

## CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL PIMENTÓN EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTAS Y EDAD DEL CULTIVO

Lisbeth Díaz<sup>1</sup>, Ana Viloría de Z.<sup>1</sup> y Lis Arteaga de R.<sup>1</sup>

### RESUMEN

Con la finalidad de determinar el efecto de la densidad de plantas en el crecimiento vegetativo del pimentón (*Capsicum annuum* L. cv. Júpiter) se realizó un experimento con dos densidades de plantación (6 y 8 plantas/m<sup>2</sup>) en bloques al azar con cuatro repeticiones en Estación Experimental del Decanato de Agronomía, UCLA. Se evaluó el crecimiento vegetativo a los 36, 58, 80 y 102 días postransplante. La fertilización se balanceó tomando en consideración los requerimientos del cultivo y la fertilidad del suelo. Se utilizaron técnicas de análisis de varianza y de regresión para caracterizar la respuesta de las variables: altura de tallo, diámetro de tallo, y peso de tallo y hojas tanto por planta como por superficie de suelo. La dinámica del crecimiento vegetativo para las variables no afectadas por la densidad de plantas: (altura y diámetro de tallo, peso del tallo y hojas/m<sup>2</sup>) se explicó mediante funciones potenciales. Se generaron ecuaciones de regresión múltiple para estimar la respuesta del peso del tallo y hojas/planta en función de la densidad y la edad de la planta. Los resultados revelaron que el peso del tallo y las hojas/planta son indicadores adecuados para evaluar el efecto de la presión poblacional en el crecimiento vegetativo del pimentón.

**Palabras clave adicionales:** *Capsicum annuum*, práctica cultural, regresión

### ABSTRACT

#### Vegetative growth of bell pepper as a function of plant density at different crop ages

The effect of plant density on vegetative growth of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cv. Jupiter was evaluated at the Experimental Station of the Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado in Tarabana, Lara state, Venezuela. The experiment was conducted in a randomized complete block design with two plant densities (6 and 8 plants/m<sup>2</sup>) and four replications. Fertilization was balanced according to soil fertility and requirements of the crop. Vegetative growth was assessed by stem height and thickness, and stem and leaf weight, at 36, 58, 80 and 102 days after transplanting. Analysis of variance and regression techniques were used to determine response of variables. Growth of those variables not affected by plant density (stem height and thickness, and stem and leaf weight per surface area) was explained through mathematical power functions. Variations of weight of stem and leaves on single plant basis were fitted by multiple regression equations including plant density and age. Results showed that weight of stem and leaves in a plant basis are appropriate parameters to evaluate the effect of population pressure on vegetative growth of bell pepper.

**Additional key words:** *Capsicum annuum*, cultural practice, regression

### INTRODUCCIÓN

Las estrategias de manejo durante el ciclo productivo de un cultivo pueden producir efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas; en caso del pimentón, las variaciones morfológicas pueden ser inherentes a los genotipos o ser modificadas por algunos factores, entre los cuales destaca la densidad de plantas (Viloría et al., 1998) y la fertilización (Sundstrom et al., 1984). Los cambios en los niveles de la distancia entre

plantas producen competencia por luz, agua, dióxido de carbono o nutrimentos y afectan la arquitectura de la planta, principalmente en cuanto a los hábitos de floración y cuajado (Maynard et al., 1962).

La posibilidad de usar pequeñas distancias de plantas en el pimentón es limitada, ya que con ellas se incrementa la altura y se disminuyen el peso seco y el diámetro del tallo (Decoteau y Hatt Graham, 1994), cambia el desarrollo de la raíz y desmejora la calidad del fruto (Stoffella et al.,

---

Recibido: Mayo 27, 1999

<sup>1</sup> Dpto. de Ingeniería Agrícola, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".  
Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela

1988) o decrece la productividad individual (Cebula, 1995).

El estudio de la densidad de plantas en condiciones de una adecuada fertilización edáfica es importante en el pimentón, por ser una planta de crecimiento dicotómico con cuajado de frutos en los puntos de ramificación, donde la competencia por nutrimentos suele causar un desbalance entre la parte vegetativa y la reproductiva.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento vegetativo del pimentón en función de la densidad de plantas y la edad del cultivo en condiciones de una fertilización edáfica balanceada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en la Estación Experimental "Miguel Luna Lugo" del Decanato de Agronomía, de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Se utilizaron plántulas de pimentón del cv. Júpiter que fueron trasplantadas, 35 días después de la siembra, en un suelo de textura franca, reacción neutra, con contenido moderado de sales, bajo en fósforo, alto en potasio, muy alto en calcio, medio en magnesio y bajo tenor de materia orgánica.

La fertilización se balanceó sobre la base de las necesidades de suplementación de nutrimentos del pimentón y de la fertilidad del suelo. Las dosis establecidas fueron 180, 55 y 124 kg/ha de N, P y K, respectivamente.

Se aplicó un primer riego por gravedad al momento del trasplante, para luego usar una frecuencia de tres días en las primeras tres semanas y de siete días, desde la cuarta semana hasta terminar el ciclo del cultivo. La protección vegetal se realizó con Dithane M-45 (Mancozeb), Cobretane P.M. (Oxicloruro de Cobre+Mancozeb), Malathion (Malathion), la colocación de trampas adhesivas color amarillo y deshierbe manual.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, estableciéndose una distancia entre plantas de 20 y 25 cm como factor base del diseño. La unidad experimental consistió de tres hileras de 6 m de longitud separadas a 60 cm entre sí, generándose las densidades de 6 y 8 plantas/m<sup>2</sup>.

A los 36, 58, 80 y 102 días después del trasplante se seleccionaron al azar dos plantas en cada una de las unidades experimentales para un total de 32 unidades de muestreo.

El crecimiento vegetativo se evaluó en las siguientes variables: altura de la planta, medida desde el cuello hasta la yema terminal más alta (cm); diámetro del tallo (mm), medido a nivel del cuello; peso fresco y seco de tallo (g/planta); peso fresco y seco de hojas con pecíolo (g/planta); peso fresco y seco de tallo (g/m<sup>2</sup>) y peso fresco y seco de hojas con pecíolo (g/m<sup>2</sup>).

La respuesta de las variables consideradas se evaluó mediante análisis de varianza de los efectos factoriales densidad, edad e interacción densidad x edad. Modelos de regresión lineal y no-lineal se analizaron con la finalidad de caracterizar la dinámica del crecimiento en función de la densidad y edad de las plantas. Las ecuaciones de estimación se seleccionaron sobre la base de las pruebas de significación de los coeficientes de regresión y de la bondad de ajuste, expresada mediante los coeficientes de determinación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los promedios y la significación estadística para las variables de crecimiento vegetativo por planta y por unidad de área en función de la densidad de plantas y edad del cultivo.

El crecimiento vegetativo del pimentón expresado en peso fresco y seco de tallo y hojas por planta resultó significativamente mayor al usar una menor densidad de plantas, independientemente de la edad del cultivo (DxE,  $p > 0,05$ ), indicando ésto un efecto importante de la presión poblacional en el desarrollo de la planta de pimentón. Un experimento con el cv. Carolina Cayenne mostró similar resultado, al aumentar la distancia de siembra se obtuvo el mayor peso seco/planta (Decoteau y Hatt Graham, 1994). Sin embargo, el efecto de la densidad no se detectó ( $p > 0,05$ ) en la altura y diámetro de la planta, peso fresco y, seco de tallo y hojas por m<sup>2</sup>, manifestándose un efecto compensatorio en el peso de tallo y hojas producto de un mayor número de plantas/área. Estudios conducidos por Viloría et al. (1998), Montsenbocker (1996), Decoteau y Hatt Graham (1994), Viloría (1991) y

Stoffella et al. (1988), reportaron menor altura, diámetros de tallos más gruesos y mayores pesos secos de tallos en plantas desarrolladas en

mayores distancias entre sí que los considerados en este estudio, los cuales permitieron un mayor espacio para el desarrollo de las plantas.

**Cuadro 1.** Valores promedios de las variables de crecimiento vegetativo del pimentón para 6 y 8 plantas/m<sup>2</sup> a los 36, 58, 80 y 102 días después del trasplante.

| Variables por planta         | Crecimiento vegetativo |        |                     |                            |                 |        |        |        |       |             |        |
|------------------------------|------------------------|--------|---------------------|----------------------------|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------------|--------|
|                              | Densidad (D)           |        | E.S. <sup>(1)</sup> | Prueba de F <sup>(2)</sup> | Edad (E) (días) |        |        |        | E.S   | Prueba de F | CV (%) |
|                              | 6                      | 8      |                     |                            | 36              | 58     | 80     | 102    |       |             |        |
| Altura (cm)                  | 38,47                  | 37,16  | 2,74                | ns                         | 22,98           | 34,49  | 45,09  | 48,70  | 1,35  | **          | 8,83   |
| Diam. tallo (mm)             | 11,23                  | 10,46  | 0,65                | ns                         | 6,98            | 11,83  | 12,36  | 12,21  | 0,47  | **          | 10,92  |
| PF tallo (g/pt)              | 55,56                  | 41,80  | 7,27                | *                          | 10,55           | 40,85  | 70,06  | 73,26  | 5,29  | **          | 27,38  |
| PS tallo (g/pt)              | 9,60                   | 7,24   | 1,40                | **                         | 1,43            | 5,88   | 12,70  | 13,67  | 0,87  | **          | 24,95  |
| PF hojas (g/pt)              | 38,80                  | 29,55  | 3,81                | **                         | 14,64           | 42,57  | 42,53  | 36,97  | 3,91  | **          | 27,46  |
| PS hojas (g/pt)              | 6,26                   | 5,19   | 0,69                | *                          | 2,07            | 6,48   | 7,07   | 7,27   | 0,63  | **          | 27,93  |
| Por unidad de área.          |                        |        |                     |                            |                 |        |        |        |       |             |        |
| PF tallo (g/m <sup>2</sup> ) | 376,62                 | 348,36 | 53,15               | ns                         | 79,45           | 311,71 | 519,15 | 539,66 | 33,63 | **          | 27,36  |
| PS tallo (g/m <sup>2</sup> ) | 63,97                  | 60,33  | 10,16               | ns                         | 10,76           | 42,92  | 94,33  | 100,59 | 4,93  | **          | 27,17  |
| PF hojas (g/m <sup>2</sup> ) | 258,68                 | 246,23 | 27,99               | ns                         | 109,70          | 309,70 | 315,01 | 275,41 | 26,10 | **          | 28,46  |
| PS hojas (g/m <sup>2</sup> ) | 41,73                  | 43,22  | 5,11                | ns                         | 15,58           | 47,09  | 52,46  | 54,77  | 4,53  | **          | 28,45  |

(1) Error estándar; (2) Análisis de varianza: D, E, Dx E; CV: Coeficiente de variación; ns (p>0,05), \* (p<0,05); \*\* (p<0,01)

Las variaciones en el crecimiento vegetativo en función de la edad del cultivo resultaron altamente significativas (p<0,01) para todas las características evaluadas. Las plantas hasta los 102 días después del trasplante continuaron aumentando su altura, peso fresco y seco de tallo por planta y por unidad de área, peso seco de hojas por planta y por unidad de área, mientras que el incremento se mantuvo hasta 80 días después del trasplante en las variables: diámetro del tallo, peso fresco hojas por planta y por unidad de área, estos resultados coinciden con los presentados por Gaye et al. (1992), quienes concluyeron que la planta de pimentón continúa creciendo a través del tiempo con producción de sustancias fotosintéticas en las partes vegetativas, sin una adecuada demanda en las yemas reproductivas, lo cual ocasiona que los frutos desarrollados en las últimas ramas no alcancen un tamaño comercial.

Para explicar la respuesta de peso fresco y seco de tallo y de hojas/planta en función de la densidad y edad de las plantas, se generaron ecuaciones de regresión múltiple (Cuadro 2).

La significación de los coeficientes de regresión parcial y los coeficientes de determinación múltiple se presentan en el Cuadro 2. Pendientes negativas para el efecto de la densidad se cuantificaron para todos los pesos (g/planta), lo cual indica que al aumentar la densidad de plantas se producen reducciones en el peso del tallo y de las hojas. Estos resultados ratifican lo reportado por Vilorio et al. (1998), Cebula (1995), y Jolliffe y Gaye (1995), quienes señalaron que aún en condiciones adecuadas de fertilización edáfica, el peso promedio por planta disminuye a medida que la distancia de siembra se acorta, debido a que aumenta la competencia entre las plantas por luz, CO<sub>2</sub>, agua y minerales.

**Cuadro 2.** Ecuaciones de estimación de las variables de crecimiento de la planta de pimentón en función de densidad de plantas ( $X_1$ ) y edad ( $X_2$ ).

$$\text{Modelo: } \gamma_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \varepsilon_i$$

| Variables                    | Ecuaciones                                 | $b_1^{(1)}$ | $b_2^{(2)}$ | $R^{2(3)}$ |
|------------------------------|--|-------------|-------------|------------|
| Peso fresco tallo (g/planta) | $\hat{Y} = 25,614 - 6,877 X_1 + 1,051 X_2$ | **          | **          | 0,775      |
| Peso seco tallo (g/planta)   | $\hat{Y} = 2,409 - 1,178 X_1 + 0,210 X_2$  | **          | **          | 0,837      |
| Peso fresco hojas (g/planta) | $\hat{Y} = 44,376 - 4,627 X_1 + 0,328 X_2$ | *           | **          | 0,334      |
| Peso seco hojas (g/planta)   | $\hat{Y} = 4,181 - 0,530 X_1 + 0,078 X_2$  | *           | **          | 0,495      |

<sup>(1)</sup>Estimador del coeficiente de regresión parcial de densidad, \* (p<0,05); \*\* (p<0,01); <sup>(2)</sup>Estimador del coeficiente de regresión parcial de edad, \* (p<0,05); \*\* (p<0,01); <sup>(3)</sup>Coeficiente de determinación múltiple.

En el Cuadro 3 se observan los estimadores que cuantifican los cambios en función de la edad los cuales determinaron un comportamiento positivo de estas variables entre 36 y 102 días después del trasplante. El crecimiento a través del tiempo de tallos y hojas en pimentón concuerda con las investigaciones de Miller et al. (1979).

El peso fresco y seco del tallo por planta fueron las variables más importantes ( $R^2 = 0,775$  y

$R^2 = 0,837$ ) para estimar el crecimiento vegetativo en función de densidad de plantas y edad. Los valores de los coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ) y la significación de los coeficientes de regresión parcial ( $b_1$  y  $b_2$ ) indican que el modelo lineal múltiple establecido puede ser usado para explicar los cambios en las variables de crecimiento vegetativo del pimentón (Neter y Wasserman, 1974).

**Cuadro 3.** Ecuaciones de regresión potencial en función de la edad (días después del trasplante) en las variables de crecimiento vegetativo.

|                                       | Ecuaciones                    | $r^{2(1)}$ |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------|
| Altura/planta (cm)                    | $\hat{y} = 1,412 x^{0,7813}$  | 0,87       |
| Diámetro de tallo/planta (mm)         | $\hat{y} = 0,9314 x^{0,5828}$ | 0,60       |
| Peso fresco tallo (g/m <sup>2</sup> ) | $\hat{y} = 0,0523 x^{2,0641}$ | 0,81       |
| Peso seco tallo (g/m <sup>2</sup> )   | $\hat{y} = 0,0018 x^{2,429}$  | 0,87       |
| Peso fresco hojas (g/m <sup>2</sup> ) | $\hat{y} = 3,4591 x^{1,0034}$ | 0,50       |
| Peso seco hojas (g/m <sup>2</sup> )   | $\hat{y} = 0,1511 x^{1,3209}$ | 0,61       |

<sup>(1)</sup>Coeficiente de regresión potencial

Las ecuaciones potenciales generadas para explicar la dinámica del crecimiento vegetativo entre 36 y 102 días después del trasplante, de las variables no afectadas por la densidad de plantas: altura/planta, diámetro del tallo/planta, peso fresco y seco de tallo y de hojas/m<sup>2</sup> se presentan en el Cuadro 3. Las tasas de cambio positivas de crecimiento geométrico permiten inferir que cambios no proporcionales ocurrieron en el desarrollo vegetativo durante el ciclo del cultivo; y los coeficientes de determinación  $r^2$  entre 0,50

para peso fresco de hojas/m<sup>2</sup> y 0,87 para altura/planta y peso seco de tallo/m<sup>2</sup> establecen un mayor ajuste de los datos para las estimaciones de variables del tallo, lo cual conlleva a concluir que la función potencial describe adecuadamente el crecimiento de esta estructura vegetal, en concordancia a lo establecido por Vilorio et al. (1998) y Richards (1969) quienes encontraron evidencias de que el patrón de crecimiento de la planta durante el ciclo de vida del cultivo de pimentón se ajusta a este tipo de ecuación.

### CONCLUSIONES

El peso fresco y seco de tallo y de hojas por planta resultaron menores al incrementar la densidad de 6 a 8 plantas/m<sup>2</sup>, independientemente de la edad del cultivo, indicando esto un efecto importante de la presión poblacional en el desarrollo de la planta de pimentón.

El peso fresco y seco de tallo por planta resultaron las variables más adecuadas para estimar el crecimiento vegetativo de la planta en función de densidad y edad de la planta, mediante modelos de regresión lineal múltiple.

Tasas positivas de crecimiento geométrico explicaron el desarrollo vegetativo de las variables altura/planta, diámetro del tallo/planta, peso fresco y seco de tallo y de hojas/m<sup>2</sup> entre 36 y 102 después del trasplante, indicando que las variaciones de estas características pueden explicarse a través de funciones potenciales.

### LITERATURA CITADA

1. Cebula, S. 1995. Optimización of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. *Acta Horticulturae* 412: 321-329.
2. Decoteau, D. R. y H. A. Hatt Graham. 1994. Plant spatial arrangement effects growth, yield, and pod distribution of cayenne peppers. *HortScience* 29(3): 149-151.
3. Gaye, M. M., G. W. Eaton y P. A. Joliffe. 1992. Rowcovers and plant architecture influence development and spatial distribution of bell pepper fruit. *HortScience* 27(5): 397-399.
4. Joliffe, P. A. y M. M. Gaye. 1995. Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row covers and population density. *Scientia Horticulturae* 62(3): 153-164.
5. Maynard, D. N., W. H. Lachman, R. M. Check y H. F. Vernell. 1962. The influence of nitrogen levels on flowering and fruit set of peppers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 81: 385-389.
6. Miller, C. H., R. E. McCollum y S. Clainin. 1979. Relationships between growth of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) y nutrient accumulation during ontogeny in field environments. *J. Amer. Soc. HortSci.* 104: 852-857.
7. Montsenbocker, C. E. 1996. In-row plant spacing affects growth and yield of pepperoncini pepper. *HortScience* 31(2): 198-200.
8. Neter, J. y W. Wasserman. 1974. *Applied Linear Statistical Models*. Irwin, Illinois.
9. Richards, F. J. 1969. The quantitative analysis of growth. *In: F. Steward (ed.) Plant Physiology, Analysis of Growth: Behavior of Plants and their Organs*. Academic Press. New York. pp. 3-36
10. Stoffella, P. J. Williams y H. H. Bryan. 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(6): 835-839.
11. Sundstrom, F. J., C. H. Thomas, R. L. Edwards y G. R. Baskins. 1984. Influence of N and plant spacing on mechanically harvested tabasco peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 642-645.
12. Viloría, A., L. Arteaga y H. A. Rodríguez. 1998. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta del pimentón *Agronomía Tropical* 48(4): 413-423.
13. Viloría, A. 1991. Respuesta de las variables de crecimiento vegetativo y reproductivo del pimentón (*Capsicum annuum* L.) a la presión poblacional. Trabajo de Ascenso. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Agronomía. Barquisimeto. Venezuela. 75 p.