

# EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO Y BORO SOBRE LA PRODUCCIÓN EN PAPAYO (*Carica papaya* L.) TIPO 'CERA'

J.A. Romero-Montero; C. Acosta-Zamudio; A. Curiel-Rodríguez; C. Pérez-Mercado

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. C.P. 56230. Chapingo, Edo. de México.

## RESUMEN

Se evaluaron nueve tratamientos de fertilización con las combinaciones de concentraciones de nitrógeno ( $76$  a  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y de boro ( $0$  a  $8.0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en papayo tipo 'Cera'. Los niveles y tratamientos fueron determinados mediante la matriz experimental Plan Puebla III. Esta investigación fue realizada en Villa Emiliano Zapata, Veracruz, México durante 1989. De las variables evaluadas se obtuvo que no existió efecto de los tratamientos en la altura y diámetro de las plantas femeninas, ni en el número de frutos y el rendimiento; presentándose diferencias significativas en el grado de daño por el virus de la mancha anular, habiendo menor daño con la aplicación de  $129.4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N y  $8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de B.

**PALABRAS CLAVE:** Virus de la mancha anular del papayo, nutrimentos, N, B, rendimiento.

## EFFECT OF NITROGEN AND BORON FERTILIZATION ON THE FRUIT YIELD OF THE 'CERA' TYPE PAPAYA TREE (*Carica papaya* L.)

### SUMMARY

Nine treatments of fertilization with nitrogen ( $76$  to  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and boron ( $0$  to  $8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) were evaluated. The levels and treatments used were obtained by the experimental matrix Plan Puebla III. This research was carried out in Villa Emiliano Zapata, Veracruz, Mexico during 1989. There were no differences between plant height, diameter and number of fruits, and plant production. There were significant differences for the damage by papaw ringspot virus, with lower damage with the application of  $129.4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  of N and  $8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  of B.

**KEY WORDS:** Papaw ringspot virus, nutrients, N, B, productivity.

## INTRODUCCIÓN

Para 1994 la superficie nacional sembrada de papayo fue de 18,460 ha con 15,807 ha de temporal. Veracruz es la entidad que destina mayor extensión de tierras a la producción de esta fruta, con 11,520 ha para el mismo año (56% del total nacional), siguiéndole los estados de Oaxaca (11%), Michoacán (6%), Guerrero (6%), Tabasco (5%) y Chiapas (4%) (Alvarado y Arcos, 1996). En el estado de Veracruz la papaya 'Cera' es la más importante de siembra (Anónimo, 1990), aunque recientemente ha tomado, a nivel nacional, auge el cv. Maradol, de origen cubano.

Existen en México algunos estudios sobre las respuestas del papayo a la fertilización, como el de Mosqueda (1970). Sin embargo, en dicho trabajo no se encontraron diferencias significativas para la fertilización en papayo. En este sentido, se ha demostrado que un elemento importante en papaya es el boro. Así Pérez y Childers (1982) describieron la respuesta de plantas de papayo sometidas a diferentes niveles de B, encontrando

que se requieren de 20 a  $30 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$  para un crecimiento y rendimiento óptimos de la planta. Pérez y Reyes (1983) probaron cuatro niveles de N (0, 57, 170 y  $340 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), y cuatro niveles de B (0, 23, 4.5 y  $6.8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), en el cv. PR7-65, recomendando de 57 a  $170 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N y  $4.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de B.

Otro aspecto importante de las aplicaciones de nutrimentos a las plantas de papayo es su efecto en el daño por agentes patógenos. Huber (1991) indicó que algunos nutrimentos reducen la severidad de la enfermedad al afectar la virulencia del patógeno, aumentar la resistencia de la planta, compensar el daño del patógeno o activando mecanismos de control interno. Este mismo autor indicó que el N en general tiende a incrementar las enfermedades, habiendo casos en que las disminuye, mientras que el B en ocasiones reduce y otras incrementa las enfermedades. Específicamente, en el caso de enfermedades virales, Huber (1991) indicó 13 enfermedades, de las cuales 11 son incrementadas por las aplicaciones de N y dos disminuidas, mientras que para el B, en cuatro casos hubo disminución con su aplicación.

Por otro lado, en el papayo la deficiencia de boro presenta síntomas muy semejantes a los producidos por el virus de la mancha anular del papayo (VMAP), al grado que es posible confundir el diagnóstico (Anónimo, 1987). Sill (1982) indicó que este tipo de similitudes son muy comunes en varias enfermedades, por lo cual existe muchas veces confusión.

Dado lo anterior los objetivos del presente trabajo son verificar los efectos de la fertilización con N y B en el crecimiento de las plantas, la producción (rendimiento y número de frutos por planta), y los daños por el VMAP en papayo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento fue realizado durante el ciclo de temporal que va de junio de 1989 a febrero de 1990, en un huerto comercial localizado en Villa Emiliano Zapata, Ver., donde el clima es cálido subhúmedo, con una precipitación media de 813.5 mm y una temperatura promedio anual de 25.1°C, con una época seca marcada en el invierno y otra corta en el verano, siendo dentro de los climas el más seco de los cálidos (García, 1981). El suelo es un vertisol arcilloso, con las características indicadas en el Cuadro 1.

El material vegetal empleado fue papaya tipo 'Cera' regional, transplantado el 15 de julio de 1989, a los dos meses de germinada y a una distancia de 2.8 x 3 m.

Se evaluaron nueve tratamientos de fertilización con las combinaciones de las concentraciones de nitrógeno (76, 96.5, 113, 129 y 150 kg·ha<sup>-1</sup>), y de boro (0, 2.2, 4.0, 5.7 y 8.0 kg·ha<sup>-1</sup>). Los tratamientos fueron determinados mediante la matriz experimental Plan Puebla III, obteniéndose los tratamientos indicados en el Cuadro 2, distribuidos en tres bloques al azar (de acuerdo a la profundidad del suelo) con seis plantas por unidad experimental. Las concentraciones evaluadas se fraccionaron en dos partes, que se aplicaron dos y tres meses después del trasplante.

Se utilizó como fuente de N a la urea (45%) y de boro al bórax (11.6%). En todos los tratamientos se agregó además una concentración de 40 kg·ha<sup>-1</sup> de P en forma de superfosfato triple.

El fertilizante se aplicó haciendo una zanja alrededor de la zona de goteo de la planta cubriéndolo después.

En plantas femeninas y hermafroditas se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta (hasta el cogollo), diámetro del tallo (a 25 cm del nivel natural del suelo), número de frutos por planta, rendimiento y grado de daño por el virus de la mancha anular. En el rendimiento, el peso de cada fruto fue obtenido mediante una regresión que relacionaba la longitud del fruto con su peso (Curiel *et al.*, 1994) y cuyas expresiones son:

Peso del fruto =  $(67.291) \cdot (C^{0.116973L})$ ,  $R^2=0.98$  para frutos de plantas femeninas.

Peso del fruto =  $(65.853) \cdot (C^{0.09865L})$ ,  $R^2=0.99$  para frutos de plantas hermafroditas.

Donde L = longitud del fruto.

La suma del peso de todos los frutos por planta representó el rendimiento por planta.

En el caso del daño por virus de la mancha anular, éste se evaluó mediante una escala de daños (Cuadro 3).

A los resultados de las variables se les realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey. El grado de daños por el virus de la mancha anular fue analizado mediante la prueba de Friedman, propuesta por Conover (1980), la cual es recomendable para experimentos con bloques al azar completos cuando la variable es de escala ordinal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 4 y 5 se presentan los resultados de las aplicaciones de N y B en la altura y diámetro del tallo y el número de frutos por planta y el rendimiento. En éstos se observó que no hubo efecto de las fertilizaciones para ninguna de las concentraciones de N y B. En el aspecto de diámetro del tallo, Pérez y Childers (1982) indicaron que las aplicaciones de boro incrementaron la base de los tallos, haciendo lo mismo el nitrógeno, de acuerdo a Mosqueda (1970), lo cual no ocurrió en el presente trabajo. En el caso del número de frutos y el rendimiento, la carencia de respuesta del papayo tipo 'Cera', también ha sido reportada por Mosqueda (1970) y Pereira (1986) quienes tampoco encontraron respuesta en la producción con diferentes concentraciones de fertilización o láminas de riego (Pereira, 1986). Lo anterior contrasta fuertemente con las respuestas a la fertilización obtenidas en otros cultivos, como es el caso del trabajo de Pérez y Reyes (1983) con el cv. M27-65, quienes encontraron un incremento en el número de frutos con la fertilización con N y B, recomendando las concentraciones de 57 o 170 kg·ha<sup>-1</sup> de N y 5.4 kg·ha<sup>-1</sup> de B como las mejores.

Las razones por las cuales en papayo tipo 'Cera' no hubo resultados con las aplicaciones de fertilizantes pueden ser varias. Uno de ellos sería las condiciones de absorción de los fertilizantes, ya que en el caso del B influyen factores como el pH, cantidad de materia orgánica y la humedad del suelo (Finck, 1985; Fleming, 1980). En el presente trabajo el pH del suelo pudo haber influido en una baja absorción, ya que Fleming (1980) informó que a pH de 7.4 hay una reducción de la absorción de este elemento. Otro sería la baja humedad del suelo, ya que en el presente trabajo las condiciones de cultivo fueron de secano. Si a lo anterior le añadimos el hecho de que el borax aplicado al suelo presenta una baja tasa de aprovechamiento (de 2 a 20%, según Finck, 1985), el problema se podría agudizar aún más.

**CUADRO 1. Resultados del análisis del suelo en el lote experimental Emiliano Zapata, Ver., Méx., 1989.**

Profundidad	pH	Conductividad eléctrica (d-sm <sup>-1</sup> )	Materia orgánica (%)	N total (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Capacidad de intercambio catiónico (Meq·100g <sup>-1</sup> )	B (ppm)
0-30 cm	6.5-7.1	0.41-0.64	4-4.8	0.2-0.23	3-7	393-672	11343-12826	316-742	58.4-75.1	0.5
36-30 cm	7.2	0.63	1.1	0.1	3	431	12705	426	63.8	0 <sup>z</sup>

<sup>z</sup> No se detectó.**CUADRO 2. Tratamientos de concentraciones de fertilización con N y B (kg·ha<sup>-1</sup>).**

Tratamiento	Concentraciones de fertilización		
	N	B	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	96.5	2.2	40
2	96.5	5.7	40
3	129.4	2.2	40
4	129.4	5.7	40
5	113.0	4.0	40
6	76.0	2.2	40
7	150.0	5.7	40
8	96.5	0.0	40
9	129.4	8.0	40

**CUADRO 3. Escala de daño empleada para evaluar el virus de la mancha anular en un experimento de fertilización con nitrógeno y boro en papayo. Villa E. Zapata, Veracruz, México. 1990.**

Categoría	Descripción
0	Planta sana
1	Manchas cloróticas en algunas hojas
2	Moteado en todas las hojas
3	Presencia de hojas con enchinamiento
4	Hojas con lámina reducida
5	Defoliación en un 50% ó más de la planta

Otra posible causa de la falta de respuesta del cultivo a las concentraciones de fertilización podría ser la alta variabilidad de las plantas; ya que como las semillas son obtenidas de frutos con polinización libre, esto repercutió en la homogeneidad de las plantas. Esto explicaría las diferencias de respuesta a la fertilización entre los trabajos de Mosqueda (1970) y Pereira (1986) y el trabajo de Awada y Long (1971) con el cv. Solo, con mayor homogeneidad de amarre.

Otra posibilidad es que se desconoce la respuesta del tipo 'Cera' a la aplicación de boro, pues se ha demostrado que en papayo existen diferencias varietales en la

absorción y su utilización (Chan y Raveendranathan, 1984).

En lo que se refiere a las evaluaciones del daño por la presencia del virus de la mancha anular, se presentan los resultados en el Cuadro 6, notándose que existe un menor daño cuando se aplicaron 8.0 kg·ha<sup>-1</sup> de B y 129.4 kg·ha<sup>-1</sup> de N. Es notorio también que el mayor daño se produjo con la mayor concentración de N (150 kg·ha<sup>-1</sup> y 5.7 kg·ha<sup>-1</sup> de B).

**CUADRO 4. Efecto de la aplicación de nitrógeno y boro en papayo tipo 'Cera' sobre las variables altura y diámetro del tallo de la planta. Emiliano Zapata, Ver. México. 1991.**

Tratamiento (kg·ha <sup>-1</sup> )		Altura (cm)	Diámetro (cm)
N	B		
76.0	2.2	178.12 a <sup>z</sup>	9.664 a
96.5	0.0	178.56 a	10.338 a
96.5	2.2	152.71 a	9.400 a
96.5	5.7	171.06 a	9.707 a
113.0	4.0	160.50 a	9.262 a
129.4	2.2	179.06 a	9.633 a
129.4	5.7	163.06 a	9.244 a
129.4	8.0	164.60 a	9.487 a
150.0	5.7	163.11 a	8.994 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una  $P=0.05$ .**CUADRO 5. Efecto de la aplicación de nitrógeno y boro en papayo tipo 'Cera' sobre las variables número de frutos y rendimiento. Emiliano Zapata, Veracruz, México. 1991.**

Tratamiento (kg·ha <sup>-1</sup> )		Número de frutos por planta <sup>z</sup>	Rendimiento <sup>z</sup> (t·ha <sup>-1</sup> )
N	B		
76.0	2.2	14.42 a <sup>y</sup>	3751 a
96.5	0.0	12.25 a	3207 a
96.5	2.2	10.14 a	4265 a
96.5	5.7	13.93 a	3815 a
113.0	4.0	13.43 a	2882 a
129.4	2.2	11.33 a	2481 a
129.4	5.7	11.75 a	2596 a
129.4	8.0	10.26 a	2313 a
150.0	5.7	10.70 a	2604 a

<sup>z</sup> Medias sin considerar las plantas masculinas.<sup>y</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una  $P=0.05$ .

Huber (1991) indicó que las aplicaciones de B pueden aumentar o disminuir las enfermedades de las plantas. Este mismo autor indica que se ha ligado al B en el control de enfermedades en las plantas debido a su papel en el metabolismo de los fenoles, síntesis de lignina y transporte de carbohidratos.

**CUADRO 6. Comparación de suma de intervalos de tratamientos del grado de daño del virus de la mancha anular en un experimento de fertilización de papayo. Villa Emiliano Zapata, Veracruz, México. 1990.**

Tratamiento (kg·ha <sup>-1</sup> )		Suma de Intervalos
N	B	
129.4	8.0	18 a <sup>z</sup>
76.0	2.2	19 ab
129.4	2.2	25 abc
96.5	0.0	26 abcd
113.0	4.0	31 abcd
96.5	2.2	31 abcd
96.5	5.7	39 bcd
129.4	5.7	41 cd
150.0	5.7	47 c

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una P=0.05.

Diferencia Mínima Significativa = 20.97

En el caso del N, Huber (1991) y Graham (1983) indicaron que los altos niveles de este elemento en la planta tienden a incrementar las enfermedades, habiendo, sin embargo, excepciones que pueden depender de la forma en el N, que se suministra, de la concentración o de la época de aplicación. Graham (1983) indicó más específicamente que cuando hay altos contenidos de N la planta utiliza mucha energía para la formación de compuestos orgánicos de nitrógeno y deja pocos elementos para la síntesis de compuestos secundarios, en donde se forman alcaloides y fenoles, que son la base de los mecanismos de defensa de las plantas. Para el caso de la disminución de los daños de enfermedades, Graham (1983), enumeró varias posibilidades, tales como la disminución de la acumulación de azúcares en los tejidos, reforzamiento de la lámina de la pared celular y evitar la acumulación de fenoles tóxicos.

Dado lo anterior y dado que la semejanza entre los síntomas de deficiencia de B y los daños por el virus de la mancha anular no ha sido estudiado con amplitud, se hace necesario el desarrollo de otros trabajos.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de diferentes niveles de N y B en papayo tipo ‘Cera’, no influyeron en la respuesta de producción y de número de frutos por planta. La aplicación de 129.4 kg·ha<sup>-1</sup> de N y 8.0 kg·ha<sup>-1</sup> se asoció a un menor

daño por el virus de la mancha anular del papayo, mientras que la mayor concentración de N (150 kg·ha<sup>-1</sup> de N y 5.7 kg·ha<sup>-1</sup> de B) se asoció al mayor daño.

LITERATURA CITADA

ALVARADO-RODRÍGUEZ, L.; ARCOS-ROA, H. 1996. Situación actual del mercado nacional e internacional de la papaya (*Carica papaya* L.). Tesis Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 110 p.

ANÓNIMO. 1987. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales. Ed. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Manizales, Colombia. pp. 75-76.

ANÓNIMO. 1990. Sistema Producto Papaya para el Distrito Federal. Coord. General de Abasto y distribución del DDF. Servicio Nacional de Información de Mercados (SNIM). Banco Nacional del Pequeño Comercio. D.F. México. 79 p.

AWADA, M.; LONG, C. 1971. Relation of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:745-749.

CONOVER, W.J. 1980. Practical Non Parametric Statistics. John Wiley & Sons. 2 ed. USA. pp. 299-305.

CUERIEL RODRIGUEZ, A.; ACOSTA ZAMUDIO, C.; ROMERO MONTERO, J.A. 1994. Estimación del peso fresco de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) tipo ‘Cera’ a través de un modelo exponencial. Memorias XV Congreso SOMEFI y Segundo Congreso Latinoamericano. 25-30 de septiembre. UANL, Monterrey, N.L. México. p. 204.

CHAN, Y.K.; RAVEENDRANATHAN, P. 1984. Differential sensitivity of papaya varieties in expresion of boron deficiency symptoms. MARDI Research Bulletin 12(3):281-286.

FINCK, A. 1985. Fertilizantes y Fertilización. Fundamentos y Métodos para la Fertilización. Ed. Reverté S.A. España. pp. 104-107.

FLEMING, G.A. 1980. Essential micronutrients I: Boron and molybdenom, pp. 221-276. In: Applied Soil Trace Elements. B.E. Davies (ed.). John Wiley & Sons. Great Britain.

GARCÍA DE M., E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Tercera edición. Ed. México. 252 p.

GRAHAM, R.D. 1980. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease it's particular referend to the trace elements, pp. 221-276. In: Advances in Botanical Research. Vol. 10. H.W. Woolhouse (ed.). Academic Press, Inc. London, Great Britain.

GRAHAM, R.D. 1983. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements, pp. 221-276. In: Advances in Botanical Research. H.W. Woolhouse (ed.) Vol. 10. Academic Press, Inc. London.

HUBER, D.M. 1991. The use of fertilizers and organic amendaments in the control of plant disease, pp. 405-495. In: CNC Handbook of Plant Management in Agriculture. D. Pimentel (ed.). 2<sup>nd</sup> Ed. Vol. I. CRC Press, Boca Raton, An Arbou-Boston, USA.

MANDUJANO B., R.A. 1980. Comparación de dos cultivares locales y dos cultivares cubanos de papaya (*Carica papaya* L.) en tres densidades de población. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

MOSQUEDA VÁZQUEZ, R. 1970. Experimento preliminar sobre la respuesta de papayo a diferentes niveles de fertilización en un suelo de Veracruz. Tesis de Ing. Agr. Departamento de Fitotecnia. Escuela Nacional de Agricultura (ENA). Chapingo, México.

PEREIRA MOUCO, C.A. 1986. Respuesta de la papaya (*Carica papaya* L.) a la humedad aprovechable residual en el suelo al momento de riego, fertilización nitrogenada y fosfórica. Tesis M.C., Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

PÉREZ LÓPEZ A.; CHILDERS, N.F. 1982. Growth, yield, nutrient content and fruit quality of *Carica papaya* L. under controlled conditions. II. Boron effects. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 66(2):80-88.

PÉREZ LÓPEZ, A.; REYES JURADO, R.D. 1983. Effect of nitrogen and boron application on *Carica papaya* L. I. Growth and yield. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 67(3):181-187.

SILL, W.H. Jr. 1982. Plant Protection. An integrated interdisciplinary approach. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. pp. 115-130.



**Fruto del papayo (*Carica papaya* L.)**

(Foto: Gustavo Almaguer Vargas)