plántula mide de 12 a 25 cm. Edmon *et al.* (1976) señalan que a mayor edad al trasplante las plantas presentan menor recuperación al estrés que éste les ocasiona. Montaño y Nuñez (2003) indican que 35 y 45 días después de la emergencia se considera la edad más apropiada para mayor rendimiento en ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.).

Los trasplantes con plántulas de edad avanzada (trasplantes tardíos) permiten incrementar la productividad anual, ya que se acorta el periodo de trasplante a cosecha, obteniéndose más ciclos por año (Sánchez *et al.*, 2006). Este efecto del trasplante tardío está ampliamente documentado en jitomate (Sánchez y Ponce, 1998) y en

pepino (Sánchez *et al.*, 2006), pero en chile apaxtleco la información al respecto es nula. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento fenológico, el crecimiento y rendimiento de chile apaxtleco en función de la edad de la plántula al trasplante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados Montecillos, México (19° 27' N, y 98° 54' O, 2,250 m de altitud y clima templado (García, 2004). El suelo utilizado para el estudio fue una relación 1:2 arena:suelo de monte con materia orgánica. Las camas de trasplante para el experimento fueron de 4 m² (1m * 4m). En el fondo de cada una se depositó tezontle con un espesor de dos centímetros. Las camas preparadas se dejaron reposar por un periodo de 30 días, para permitir la aireación y la descomposición de algunos desechos orgánicos, realizando riegos frecuentes.

La semilla de chile apaxtleco (proveniente de Apaxtla, Gro.) cosechado en 2004, se sembró el 25 de enero del 2005 bajo invernadero, en charolas de plástico (almácigo), depositando una semilla por cavidad (60 cm³, por cavidad); se aplicaron tres riegos para emergencia.

Las fechas de trasplante fueron a los 15, 30 y 45 días después de la emergencia en el almácigo (tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente). Se fertilizó con 90-80-80 de N, P y K a los 15 días de trasplante y 90-0-0 de N, P y K en las primeras etapas de floración. El diseño experimental fue bloques al azar con ocho repeticiones. La densidad de población fue de 6 plantas·m⁻². Durante el desarrollo del cultivo se realizaron riegos con intervalos de cinco a seis días, aplicados antes que la humedad del suelo alcanzara el 50 % de la capacidad de campo.

En cinco plantas por tratamiento y repetición, se registraron las etapas fenológicas: días a emergencia (cuando más del 50 % de las plántulas habían emergido), y tomando como referencia los días después del trasplante (ddt), se registraron los días al inicio de floración (IF), inicio de fructificación (IFR) y madurez fisiológica (MF), cuando al menos 50 % de las plantas presentaron la primera flor, el primer fruto y los frutos secos de un color rojo rayado a rojo oscuro, respectivamente. También se evaluó la duración del periodo de trasplante a cosecha.

Al último corte de frutos, se tomaron ocho plantas (por tratamiento y repetición) para determinar: la altura de la planta, el área foliar (dm², medida con el integrador de área foliar LI-COR LI3100C), número de ramas y número de nudos, peso seco de frutos o rendimiento (suma del peso del fruto de todos los cortes) por planta. También se calculó el rendimiento m⁻² con base en el rendimiento por planta multiplicado por la densidad de población (plantas·m⁻²), y el índice de cosecha (IC), que es el cociente de la materia seca (MS) acumulada en los frutos entre la MS total (MS del tallo + MS de hojas + MS de frutos).

Para obtener el peso de la materia seca (MS) de cada estructura de la planta y total, el material se colocó en una estufa de aire forzado a 80 °C hasta alcanzar el peso constante. Además, durante el desarrollo de las plantas se registró la temperatura máxima y mínima con un termómetro tipo Six, siendo el promedio de la máxima y mínima de 37 y 8 °C, respectivamente. La máxima osciló de 33 a 42 °C y la mínima de 5 a 12 °C.

A todas las variables en estudio (con excepción de los días a emergencia) se les realizó un análisis de varianza. A las que resultaron con diferencias significativas se les aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), y además se hizo un análisis de regresión entre el rendimiento de frutos y sus componentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología

La emergencia en el almácigo ocurrió 25 días después de la siembra (dds). En el Cuadro 1 se observan diferencias estadísticamente significativas en función de la edad al trasplante para el IF y el IFR, que se retrasaron conforme el trasplante fue más tardío. En contraste, la MF del fruto (inicio del corte) para T1 y T2 ocurrió a los 160 ddt y para T3 a los 111 ddt, cuyas diferencias fueron significativas estadísticamente. La mayor precocidad en MF de T3, posiblemente sea una respuesta al mayor tiempo de limitación por espacio a que se somete la plántula en el almácigo y a la menor recuperación al estrés por trasplante, que ocasiona que las plantas adelanten su MF (Edmon et al., 1976). No obstante, esto generó un mayor período de corte (DPC) en T3, puesto que el último corte para los tres tratamientos fue a los 187 ddt.

CUADRO 1. Etapas fenológicas en chile apaxtleco (*Capsicum annuum* L.) en función de la edad al trasplante.

Tratamiento	E (dds)	IF (ddt)	IFR (ddt)	MF(ddt)	DPC (días)
T1 (15 ept)	25	53 b	60 c	160 a	27 b
T2 (30 ept)	25	56 b	65 b	160 a	27 b
T3 (45 ept)	25	61 a	70 a	111 b	76 a
DMS	-	3	4	22	15
CV %	-	7	8	19	26

E: Emergencia; dds: días después de la siembra; IF: inicio de floración; IFR: inicio de fructificación; MF: madurez fisiológica del fruto; ddt: días después del trasplante; DPC: duración del período de corte; ept: edad de la plántula al momento del trasplante; DMS: diferencia mínima significativa; CV: Coeficiente de variación.

Variables del crecimiento y frutos por planta

Las variables de crecimiento, como el número de ramas, número de nudos, área foliar, altura y el número de frutos por planta, mostraron cambios significativos por efecto de la edad al trasplante (Cuadro 2).

Las plantas que mostraron mayor número de frutos fueron las de mayor edad al trasplante (T3). En cada tratamiento (T1, T2 y T3) se hicieron cinco y 12 cortes, respectivamente. El número de cortes, seguramente se relacionó con el tiempo de maduración del fruto y la longitud del período de corte como respuesta a la edad al trasplante (Cuadro 1). La mayor producción de frutos se relacionó con una mayor área foliar ($R^2 = 0.98 **$), así como mayor altura de la planta ($R^2 = 0.84 **$).

En contraste, el mayor número de nudos se observó con T1 (156 nudos·planta⁻¹), el cual disminuyó conforme el trasplante fue más tardío (Cuadro 2). Sin embargo, esto no se reflejó en mayor número de frutos, debido, en parte, posiblemente, a una competencia más alta por fotosintatos entre los órganos reproductivos y los vegetativos en crecimiento, como se observa en el Cuadro 3, donde la acumulación de MS en tallo y hoja fue más alta en este tratamiento y probablemente por una mayor aborción y caída de órganos reproductivos en T1 (datos no presentados).

Naz et al. (2005), al evaluar diferentes edades de trasplante (40, 50, 60, 70 y 80 días) en chile criollo de Pakistán (*Capsicum* sp), encontraron un mayor rendimiento de frutos secos a los 40 días de edad, así como más días a floración y mayor número de frutos planta; los valores más bajos los encontró con 70 días de edad al trasplante.

CUADRO 2. Variables de crecimiento y número de frutos en chile apaxtleco (*Capsicum annuum* L.) a los 187 ddt en función de la edad al trasplante.

Tratamiento	Frutos	Ramas	Nudos	AF (dm ²)	Altura (cm)
T1 (15 ept)	13.5 b	25.0 b	156 a	24.1 b	113.5 ab
T2 (30 ept)	14.5 b	42.5 a	137 ab	28.6 b	108.5 b
T3 (45 ept)	19.0 a	38.0 a	118 b	39.3 a	128.5 a
DMS	6.5	8.7	24.4	5.3	10.6
CV%	19	23	13	14	9

ddt = días después del trasplante; ept: edad de la plántula al momento del trasplante; DMS: diferencia mínima significativa; CV: Coeficiente de variación.

CUADRO 3. Biomasa (g·planta⁻¹), su acumulación en los órganos de la planta (g·planta⁻¹), índice de cosecha a la madurez fisiológica y rendimiento (kg·m⁻²) en función de la edad al trasplante, en chile Apaxtleco bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	PS tallo (g·pl ⁻¹)	PS hoja (g·pl ⁻¹)	PS fruto (rendimiento, g·pl ⁻¹)	Biomasa total (g·pl ⁻¹)	IC	Rendimiento (kg·m ⁻²)
T1 (15 ept)	30.5 a	15.5 a	9.2 c	55.2 b	0.17 b	0.239 c
T2 (30 ept)	20.5 c	12.9 a	26.1 b	59.5 b	0.44 b	0.678 b
T3 (45 ept)	27.8 b	12.0 a	44.3 a	84.1 a	0.52 a	1.150 a
DMS	2.3	9.2	15.1	13.1	0.09	0.393
CV%	19	13	20	23	29	20

ept: edad de la plántula al momento del trasplante; PS: peso seco; IC: índice de cosecha; DMS: diferencia mínima significativa; CV: Coeficiente de variación.

Acumulación de biomasa e Índice de cosecha (IC)

En el Cuadro 3 se observa que, con excepción de la acumulación de MS en la hoja, el resto de los órganos mostró diferencias significativas por la edad de la plántula al momento del trasplante. La acumulación de MS en tallo fue más alta (30.5 g) en T1 respecto a T2 y T3 (20.5 g y 27.8 g, respectivamente). Probablemente esto se deba a que la planta estuvo menos tiempo en competencia en el almácigo, en relación al resto de los tratamientos.

En contraste, el peso seco del fruto fue mayor en T3 que en T2 y T1, lo que indica una mayor eficiencia en la acumulación de MS en el órgano de interés económico, incluso mayor acumulación de biomasa total generada principalmente por el mayor número de frutos (Cuadro 2) como consecuencia de una demanda fotosintética más alta como lo demuestra el mayor índice de cosecha en este tratamiento (T3) (Cuadro 3).

Las diferencias en la distribución de la MS entre órganos para un mismo tratamiento, pueden estar relacionadas con el tamaño de la demanda (Sesay, 1993).

El rendimiento de fruto con base en MS (g) de fruto por planta, mostró cambios significativos por efecto de los días al trasplante (Cuadro 3). El rendimiento más alto se logró con T3 (44.3 g·planta⁻¹ y 1.15 kg·m⁻²) seguido de T2 (26.1 g·planta⁻¹ y 0.678 kg·m⁻²), y el más bajo correspondió a T1 (9.2 g·planta⁻¹ y 0.239 kg·m⁻²). Esta respuesta puede estar relacionada con el retraso en la floración de T3, la cual ocurrió en la época de menor fluctuación de la temperatura y que pudo provocar un menor aborto y caída de órganos reproductivos y una mayor duración del periodo de corte (49 días más que T2 y T1). Wien (1999) señala que la alta temperatura y la baja intensidad de radiación solar son factores que causan la caída de flores en chile. Asimismo, Reséndiz *et al.* (2010) también indican que hay factores como la alta cantidad de días nublados durante la floración, que promueven la aborción de flores y frutos debido a una irradiancia limitada para acumular suficiente materia seca en la planta.

Montaño y Núñez (2003) mencionan que el rendimiento más alto en ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) se obtiene con plántulas de 40 y 45 días de edad al trasplante y los más bajos con plántulas de 35 días de edad al trasplante,

resultado que coincide con los del presente estudio.

En resumen, estos resultados indican que el rendimiento más alto de chile apaxtleco se logró con T3 (45 días de edad al trasplante), debido al mayor número de frutos y en consecuencia mayor demanda por MS (Sesay, 1993), además de una mayor área foliar, altura de la planta y mayor duración del periodo de fructificación (que dio oportunidad a mayor número de cortes). El rendimiento más bajo correspondió a T1, no obstante que mostró el mayor número de nudos por planta, los cuales son puntos potenciales de órganos reproductivos, lo que sugiere una mayor caída de éstos durante la etapa reproductiva y menor oportunidad de llenado de frutos debido a un periodo de fructificación más corto.

CONCLUSIONES

La edad al trasplante afecta la fenología, la producción de biomasa y su distribución en los diferentes órganos de la planta, así como el rendimiento del chile apaxtleco. Con plántulas de 45 días de edad al momento del trasplante, se logra la mayor acumulación de materia seca en el fruto y en consecuencia mayor rendimiento por planta y por unidad de superficie.

LITERATURA CITADA

- DUFault, R. J. 1998. Vegetable transplant nutrition. HortTechnology 8(4): 515-523.
- ESCOBAR, B. J. C. 1997. El cultivo de chiles picantes: Proyecto "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera" en El Salvador. CENTA-FAO, San Andrés, El Salvador. 92 p.
- EDMON, J. B.; SEEN T. L.; ANDREWS F. S. 1976. Principios de Horticultura. 3Ed. Editorial Continental. México. 274-288 p.
- GARCÍA, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlos a condiciones de la República mexicana). Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. D. F. Cuarta edición. Talleres offset Larios. México. 90 p.
- LESKOVAR, D. I.; CANTLIFFE D. J. 1991. Tomato

- transplant morphology affected by handling and storage. *HortScience* 26 (11): 1377-1379.
- LESKOVAR, D. I.; STOFFELLA, P. 1995. Vegetable Seedling Root Systems: Morphology, Development, and Importance. *HortScience* 30 (6): 1153-1159.
- LESKOVAR, D. I. 1998. Transplant production and performance: Root and shoot modification by irrigation. *HortTechnology* 8(4): 510-514.
- LÓPEZ, R. G. O. 2003. Chilli, La especia del nuevo mundo. Facultad de ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Ciencia* 69: 66-75.
- MONTAÑO, M. N. J.; NUÑEZ J. C. 2003. Evaluación del efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento en tres selecciones de ají dulce *Capsicum chinense* Jacq. En Jusepín, estado Monagas. *Rev. Fac. Agron.* (LUZ). 20: 144-155.
- MORENO, P. E. DEL C.; CRUZ , A., O.; AVENDAÑO, A. C. H.; MARTÍNEZ, D. MA. T.; PEÑA, L. A. 2007. Morphological variation in Guajillo chili pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *African Crop Science Conference Proceedings* 8: 327-332.
- MORTENSEN, E.; BULLARD E. 1971. *Horticultura Tropical y Subtropical*. Galve. México. p 182.
- NAZ, S.; AMJAD, M.; SIDDIQUE, B.; AHMAD, I. 2005. Effect of different ages of transplants on the yield of chillies. *Indus Journal of Plant Sciences* 4(3): 332-335.
- RESÉNDIZ, M., R., C.; MORENO, P. E. DEL C.; SÁNCHEZ, DEL C., F.; RODRÍGUEZ, P., J. E.; PEÑA, L. A. 2010. Variedades de pimiento morrón manejadas con despuente temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3): 223-229.
- SÁNCHEZ, DEL C., F.; MORENO, P. E. DEL C.; CONTRERAS, M. E.; GONZÁLEZ, E. V. 2006. Reducción del ciclo de crecimiento en pepino europeo, mediante trasplante tardío. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29 (2): 87-90.
- SÁNCHEZ, DEL C. F.; PONCE, O. J. 1998. Densidad de plantación y nivel de despuente en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(2): 89-93.
- SE SAY, A. 1993. Sink capacity: A target for yield improvement. 703-706. In: *INTERNATIONAL CROP SCIENCE* I. D. R. BUXTON, R. SHIBLES, R. A. FORSBERG, B. L. BLAD, K. H. ASAY, G. M. PAULSEN, AND R. F. WILSON. *Crop Science Society of America, Inc*. Madison Wisconsin, USA. 895 p.
- SHIRAI, T.; HAGIMORI, M. 2004. Studies in establishment of transplant production of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) by grafting shoots harvested from mother plants: effects of healing conditions of grafts on the rate and quality of successful union. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 73(4): 380-385.
- VALADEZ, A. L. 2001. *Producción de hortalizas*. Ed. Limusa. México. D. F. 298 p.
- VAVRINA, C. S.; ORZOLEK, M. 1998. Transplant production and performance: transplant age in vegetable crops. *HortTechnology* 3: 550-555.
- WIEN H., C. 1999. Pepper. pp. 259-293. In: *The Physiology of Vegetable Crops*. Wien, H. C. (ed.). CABI Publishing Wallingford, UK.
- ZAPATA, J. C.; MENDOZA, L. R. 1994. *Guía para el Diagnóstico y Control de Enfermedades en Cultivos de Importancia Económica*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 123 p.