

DESARROLLO RADICAL DEL PIMENTÓN (*Capsicum annuum* L.) BAJO TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA Y SU RELACIÓN CON EL PESO DE LOS FRUTOS

Ana Viloria de Z.,* Lis Arteaga de R.* y Reinaldo Pire**

RESUMEN

Se condujo una investigación para evaluar el desarrollo de raíces del pimentón (*Capsicum annuum* L. cv. Júpiter) en tres distancias de siembra y su relación con el peso de los frutos. El cultivo se desarrolló en camas (18 x 1,20 x 0,40 m), preparadas con mezcla de tierra, estiércol, arena y fibra de coco en proporción volumétrica de 2:1:1:1. El experimento se diseñó en bloques al azar con seis repeticiones para distancias de siembra: 10 x 60 cm, 15 x 60 cm y 20 x 60 cm. A los 100 días después del transplante se evaluó el peso seco (Ps) y la densidad de raíces (Lv), así como peso fresco de los frutos (Pf) en tres plantas contiguas, seleccionadas por uniformidad en altura. Se observaron incrementos en Lv de 0,123 cm/cm³ y disminuciones en peso seco de 0,653 g/planta, al disminuir la distancia de siembra de 20 x 60 a 10 x 60 cm. El peso de frutos se explicó en función del peso de raíces, mediante una ecuación exponencial: $Pf(g) = 300,97(1,09)^{Ps}$, $r^2 = 0,80^{**}$, lo cual indicó que la presencia de mayor masa radical determinó en gran parte la producción de frutos de mayor peso.

ABSTRACT

Root growth of bell (*Capsicum annuum* L.) under three planting distances and its relation to fruit weight

Root growth of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) was evaluated under three planting distances and related to the final fruit weight. Plants were grown on bed (1.8 x 1.2 x 0.4 m) prepared with loam soil, sand, manure and coconut sawdust in a 2:1:1:1 volumetric ratio. Plants were established at 10 x 60, 15 x 60 and 20 x 60 cm in a randomized complete block design with six replications. Dry root mass decreased 0.653 g/plant and root length density increased 0.123 cm/cm³ as distance between plants in the row decreased from 20 to 10 cm. Fruit weight (Fw) was related to dry root weight (Rw) by the exponential equation: $Fw = 300.97(1.09)^{Rw}$, $r^2 = 0.80^{**}$, showing that larger root mass resulted in heavier bell pepper fruits.

INTRODUCCIÓN

Las estrategias de manejo agronómico durante el período de vida de un cultivo, generalmente producen efectos directos o indirectos en el ambiente raíz-suelo de las diferentes especies vegetales (Kahn y Stoffella, 1986). En el caso del pimentón (*Capsicum annuum* L.) la manifestación de estas variaciones en las raíces, durante un determinado intervalo de tiempo puede ser inherente al comportamiento de los genotipos o ser modificada por diversos factores, entre los cuales se destaca la distancia de siembra (Taylor, 1986; Stoffella y Bryan, 1988). La posibilidad de usar pequeñas distancias es limitada, ya que puede producir el acame del tallo (Stoffella y Kahn, 1986), afectarse el anclaje de la planta, la

absorción de agua y nutriente, así como la síntesis de algunas fitohormonas (Kahn y Stoffella, 1986), cambiar el desarrollo de la raíz y disminuir la calidad del fruto (Stoffella y Bryan, 1988) o disminuir la productividad de la planta (Cebula, 1995).

La raíz principal del pimentón usualmente alcanza buen desarrollo y presenta abundantes raíces laterales (Tindall, 1983), aunque el crecimiento de la raíz eventualmente está afectado por factores que pueden reducir su volumen y la intensidad de explotación del suelo (Miller, 1986).

El sistema radical de la planta de pimentón ha sido estudiado en menor detalle que la parte aérea, quizás por el tedio y el consumo de tiempo usualmente involucrado en este tipo de trabajo (Taylor, 1986). La determinación del desarrollo

Recibido: Diciembre 12, 1998

* Profesor. Dpto. de Ingeniería Agrícola, Decanato de Agronomía, UCLA

** Profesor. Posgrado de Horticultura, Decanato de Agronomía, UCLA. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela

radical puede realizarse en base al peso seco de las raíces o a las longitud de ellas en un volumen determinado de suelo (Pire, 1985).

Esta investigación se condujo con el objetivo de estudiar el desarrollo radical de la planta de pimentón en respuesta a la distancia de siembra utilizada y su relación con el peso fresco de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en la Estación “Miguel Luna Lugo” del Decanato de Agronomía, de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, en Cabudare, estado Lara, en camas de 18 x 1,20 x 0,40 m construidas sobre el suelo y preparadas con una mezcla compuesta por suelo mineral, estiércol, arena y fibra de coco en la proporción volumétrica de 2:1:1:1. Esta mezcla presentó textura franca, reacción neutra, alto contenido de sales, muy alto contenido de fósforo (50 ppm), potasio (425 ppm) y calcio (5840 ppm) y medio de magnesio (216 ppm).

Se utilizó un diseño de experimentos en bloques al azar con seis repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por dos hileras separadas a 60 cm, de 20 plantas cada una, en distancias de 10, 15 y 20 cm entre plantas, estableciéndose parcelas de 2,4 , 3,6 y 4,8 m², respectivamente.

La densidad longitudinal y el peso seco de las raíces, así como el peso fresco de frutos se evaluaron en tres plantas consecutivas y uniformes en altura, seleccionadas a los 100 días después del transplante.

Las raíces se obtuvieron mediante muestreos del sustrato realizados con una pala de 15 cm de ancho, a una profundidad de 20 cm en cada subparcela. Estas muestras fueron tomadas cada una en las tres diferentes distancias de siembra y produjeron volúmenes de sustrato de 9.000, 13.500 y 18.000 cm³, respectivamente.

La separación de raíces se hizo por lavado, tamizado, decantación de arena y limpieza de las mismas. La Lv se determinó siguiendo la metodología propuesta por Pire et al. (1993) en la cual las raíces son secadas en estufa y luego espaciados sobre una cuadrícula plana. Para ello, se agitaron dentro de un envase cilíndrico transparente de 10,8 cm de diámetro y se les permitió caer sobre la superficie. Después de

varios intentos se seleccionó, a juicio del observador, una adecuada distribución al azar y se procedió a cuantificar el número de intercepciones de las raíces con las líneas de referencia de la cuadrícula.

Se utilizó la siguiente fórmula, desarrollada por Newman (1965) para la estimación de la longitud de las raíces:

$$R = \frac{\pi \cdot A \cdot N}{2 H}$$

R: Longitud de raíces (cm)

N: Número de intercepciones

A: Área de la superficie donde se colocaron las raíces (cm²)

H: Longitud total de las líneas de referencia (cm).

Debido al gran tamaño de la muestra de raíces, ésta se dividió en submuestras para realizar la estimación de su longitud total.

La abundancia de raíces en el sustrato se evaluó por estimación de su longitud en relación con el volumen del sustrato, es decir, $L_v = R/\text{volumen del sustrato}$. Posteriormente, se determinó el peso seco de las raíces.

Al momento de la cosecha se determinó el peso fresco de los frutos que hubiesen alcanzado el tamaño y el color adecuados para su comercialización. Posteriormente, se realizó un análisis de regresión entre el peso fresco de los frutos y el peso seco de las raíces provenientes de tres plantas en cada tratamiento.

Los datos experimentales fueron procesados mediante el programa SYSTAT (Universidad de Murcia, España). Para el análisis de la varianza, los valores fueron sometidos a transformación logarítmica y raíz cuadrada para evaluar la distancia de siembra y técnicas de regresión para la estimación del peso de los frutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad y peso seco de raíces. En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios de las variables L_v y peso de raíces en cada distancia de siembra. La L_v mostró un incremento de 0,123 cm/cm³ y el peso seco de las raíces una disminución de 0,653 g/planta, al disminuir la distancia de siembra de 20 x 60 cm (8,3 plantas/m²) a 10 x 60 cm (16,7 plantas/m²). Sin embargo, las diferencias observadas entre los promedios correspondientes a estas variables

resultaron no significativas en las pruebas de F al nivel del 5%.

Cuadro 1. Efecto de la distancia de siembra sobre la densidad longitudinal (Lv) y peso seco de las raíces del pimentón a los 100 días después del transplante.

Distancia de siembra (cm)	Lv (cm/cm ³) ⁽¹⁾	Peso seco (g/planta) ⁽¹⁾	Nº de observaciones
10 x 60	0,535	1,094	12
15 x 60	0,434	1,143	12
20 x 60	0,412	1,747	15
Promedio	0,460	1,328	
Significación prueba de F	ns	ns	

⁽¹⁾ Promedios convertidos de $(y + 1)^{1/2}$

ns. No significativo

Estos resultados no permitieron establecer una asociación firme entre la distancia de siembra y el desarrollo de las raíces, en contraposición a los resultados de Stoffella y Bryan (1988), quienes trabajando en suelos francos y franco arenosos encontraron en el cv. Early Calwonder un aumento lineal del peso seco de raíces en respuesta a la mayor distancia de siembra entre plantas, tanto en la etapa de antesis como al final del ciclo productivo.

La media para la densidad longitudinal de raíces fue de 0,460 cm/cm³. En un trabajo previo en el mismo cultivo sobre un suelo mineral (franco), Colmenárez (1994) encontró valores de densidad de raíces muy inferiores: de

0,031 cm/cm³ a la edad de 60 días y de 0,066 cm/cm³ a los 80 días. Esto indicaría que la alta porosidad presumiblemente conferida al sustrato por la adición de fibra de coco y estiércol en el presente estudio le habría permitido a la planta incrementar notoriamente su desarrollo radicular.

Relación funcional entre el peso del fruto y el de las raíces. La variación del peso fresco de los frutos en función del peso seco de las raíces puede explicarse mediante una ecuación exponencial (Figura 1), lo que indica que el peso fresco de los frutos tendió a aumentar geoméricamente a medida que se incrementó aritméticamente el peso seco de las raíces.

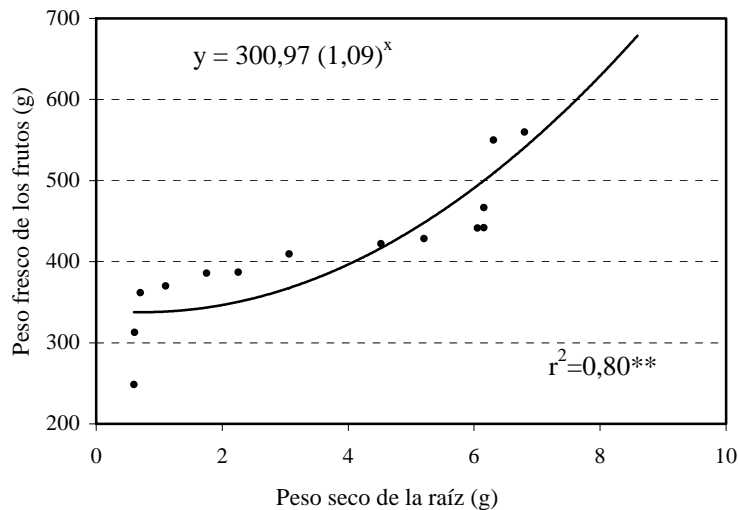


Figura 1. Estimación del peso fresco del pimentón en relación al peso seco de las raíces

La tasa exponencial de incremento, se cuantificó en 0,086 gramos por gramo de peso fresco del fruto por cada gramo de incremento en el peso

seco de las raíces. La variación en peso del fruto, explicado adecuadamente en función del peso seco de raíces ($r^2 = 0,80$), indicó que la planta,

ante la existencia de mayor cantidad de raíces, habría incrementado su capacidad para obtener una absorción más eficiente de nutrientes y agua, aumentando la disponibilidad de asimilados para el desarrollo de los frutos (Leskovar y Cantliffe, 1993).

CONCLUSIONES

A pesar de que las raíces de la planta de pimentón, a los 100 días postrasplante, presentaron tendencias de mayor densidad y menor peso seco en las menores distancias de siembra, no se pudo establecer una asociación definitiva entre dichas variables.

Se estableció una relación exponencial entre el peso fresco del fruto y el peso seco de raíces, lo que indica que las plantas con mayor masa radical produjeron frutos de mayor peso o tamaño.

LITERATURA CITADA

1. Cebula, S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. *Acta Horticulturae* 412: 321-329.
2. Colmenárez, O. 1994. Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y desarrollo del pimentón (*Capsicum annuum* L.). Trabajo de Grado. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Posgrado de Agronomía. Barquisimeto Venezuela.
3. Kahn, B. A. y P. J. Stoffella. 1986. Root systems of vegetable crops: a brief introduction. *HortScience* 21(4): 951.
4. Leskovar, D. I. y D. J. Cantliffe. 1993. Comparison of plant establishment method, transplant, or direct seeding on growth and yield of bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118 (1): 17-22.
5. Newman, E. I. 1965. A method of estimating the total length of roots in a sample. *J. Appl. Ecol.* 2:139-145.
6. Miller, D. E. 1986. Root systems in relation to stress tolerance. *HortScience* 21(4): 963-970.
7. Pire, R. 1985. Densidad longitudinal de raíces y extracción de humedad en un viñedo de El Tocuyo, Venezuela. *Agron. Trop.* 35:5-20
8. Pire, R., A. Yépez y A. Urdaneta. 1993. Densidad de raíces de un árbol de mango en la Estación Experimental de la UCLA en Tarabana. *Bioagro* 5 (1-4): 63-69.
9. Randall, H. C. y S. J. Locascio. 1988. Root growth and water status of trickle-irrigated cucumber and tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(6). 830-835.
10. Roe, N. E., P. J. Stoffella y H. H. Bryan. 1994. Growth and yields of bell pepper and winter squash grown with organic and living mulches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6): 1193-1199.
11. Stoffella, P. J. y B. A. Kahn. 1986. Root system effects on lodging of vegetable crops. *HortScience* 21(4): 960-963.
12. Stoffella P. J. y H. H. Bryan. 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(6): 835-839.
13. Taylor, H. M. 1986. Methods of studying root systems in the field. *HortScience* 21(4): 952-956.
14. Tindall, H. D. 1983. *Vegetales in the tropics.* Avi Publishing, Conecticut (USA).
15. Tuzel, I. H., M. A. Ul y Y. Tuzel. 1994. Effect of different irrigation intervals and rates on spring-season glasshouse tomato producción: I. Yield and plant growth. *Acta Horticulturae* 366: 381-388.