

EFECTO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS Y FERTILIZACIÓN INORGÁNICA SOBRE LA EMERGENCIA Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE PAPAYA (*Carica papaya* L.)

Antonio Bogantes¹, Eric Mora²

RESUMEN

Efecto de sustratos orgánicos y fertilización inorgánica sobre la emergencia y desarrollo de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.). Se estudió el efecto de diferentes sustratos orgánicos (vermicompost, compost de broza de café), así como de fertilización inorgánica (10-30-10, 18-46-0 y 20-20-20) mezclado con suelo a diferentes dosis y combinaciones sobre la emergencia y el desarrollo de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.). El 10-30-10 y el 18-46-0 mezclado con el suelo retardaron y disminuyeron la emergencia de las plántulas. Sin embargo, el potasio del 10-30-10 promovió el desarrollo temprano de las plántulas. Los sustratos orgánicos mejoraron la emergencia de las plántulas, posiblemente por un efecto de acondicionamiento mátrico del suelo. Sin embargo, el vermicompost afectó negativamente el crecimiento debido a altos contenidos de aluminio y manganeso. El compost de broza de café al 50% en mezcla con suelo fue el mejor sustrato para germinación y desarrollo. La adición de 20-20-20 a 500 ppm a través del agua de riego mejoró todas las variables de crecimiento.

Palabras clave: *Carica papaya*, sustrato de cultivo, abonos inorgánicos, semillero, Costa Rica.

ABSTRACT

Effect of organic substrates and inorganic fertilization on the emergence and growth of papaya (*Carica papaya* L.) seedlings. The effect of organic substrates (vermicompost and coffee-husk compost) and inorganic fertilization (10-30-10, 18-46-0 and 20-20-20) added to the soil at different doses and combinations on the emergence and growth of papaya seedlings (*Carica papaya* L.) was studied. The 10-30-10 and 18-46-0 combined with the soil media decreased and retarded seedling emergence. However, potassium from the 10-30-10 promoted early plant development. Organic substrates improved seedling emergence, possibly because of a matric conditioning effect. However, the vermicompost media produced a poor plant development, due to a high aluminum and manganese content. The 50% coffee-husk compost was the best overall media for germination and plant growth. The addition of 20-20-20 to this media in the irrigation water at 500 ppm improved all of the growth variables.

Keywords: *Carica papaya*, growing media, inorganic fertilizers, seedbeds, Costa Rica.



INTRODUCCIÓN

La mayoría de productores de papaya en Costa Rica consideran la confección de almácigos de

este especie como una actividad difícil. La germinación en este cultivo tiende a ser baja y desuniforme (Chow y Lin, 1991). Por otra parte, la incorporación de fertilizante granulado en el sustrato

¹ Estación Experimental Los Diamantes. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

² Estación Experimental Fabio Baudrit. Universidad de Costa Rica (UCR).

produce resultados erráticos dependiendo de los sustratos utilizados y de las condiciones ambientales. El resultado general son plántulas débiles y un período de almácigo excesivamente largo. Además, el deficiente drenaje de los sustratos utilizados así como la práctica común y errónea de proveer sombra al vivero durante las primeras semanas de vida, produce plantas susceptibles a problemas patológicos.

Casi la totalidad de los productores de papaya compran sus almácigos de compañías de la Meseta Central debido a las dificultades que enfrentan para producir los suyos propios. Sin embargo, estas compañías producen sus plantas en bandeja, lo cual es inconveniente en papaya debido al impedimento físico para el desarrollo de la raíz pivotante de esta especie de rápido crecimiento. Por este motivo, es importante desarrollar sistemas de preparación de almácigos de papaya que puedan ser implementados por los agricultores.

El objetivo de esta investigación fue diseñar una estrategia sencilla para la confección de almácigos de papaya que incluya aspectos físicos y químicos de los sustratos, a partir de materiales fácilmente disponibles a los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica de la investigación y características climáticas:

La investigación se llevó a cabo en la estación Experimental "Los Diamantes" del Ministerio de Agricultura y Ganadería, ubicada en el cantón de Pococí, provincia de Limón, a una altura de 225 msnm, con una precipitación anual de 4500 mm y una temperatura media de 25 °C. El trabajo se desarrolló durante los meses de febrero a mayo del 2000.

El trabajo consistió en una secuencia de cuatro experimentos que se describen a continuación.

Experimento 1

Se evaluó el efecto de diferentes sustratos, fuentes y dosis de fertilizante tal y como se detalla en los siguientes tratamientos:

- 1) 75% suelo + 25% granza + 10-30-10 granulado a 6 kg/m³ (0,6 kg de nitrógeno; 0,79 kg de fósforo y 0,5 de potasio por metro cúbico de sustrato).
- 2) 75% suelo + 25% granza + 10-30-10 granulado a 12 kg/m³ (1,20 kg de nitrógeno; 1,58 kg de fósforo y 1,0 de potasio por metro cúbico de sustrato).
- 3) 75% suelo + 25% granza + 18-46-0 granulado a 3,3 kg/m³ (0,6 kg de nitrógeno; 0,66 kg de fósforo y 0 kg de potasio por metro cúbico de sustrato).
- 4) 75% suelo + 25% granza + 18-46-0 granulado a 6,6 kg/m³ (1,20 kg de nitrógeno; 1,33 kg de fósforo y 0 kg de potasio por metro cúbico de sustrato).
- 5) Testigo 1 (75% suelo + 25% granza)
- 6) Testigo 2 (75% suelo + 25% granza)
- 7) 25% Vermicompost + 75% suelo
- 8) 50% Vermicompost + 50% suelo
- 9) 25% Compost de broza de café + 75% suelo.
- 10) 50% Compost de broza de café + 50% suelo.

Los tratamientos 5 y 6 se usaron como testigos, para utilizarlos luego como tratamientos con fertirriego en el experimento 2.

Las dosis de los fertilizantes granulados se establecieron de manera que los 3,3 kg/m³ de 18-46-0 aportaran igual cantidad de nitrato de amonio con respecto a los 6,6 kg/m³ del 10-30-10 (0,61 kg/m³ para ambos casos) y cantidades similares de triple superfosfato (0,78 kg/m³ para el 10-30-10 y 0,66 para el 18-46-0). De igual forma se calcularon las dosis mayores de cada fuente, de manera que las diferencias observadas en las variables de respuesta se pudieran atribuir principalmente a la presencia del potasio en el 10-30-10.

El suelo utilizado fue un inceptisol de características franco-arenosas y no había sido cultivado en muchos años. No se le aplicó ningún sistema de desinfectación.

El compost de broza de café se obtuvo de la Hacienda Juan Viñas y el Vermicompost de boñiga provino de la Escuela de Agricultura de la Región del Trópico Húmedo (EARTH). Las características químicas de los sustratos se detallan en el Cuadro 1.

Cada tratamiento consistió de 16 bolsas de 5X6 pulgadas (12,5 x 15 cm) en las que se sembraron cinco semillas. Después del segundo conteo de germinación, se procedió a ralea todos los tratamientos para dejar dos plantas por bolsa. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos se procesaron usando el paquete estadístico SAS, con el cual se realizaron los análisis de varianza y la comparación entre grupos de tratamientos por contrastes.

Las variables evaluadas fueron:

- 1) Germinación a los 16 y 23 días después de la siembra (dds).
- 2) Incidencia de malas hierbas a los 9 dds.

Experimento 2

Se utilizaron los cuatro tratamientos de fertilizante químico granulado del experimento anterior (tratamientos del 1 al 4) así como los dos testigos (tratamientos 5 y 6), para un total de seis tratamientos. En el presente experimento dichos testigos se

convirtieron en dos tratamientos a los cuales se les aplicó fertirrigación que consistió en la aplicación de dos dosis (1,25 g/l y 2,5 g/l) de la fórmula 20-20-20 aplicados una vez por semana durante tres semanas seguidas. El volumen aplicado en cada caso fue de 30 ml por bolsa.

Se evaluaron las siguientes variables a los 45 dds:

- 1) Altura de planta
- 2) Peso de tallo y follaje
- 3) Peso de raíz
- 4) Peso total de la plántula: raíz, tallo y follaje

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos se procesaron usando el paquete estadístico SAS con el cual se realizó el Análisis de Varianza y una comparación entre grupos de tratamientos por contrastes.

Experimento 3

Se utilizaron los cuatro tratamientos con fertilizante orgánico de la prueba 1, a cada uno de los cuales se les agregó el factor fertirriego (con y sin) arreglados en un diseño de parcelas divididas con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Se utilizaron ocho bolsas/parcela y las variables evaluadas así como el análisis de datos fueron iguales al que se usó en el experimento 2.

Experimento 4

Con base en las observaciones preliminares de los tres primeros experimentos se evaluó la combi-

Cuadro 1. Análisis químico de los sustratos utilizados en la emergencia y desarrollo de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero - mayo 2000.

Sustrato	pH	N %	Al	Ca Mg cmol(+)/l	K	P	Zn	Mn mg/l	Cu	Fe	MO %
Suelo	4,9	0,20	0,3	2,9 0,6	0,1	4	0,8	11	6	58	2,8
Compost de broza	6,7	1,0	0,1	15,0 3,6	2,66	300	5,0	12	3	138	36,1
Vermicompost	3,5	0,8	1,0	6,3 2,1	0,85	65	46,8	50	2	275	46,6

nación del mejor sustrato orgánico (compost de broza de café al 50%) con la mejor fuente y dosis de fertilizante químico (10-30-10 a 12 kg/m³) aplicado en dos formas para un total de cuatro tratamientos:

- 1) 50% de compost de broza de café + 50% suelo (testigo relativo)
- 2) 50% de broza de café + 50 % de suelo + fertirrigación (2,5 g/l de 20-20-20)
- 3) 50% de broza de café + 50 % de suelo + 10-30-10 a 12 kg/m³ del sustrato (1,20 kg de nitrógeno; 1,58 kg de fósforo y 1,0 kg de potasio por metro cúbico de sustrato) en mezcla total.
- 4) 50% de broza de café + 50 % de suelo + 10-30-10 a 12 kg/m³ del sustrato (1,20 kg de nitrógeno; 1,58 kg de fósforo y 1,0 kg de potasio por metro cúbico de sustrato) en mezcla parcial.

En el tratamiento 3 se hizo una mezcla total de todos los componentes del sustrato, mientras que para el tratamiento 4, el fertilizante (10-30-10) se mezcló solo con el sustrato de la mitad inferior de la bolsa. En el tratamiento 2 la fertirrigación se hizo a partir de la primera semana luego de la germinación, con tres aplicaciones espaciadas por siete días.

Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 16 bolsas. Se midieron las mismas variables de crecimiento que en el experimento 2 y la germinación se midió a los 22 y 30 días después de la siembra. El Análisis de Varianza se complementó con una comparación de medias por Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación

El sustrato mezclado con fertilizante granulado redujo significativamente el porcentaje de emer-

gencia con respecto al testigo (Cuadro 2). El fertilizante químico aumentó el potencial osmótico del suelo, lo cual pudo haber disminuido el flujo de agua hacia la semilla, afectando su germinación al interferir con el proceso de imbibición.

El efecto de la salinidad debida al KCl del 10-30-10 sobre la germinación pudo discriminarse debido a que las dosis calculadas de ambas fuentes aportaron iguales cantidades de nitrato de amonio y similares de triplesuperfosfato; éste último con un índice salino muy bajo. Contrario a lo esperado, la mayor salinidad del 10-30-10 no redujo la germinación con respecto al 18-46-0 (Cuadro 2 y 3).

Cuadro 2. Germinación de semillas de papaya (*Carica papaya* L.) utilizando diferentes tipos de sustrato (orgánico e inorgánico) y dosis de fertilizante en Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero - mayo 2000.

Tratamiento	Germinación (%)	
	16 dds	23 dds
10-30-10		
6 kg/m ³	28,13	33,44
12 kg/m ³	25,94	31,88
18-46-0		
3,3 kg/m ³	22,81	25,56
6,6 kg/m ³	15,00	18,76
Testigo		
1,25 g/l	31,56	47,50
2,50 g/l	37,19	41,25
Vermicompost		
25%	50,63	65,94
50%	45,31	64,38
Compost de Broza de Café		
25%	49,38	56,25
50%	48,75	64,38

Las dosis de fertilizante utilizadas en este trabajo son superiores a las recomendaciones comerciales tradicionales de 1,8 a 2 kg/m³. En pruebas preliminares estas dosis habían provocado síntomas de deficiencias nutricionales aún en las plántulas con solo una semana de emergidas.

Cuadro 3. Estimados de las diferencias de germinación de semillas de papaya (*Carica papaya* L.) entre tratamientos a los 16 y 23 días después de la siembra (dds). Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero - mayo 2000.

Tratamiento	Germinación	
	16 dds	23 dds
Químico vs Suelo	-8,94**	-13,37**
Suelo vs orgánico	-11,31**	-14,68**
Químico vs Orgánico	-20,25**	-28,06**
10-30-10 vs 18-46-0	12,25**	16**
10-30-10: 6 kg/m ³ vs 12 kg/m ³	12	1,25
18-46-0: 3,3 kg/m ³ vs 6,6 kg/m ³	5,5	-6,25
Vermicompost vs Cachaza	-1,75	7,75
Vermicompost: 50% vs 25%	4,25	-1,25
Compost broza: 50% vs 25%	0,50	6,50

** significativo al 0,01

* significativo al 0,05

Los sustratos orgánicos aumentaron significativamente la emergencia con respecto al testigo (Cuadros 2 y 3), lo cual pudo deberse a varias causas. Como es sabido, la hidratación regulada de las semillas por medio de sustratos mátricamente activos puede influenciar positivamente la germinación por diversos mecanismos, tales como un mejoramiento en la integridad de las membranas (Argerich y Bradford, 1989) y una mayor movilización de reservas (Khan, citado por Khan *et al.*, 1992). En este sentido debe destacarse que la materia orgánica posee un alto potencial mátrico, el cual le permite una alta capacidad de retención de humedad (Mac Carthy *et al.*, 1990). Este efecto podría actuar regulando la imbibición, de manera similar al de sustancias comerciales como silicato cálcico sintético (Micro-Cel E) utilizadas para dicho fin (Khan *et al.*, 1992).

Es importante anotar también que la papaya tiene problemas de germinación debido a la presencia de inhibidores (Chow y Lin, 1991). En este caso la materia orgánica del sustrato podría ejercer un efecto de adsorción sobre dichos inhibidores. Andreoli y Khan (1993), hipotetizan que el aumento

de la germinación en papaya utilizando "Micro-Cel E" se debe también a la adsorción de este tipo de sustancias.

Crecimiento

Los tratamientos con 10-30-10 indujeron mayor peso total y altura con respecto a los de 18-46-0 a pesar de que la mayor diferencia entre ambos fue la presencia del potasio del 10-30-10. Este aumento fue superior en el peso de la raíz y menor en la parte aérea. Es posible que el efecto sobre el follaje fuese consecuencia del mayor vigor en el sistema radical (Cuadros 4 y 5). Este efecto no se puede atribuir a las diferencias en las cantidades de respuesta, lo que sí sucedió con el 10-30-10. Esto hace pensar que el potasio es la limitante de la fórmula 18-46-0. En este sentido, Awada y Suehisa (1983) reportaron que el potasio aumenta el peso fresco principalmente de las raíces de plantas jóvenes de papaya, pero con un efecto también significativo sobre el tallo y las hojas.

Cuadro 4. Crecimiento de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) utilizando diferentes tipos de sustrato (orgánico e inorgánico) y fertilizante inorgánico. Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero - mayo 2000.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Peso raíz (g)	Peso aéreo (g)	Peso total (g)
10-30-10				
6 kg/m ³	3,708	1,275	1,225	2,500
12 kg/m ³	5,417	3,400	2,350	5,750
18-46-0				
3,3 kg/m ³	2,125	0,575	0,300	0,875
6,6 kg/m ³	1,917	0,550	1,025	1,575
20-20-20 fertirriego				
1,25 g/l	3,083	0,875	0,500	1,425
2,5 g/l	3,333	0,975	0,425	1,400

Cuadro 5. Estimados de las diferencias de las variables de crecimiento de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) entre tratamientos de fertilizante químico. Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero - mayo 2000.

	Altura planta (cm)	Peso raíz (g)	Peso aéreo (g)	Peso total (g)
Granulado vs líquido	0,08	0,52	0,73 **	1,26*
10-30-10 vs 18-46-0	2,54**	3,55**	2,25 **	5,86**
10-30-10: 6 kg/m ³ vs 12 kg/m ³	-1,70 **	-2,12 **	-1,12 **	-3,25**
18-46-0: 3,3 kg/m ³ vs 6,6 kg/m ³	0,20	0,02	-0,72	-0,70
20-20-20: 1,25 g/l vs 2,5 g/l	0,25	0,10	-0,12	-0,25

** significativo al 0,01

* significativo al 0,05

Emergencia de malezas

La incidencia de malezas a los 9 días fue principalmente de poáceas y no hubo diferencias entre

Cuadro 6. Número de malezas emergidas por tratamiento en competencia con plántulas de papaya (*Carica papaya* L.). Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero-mayo 2000.

Tratamiento	Emergencia	
	Poáceas	Hoja ancha
10-30-10		
6 kg/m ³	13,000	1,750
12 kg/m ³	12,500	0,750
18-46-0		
3,3 kg/m ³	11,250	1,750
6,6 kg/m ³	12,500	1,250
20-20-20 (testigo)		
1,25 g/l	18,000	0,250
2,50 g/l	10,250	0,750
Vermicompost		
25%	3,250	0,500
50%	3,250	0,750
Compost de Broza de Café		
25%	2,750	1,000
50%	1,750	2,000

los tratamientos con respecto a la cantidad de hojas anchas germinadas (Cuadros 6 y 7).

La emergencia de poáceas fue superior en el suelo con respecto a los sustratos orgánicos y no se dieron diferencias entre las dosis de orgánicos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estimados de las diferencias de la germinación de malezas de acuerdo a tratamientos en competencia con plántulas de papaya (*Carica papaya* L.). Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero-mayo 2000.

Tratamiento	Germinación	
	Poáceas	Hoja ancha
Químico vs suelo	-1,81	0,88
Suelo vs orgánico	11,38**	-0,56
Químico vs orgánico	9,56**	0,31
10-30-10 vs 18-46-0	1,75	-0,50
10-30-10: 6 kg/m ³ vs 12 kg/m ³	0,50	1,00
18-46-0: 3,3 kg/m ³ vs 6,6 kg/m ³	-1,25	0,50
Vermicompost vs Cachaza	2,00	-1,75
Vermicompost: 50% vs 25%	0,00	0,25
Compost broza: 50% vs 25%	-1,00	1,00

** significativo al 0,01

* significativo al 0,05

Lo anterior implica menos semillas viables de poáceas en los sustratos orgánicos con respecto al suelo y una dilución del banco de semillas del suelo al combinarse con el sustrato orgánico. Por otra parte, el efecto del composteo sobre las semillas de malezas probablemente causa un efecto similar al de la solarización, en la que un aumento en la temperatura aumenta la mortalidad de las semillas según lo han demostrado Morales y Herrera (1997).

Una menor cantidad de malezas poáceas en sustratos como el orgánico significa una ventaja para las plantas de papaya debido a que es bien conocido la capacidad competitiva de la diferentes especies de esta familia y por el ahorro de mano de obra para deshierbar el almácigo.

El compost de broza de café superó ampliamente al vermicompost para todas las variables de

crecimiento (Cuadros 8 y 9). Cabe destacar que según el análisis químico efectuado a los sustratos utilizados, los contenidos de aluminio y manganeso en el vermicompost fueron sumamente altos, lo cual pudo repercutir en el aprovechamiento de los nutrientes de este sustrato (Cuadro 1). Esto se refleja también en el hecho de que el aumento de las dosis de vermicompost no indujo una mejora en las variables de crecimiento, como sí sucedió en el caso del compost de broza (Cuadros 8 y 9).

Cuadro 8. Efecto de los sustratos orgánicos con y sin complemento nutricional químico sobre las variables de crecimiento de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.). Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero-mayo 2000.

Tratamiento	Altura planta (cm)	Peso raíz(g)	Peso aéreo (g)	Peso total (g)
Vermicompost 25%				
Con fertirriego	4,125	0,800	0,775	1,575
Sin fertirriego	3,042	0,313	0,275	0,575
50%				
Con fertirriego	4,125	0,775	0,800	1,575
Sin fertirriego	3,125	0,350	0,350	0,700
Compost de broza: 25%				
Con fertirriego	7,125	2,850	4,125	6,975
Sin fertirriego	5,875	1,725	1,975	3,700
50%				
Con fertirriego	9,458	3,200	4,200	7,400
Sin fertirriego	6,833	2,375	3,325	5,700

La explicación más razonable para los altos contenidos de aluminio y manganeso presentes en el vermicompost, es que el pasto del cual se alimentó el ganado creció en un suelo muy ácido. Los altos contenidos de metales pesados presentes en algunos abonos orgánicos son una limitante para la escogencia de los materiales parentales a partir de los cuales se fabrican, ya que pueden influir negativamente sobre el crecimiento de las plantas (Sterret *et al.*, 1983).

Cuadro 9. Estimadores de las diferencias de las variables de crecimiento de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) de acuerdo a los tratamientos orgánicos. Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero-mayo 2000.

Tratamiento	Altura planta (cm)	Peso raíz (g)	Peso aéreo (g)	Peso total (g)
Vermicompost vs Compost de broza	-3,71**	-1,97**	-2,85**	-4,83**
Con fertirrigación vs Sin fertirrigación	1,48**	0,71**	0,99**	1,71**
Vermicompost: 25% vs 50%	-0,08	-0,01	-0,10	-0,12
Compost broza: 25% vs 50%	-3,29**	-1,00*	-1,42	-2,42**

** significativo al 0,01

* significativo al 0,05

La adición de fertilizante a través del agua de riego mejoró significativamente el crecimiento de las plantas en ambos sustratos orgánicos (Cuadros 8 y 9). Esa misma tendencia se mantuvo en el experimento 4, pero en este caso hubo un mayor impacto del fertirriego sobre las variables de crecimiento (Cuadro 10). En ese sentido, la materia orgánica favorece la absorción de los nutrientes orgánicos presentes en ella, así como aquellos inorgánicos añadidos como complemento (Vaughan y Malcom, citados por Chen y Aviad, 1990). Además, es posible que se reduzca la pérdida de nutrientes inorgánicos por lixiviación debido al aumento del CIC (Mays y Giordano, 1991 citados por Solórzano, 1997).

El fertilizante químico atrasó la germinación, con un impacto menor sobre la emergencia total final (Cuadro 10). Debido al problema de la alta salinidad sobre la emergencia de las plántulas, se introdujo el tratamiento de 10-30-10 en mezcla con el sustrato de la mitad inferior de la bolsa (experimento 4), sin embargo, su efecto negativo sobre la germinación se mantiene aún en este caso, pero en menor magnitud (Cuadro 10). Esto se puede deber a que el proceso de evaporación produce un arrastre de las sales hasta la zona donde está la semilla, donde se produciría el mismo efecto osmótico. Es im-

Cuadro 10. Efecto de distintos tratamientos de nutrición sobre la germinación y las variables de crecimiento de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en almácigo. Pococí, Limón, Costa Rica. Febrero-mayo 2000.

Tratamiento	Germinación (%)		Altura (g)	Peso radical (g)	Peso aéreo (g)	Peso total (g)
	21 dds ¹	30 dds				
Broza	50,25a ²	66,00a	16,13b	10,33ab	15,55b	25,88b
Broza+ fertirrigación 2,5 g/l 20-20-20	51,75a	64,50ab	21,75a	11,00a	23,98a	34,98a
Broza +10-30-10	6,00b	61,00ab	10,00c	4,25c	7,48c	11,73c
Broza + 10-30-10 1/2	37,00a	56,50b	14,50b	8,20b	13,00b	21,20b

¹ Días después de la siembra.

² Tratamiento con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas según Prueba de Turkey 5%.

portante aclarar que el menor tamaño y peso de las plantas de los tratamientos con 10-30-10 reflejan un atraso de una semana en el crecimiento que acarrear dichos tratamientos desde la germinación y por lo tanto no son producto de un desarrollo más pobre.

Conclusiones:

Los resultados de este trabajo demuestran la importancia de la fertilización orgánica durante los estados iniciales de la plántula de papaya, cuando la dosificación con fertilizantes químicos es más difícil debido a los problemas con la emergencia.

El efecto del fertilizante granulado puede variar de acuerdo con las condiciones de precipitación debido a las variaciones de la concentración de las sales en el sustrato, lo cual dificulta la estandarización de una recomendación. Lo anterior no sucede con el fertilizante orgánico, porque sus elementos nutritivos no están en forma salina y por lo tanto no pueden afectar tan fuertemente la concentración osmótica de la solución del suelo, lo cual sumado al efecto estimulador sobre la emergencia de las plántulas, justifica la utilización del compost en la preparación de almácigos de papaya.

Debido al rápido crecimiento de la papaya observado, la nutrición orgánica se puede comple-

mentar con fertilizante inorgánico. La fuente (20-20-20) y dosis (2,5 g/l) utilizada en este trabajo permiten su aplicación con regadera encima de las hojas de la planta sin producir ningún efecto detrimental, lo cual resulta muy rápido y práctico. La combinación de la nutrición orgánica e inorgánica resulta muy provechosa debido a la mejora en el aprovechamiento de los elementos, tanto por la absorción como por la disminución de las pérdidas por lixiviación.

El mayor problema de los abonos orgánicos se refiere a su alta variabilidad causada por los materiales parentales a partir de los cuales se fabrican. Esto implica una dificultad en su estandarización, requisito indispensable para su uso a nivel comercial (Vavrina citado por Roe, 1996). En nuestro país, la fabricación de compost de características estandarizadas facilitaría grandemente la preparación de almácigos, al permitir también una estandarización del proceso productivo, garantizando una calidad estable en el tiempo.

Agradecimiento:

Los autores agradecen a la Escuela de Agricultura del Trópico Húmedo (EARTH), así como a la Hacienda Juan Viñas por facilitar el vermicompost y el compost de broza de café utilizados en el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ANDREOLLI, C.; KHAN, A.A. 1993. Improving papaya seedling emergence by matricconditioning and gibberellin treatment. *HortScience* 28(7): 708-709.
- ARGERICH, A.; BRADFORD, K, J. 1989. The effects of priming and ageing on seed priming. *Journal of Experimental Botany* 40:599-607.
- AWADA, M.; SUEHISA, R.H. 1983. Sodium, potassium and magnesium effects on growth, petiole composition, and elemental distribution in young papaya plants in sand culture. *Hawaiian Institute of Tropical Agriculture and Human Resources Research Series. Bulletin no. 83.* 60 p.
- CHEN, Y.; AVIAD, T. 1990. Effect of humic substances on plant growth. *In: Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. Proceedings of a Symposium cosponsored by the International Humic Substances Society (1985, Chicago, Ill., EEUU) Chicago, EEUU. American Society of Agronomy Inc. Soil Science Society of America Inc. p.68-78.*
- CHOW, Y.J.; LIN, C.H. 1991. Hydroxybenzoic acid as a major phenolic germination inhibitor of papaya seed. *Seed Science Technology* 19:167- 174.
- KHAN, A. A.; MAGUIRE, J.D.; ABAWI, G.S.; ILYAS, S. 1992. Matricconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. *Journall of American Society for Horticultural Sciences* 117(1): 41-47.
- MAC CARTHY, P.; CLAPP, C.E.; MALCOM, R.L.; BLOOM, P.R. 1990. An introduction to soil humic substances. *In: Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. Proceedings of a Symposium cosponsored by the International Humic Substances Society (1985, Chicago, Ill., EEUU) Chicago, EEUU. American Society of Agronomy Inc. Soil Science Society of America Inc. p. 55-67.*
- MORALES, J. ; HERRERA, J. 1997. Efecto de la solarización y del basamid sobre semillas de seis especies de malezas y el chile dulce (*Capsicum annum*). *Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit.* 30 (1):15-26.
- ROE, N.E. 1998. Compost utilization for vegetable and fruit crops. *HortScience* 33(6): 934-937.
- SOLORZANO, J.A. 1997. Evaluacion de enmiendas en el cultivo de mora silvestre var. vino *Rubus praecipus* en la cima de Dota, San Jose, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 108p.
- STERRET, S.B.; REYNOLDS, C.W.; SCHALES, F.D., CHANEY, R.L.; DOUGLASS, L.W. 1983. Transplant, quality, yield and heavy-metal accumulation of tomato, muskmelon and cabbage grown in media containing sewage sludge compost. *Journal of American Society for Horticultural Science*