

Efecto de diferentes combinaciones de sustratos (arena, suelo y/o bagazo de caña de azúcar) sobre la germinación de semillas y altura de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.)

Effect of different substrate combinations (sand, soil and/or sugarcane bagasse) on seed germination and plant height of guava (*Psidium guajava* L.)

Jesús Rafael MÉNDEZ NATERA ✉, **Marcotrino Jesús MORENO** y **Juan Francisco MOYA**

Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente, Venezuela. E-mail: jmendezn@cantv.net ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 28/06/2008 Fin de primer arbitraje: 15/02/2009 Primera revisión recibida: 26/04/2009
Fin de segundo arbitraje: 28/05/2009 Segunda revisión recibida: 29/05/2009 Aceptado: 30/05/2009

RESUMEN

El objeto fue evaluar el efecto de diferentes combinaciones de sustratos sobre la producción de plántulas de guayaba. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Las mezclas de sustratos se hicieron en base a peso y en proporciones iguales. Los tratamientos utilizados fueron: arena, suelo, bagazo, arena+suelo, arena+bagazo, suelo+bagazo y arena+suelo+bagazo. Se evaluó el porcentaje de germinación (PG) a los 13 días después de la siembra (dds) de manera continua hasta el día 17 y luego a los 27, 32, 37 y 47 dds. Se determinó el número medio de días a total germinación (NMDTG) y el índice de la velocidad de germinación (IVG) así como el porcentaje de plantas perdidas (PPP). La altura de plantas (AP) se midió a partir de los 37 dds a intervalos de 10 días hasta los 122 dds y se determinó la tasa de crecimiento en altura (TCA). Se realizó el análisis de varianza y las diferencias entre tratamientos se determinaron mediante la prueba de la mínima diferencia significativa ($p \leq 0,05$). Entre los resultados obtenidos, el mayor PG a los 15, 16 y 17 dds se observó en arena con 12,50; 30,00 y 47,08%, respectivamente, mientras que a los 27 dds, este sustrato obtuvo el mayor PG (78,75%), siendo similar a bagazo y bagazo+arena. A los 47 dds, en arena se observó el mayor PG (84,58%), superando a los sustratos arena+suelo y suelo (55,83 y 45,42%, respectivamente) y el mayor IVG (6,3), siendo similar a los sustratos bagazo y bagazo+arena. No se encontraron diferencias significativas para el NMDTG, PPP y AP a los 37 y 47 dds con promedios generales de 25,2 días; 94,34%; 2,43 cm y 2,68 cm, respectivamente. La mayor AP a los 57 dds se observó en los sustratos arena+suelo, suelo y arena, mientras que a los 67, 77, 87, 97, 107 y 122 dds y la TCA, los mayores valores se produjeron en suelo y arena+suelo con una AP de 22,23 y 20,09 cm, respectivamente para los 122 dds. Estos resultados sugieren la utilización de los sustratos suelo y arena+suelo para la producción de plántulas de guayaba incrementando el número de semillas en la bolsa de siembra.

Palabras clave: Sustrato, producción de plántulas, guayaba, germinación, altura

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of different substrate combinations on the production of seedlings of guava. The experimental design was a randomized complete block with four replications. Substrate mixtures were based on weight and in equal proportions. The used treatments were: sand, soil, bagasse, sand + soil, sand + bagasse, soil + bagasse and sand + soil + bagasse. Germination percentage (GP) was evaluated at 13 days after sowing (das) on an ongoing basis until 17 days and it was measured at 27, 32, 37 and 47 das. Also, mean number of days to complete germination (MNDCG) and rate of germination speed (RGS) were evaluated and also percentage of lost plants lost (PLP) was measured. Plant height (PH) was measured from 37 das at intervals of 10 days to 122 das and the rate of height growth (RHG) was evaluated at 122 das. An analysis of variance was performed and differences among treatments were determined by least significant difference test ($p \leq 0.05$). The biggest GP at 15, 16 and 17 das was observed in sand with 12.50, 30.00 and 47.08%, respectively, while at 27 das, in sand occurred the largest GP (78.75 %), being similar to bagasse and sand + bagasse. At 47 das, sand showed the highest GP (84.58%), surpassing the substrates sand + soil and soil (55.83 and 45.42%, respectively) and the biggest RGS (6.3) was similar to substrates bagasse and sand + bagasse. No significant differences were found for MNDCG, PLP and PH at 37 and 47 das with averages of 25.2 days, 94.34%, 2.43 cm and 2.68 cm, respectively. The tallest plant at 57 occurred in sand + soil, soil and sand, while at 67, 77, 87, 97, 107 and 122 dds and TCA the biggest values occurred in soil and sand + soil with values of 22.23 and 20.09 cm, respectively for the 122 dds. These results suggest the use of soil and sand + soil substrates for the production of seedlings of guava increasing the number of seeds in the sowing bag.

Key words: Substrate, seedling production, guava, germination, height

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos frutales lleva consigo una importante inversión desde el inicio del cultivo en el semillero o vivero hasta su plantación al terreno definitivo. Uno de las etapas más delicadas es precisamente los inicios de la plantación donde la planta es susceptible a muchos cambios (climáticos, físicos y químicos) y es donde requiere una mayor atención y una mayor disponibilidad de nutrientes para alcanzar un desarrollo óptimo y por consecuencia una mejor capacidad de adaptación al terreno, permitiéndole obtener una mayor eficiencia al momento de comenzar su producción.

La guayaba es una de las frutas más importantes desde el punto de vista dietético. Contiene calcio, fósforo y vitaminas C y A. Hay variedades con bastante carotenos, mientras que otras son ricas en ácido ascórbico (Hoyos, 1989).

Por otro lado, la caña de azúcar es uno de los cultivos que mayor cantidad de materia orgánica produce mediante el proceso de obtención de sus productos primarios en el central azucarero. El bagazo es uno de los principales subproductos orgánicos con alrededor del 28 a 32% de la caña molida (Velarde Sosa, 2004) y el cual es utilizado por los centrales como combustible para las calderas o simplemente es desechado a los patios de los centrales. Venezuela posee una área sembrada de caña de azúcar superior a las 130.000 ha, con un rendimiento aproximado de 60.000 kg/ha (Fedeaagro, 2007), la producción de bagazo sería aproximadamente más de 2 millones de TM en cada zafra de este cultivo.

El objeto fue evaluar el efecto de diferentes sustratos (arena, suelo, bagazo) y sus combinaciones sobre la producción de plántulas de guayaba

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo desde el 29 de Junio al 29 de Octubre de 2007, en el vivero de Postgrado en Agricultura Tropical de la Universidad de Oriente, Campus Juanico, Maturín Estado Monagas, ubicado geográficamente a 9° 45' de Latitud Norte y 63° 11' de latitud Oeste, a una altura de 65 m.s.n.m., y temperatura media anual de 25,9 °C (Estación Meteorológica F.A.V.).

Para la recolección de las semillas se hizo una visita de campo a la población de Jusepín, estado Monagas para la recolección de los frutos en una siembra comercial, los cuales fueron tomados directamente del árbol cuando presentaban un color amarillo lo que es indicativo de su madurez fisiológica. Luego se procedió a extraer las semillas de los frutos aplicando un chorro de agua y con la ayuda de un colador casero para tratar de eliminar todo el tejido posible de las mismas (Hoyos, 1989). Las mezclas de sustratos se hicieron en base a peso y en proporciones iguales. Los sustratos utilizados fueron bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), suelo franco arenoso y arena. El bagazo de caña (ya descompuesto) se obtuvo del Central Azucarero Cumanacoa localizado en Cumanacoa, municipio Montes, estado Sucre, Venezuela. El suelo fue recolectado en los terrenos ubicados en la Universidad de Oriente (suelo franco arenoso), *Campus* los Guaritos, Maturín. La arena se recolectó en los alrededores del río Boquerón de Amana, Maturín, estado Monagas. La cantidad recolectada de cada uno de estos sustratos fue de aproximadamente 92 kg de suelo, 97 kg de arena y 44 kg de bagazo de caña de azúcar. Los tratamientos utilizados fueron: arena, suelo, bagazo, arena+suelo, arena+bagazo, suelo+bagazo y arena+suelo+bagazo.

Las mezclas de sustratos se hicieron en base a peso y en proporción 1:1 para arena + bagazo; suelo + bagazo; arena + suelo y en proporción 1:1:1 para la mezcla de los tres sustratos (arena + suelo + bagazo). Luego de preparadas las mezclas se procedió al llenado de las bolsas de polietileno de 17cm x 20cm para el establecimiento del ensayo. Se colocaron 6 semillas por bolsa.

El diseño experimental que se utilizó fue un bloques al azar, se realizó el análisis de varianza convencional y para detectar diferencias entre promedios de tratamientos se utilizó la prueba de la mínima diferencia significativa (MDS) con un nivel de significación de 5 % el cual se realizó a partir de siete tratamientos con cuatro repeticiones para un total de 28 unidades experimentales distribuidas en bolsas de polietileno y con un número de 10 bolsas por cada unidad experimental.

Se evaluó el porcentaje de germinación (PG) a los 13 días después de la siembra (dds) de manera continua hasta el día 17 y luego se midió a los 27, 37 y 47 dds. Se determinó el número medio de días a total germinación (NMDTG) y el índice de la

velocidad de germinación (IVG). El porcentaje de plantas perdidas (PPP) se midió a lo largo del desarrollo del experimento. La altura de plántulas (AP) se midió a partir de los 37 dds a intervalos de 10 días hasta los 122 dds y se determinó la tasa de crecimiento en altura (TCA). Se realizó el análisis de varianza y las diferencias entre tratamientos se determinaron mediante la prueba de la mínima diferencia significativa. El nivel de significación fue 5% (Gomez y Gomez, 1984).

RESULTADOS

El mayor PG a los 15, 16 y 17 dds se observó en el sustrato arena con 12,50; 30,00 y 47,08%, respectivamente, mientras que a los 27 y 37 dds, este sustrato obtuvo el mayor PG (78,75 y 83,75%, respectivamente), siendo similar a los sustratos bagazo y arena + bagazo (Cuadro 1). A los 47 dds, en el sustrato arena se observó el mayor PG (84,58%), superando a los sustratos arena+suelo y suelo (55,83 y 45,42%, respectivamente). El mayor IVG (6,3 semillas/día) ocurrió en arena, siendo similar a los sustratos bagazo y bagazo+arena (Cuadro 1). No se encontraron diferencias significativas para el NMDTG, PPP y AP a los 37 y 47 dds con promedios generales de 25,2 días; 94,34%; 2,43 cm y 2,68 cm, respectivamente. La mayor AP a los 57 dds se observó en los sustratos arena+suelo, suelo y arena, mientras que a los 67, 77, 87, 97, 107 y 122 dds y la TCA ocurrió en los sustratos suelo y arena+suelo con una AP de 22,23 y 20,09 cm, respectivamente para los 122 dds (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

La investigación comprendió 122 días desde la siembra de las semillas hasta la edad de trasplante de las plantas, en este tiempo los sustratos bajo estudio permitieron el desarrollo de las plántulas alcanzando una edad adecuada para su trasplante coincidiendo con Hoyos (1989) quien indicó que cuando se cultiva con fines comerciales, las semillas se siembran en semilleros esterilizados, permaneciendo unos 110 días. Por otra parte, Avilán y Leal (1989) señalaron que las plantas deben permanecer en semillero hasta alcanzar una altura de 25 cm aproximadamente, para el momento del trasplante. El promedio de altura estuvo por debajo de este valor (10,6 cm), pero los tratamientos SUELO y AR_SU obtuvieron 22,23 y 20,09 cm, respectivamente, valores cercanos a 25 cm.

La germinación se inició el día 13 después de la siembra, estando por debajo de lo reportado por Cetrone (1984) quien indicó que la germinación, en condiciones normales, es decir, sin ningún tratamiento a la semilla, se inició entre 15 y 20 días después de la siembra, alcanzando un máximo de 10 a 15 días después, y estabilizándose entre 40 y 55 días después de la siembra.

La altura de planta a los 37 y 47 días fue 2,43 y 2,68 cm, estando estos valores por debajo de aquellos obtenidos por Cetrone (1984), quien obtuvo valores de 6,01 cm con plantas desarrolladas a pleno sol y de 3,45 cm bajo umbráculo y en otro

Cuadro 1. Promedios para el porcentaje de germinación de semillas de guayaba (*Psidium guajava* L.) en diferentes sustratos y sus combinaciones.

Sustratos	Porcentaje de Germinación e índice de la velocidad de germinación (IVG)							IVG
	15 †	16	17	27	37	47		
ARENA	12,50 A ‡	30,00 A	47,08 A	78,75 A	83,75 A	84,58 A		6,3 A
AR_BA	2,08 B	14,59 B	27,92 B	57,50 AB	69,17 AB	73,75 AB		4,9 AB
SU_BA	1,25 B	15,42 B	23,75 BC	55,00 BC	64,17 AB	70,42 AB		4,5 B
BAGAZO	2,08 B	14,58 B	27,50 B	62,50 AB	68,75 AB	70,00 AB		4,9 AB
AR_SU_BA	0,00 B	16,25 B	25,00 BC	53,33 BC	60,42 BC	66,25 AB		4,4 BC
AR_SU	0,84 B	13,75 B	21,25 BC	45,00 BC	53,34 BC	55,83 BC		3,7 BC
SUELO	1,67 B	6,66 B	11,25 C	32,08 C	40,83 C	45,42 C		2,8 C
M. D. S.	7,29	11,32	14,52	23,18	22,51	20,19		1,62
C. V. (%) ¥	168,12	47,93	37,24	28,43	24,08	20,40		24,33

† Días después de la siembra. ¥ C. V. = Coeficiente de variación

‡ Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$) según la prueba de la mínima diferencia significativa (M. D. S.)

ARENA: Arena; SUELO: Suelo; BAGAZO: Bagazo; AR_SU: Arena + Suelo; AR_BA: Arena + Bagazo; SU_BA: Suelo + Bagazo y AR_SU_BA: Arena + Suelo + Bagazo.

experimento reportó 6,18 cm para plantas desarrolladas a pleno sol y 3,03 cm para plantas sembradas en umbráculo, ambas evaluaciones de sus dos experimentos se realizaron a los 43 días de la siembra.

Para los 122 días, la altura promedio fue 10,60 cm, siendo los tratamientos SUELO con 22,23 cm y AR_SU con 20,09 cm los de mejor comportamiento, estos registros están por debajo de los obtenidos por Martínez (1993) quien reportó promedios variando de 25 cm hasta 33,9 cm para semillas con tratamientos de inmersión en ácido giberélico en dosis de 0, 125, 250 y 500 ppm y con períodos de inmersión de rápida y de 12, 24 y 48 horas.

En el sustrato arena se produjo una mayor germinación en comparación con los tratamientos arena + suelo y suelo, sugiriendo que el suelo presentó las peores condiciones para la germinación y probablemente le confirió al sustrato arena + suelo, propiedades deletéreas para estimular la germinación. Resultados similares reportaron Kannark y Saiwa (2000) quienes indicaron que la arena fina y la cáscara quemada de arroz o sustratos conteniendo alguno de ellos parecieron ser el mejor sustrato de siembra para la germinación de semillas en *Amoora polystacya* con ninguna diferencia significativa en el porcentaje de germinación entre estos sustratos y el promedio del porcentaje de germinación de las semillas en la cáscara quemada de arroz fue el más alto (87%), en arena fue 84%, mientras, los

porcentajes de germinación de las semillas en suelo fue el más bajo (31%). Adicionalmente, Adeyemi e Ipinmoroti (2006) evaluaron cinco sustratos de germinación (arena de río, suelo, aserrín, arena + aserrín (relación 1:1) y suelo + aserrín (relación 1:1) en la pregerminación de semillas de cinco clones de café robusta y encontraron que el porcentaje de emergencia en aserrín (63,2) fue significativamente más alto comparado con los otros sustratos con valores de 49,3; 46,1; 42,4 y 36,8% para arena, suelo + aserrín, arena + aserrín y suelo, respectivamente. Por otra parte, Okeyo y Ouma (2008) no encontraron diferencias significativas entre los sustratos arena y suelo para el porcentaje de germinación de semillas lavadas de lechosa (70,82 y 69,18%, respectivamente).

En los sustratos suelo y arena + suelo se produjeron las plantas de guayaba más altas en comparación con el resto de los sustratos incluidos arena, es decir, una tendencia inversa a aquella de la germinación, donde el suelo fue el peor sustrato. Estos resultados sugieren que el suelo presentó mejores condiciones para el crecimiento de las plantas y que le confirió a la mezcla arena + suelo parte de esas buenas condiciones, porque este sustrato se comportó mejor que la arena sola. Similares resultados presentaron Okeyo y Ouma (2008) quienes reportaron una mayor altura de planta de lechosa (11,6 cm) bajo el sustrato suelo en comparación con la arena (5,6 cm). Por otra parte, Rahman *et al.* (2000) encontraron valores de 16,0; 14,3; 12,7 y 10,9 cm para la altura de plantas de *Phlox drummondii* para

Cuadro 2. Promedios para la altura de la planta (cm) de guayaba (*Psidium guajava* L.) en diferentes sustratos y sus combinaciones.

Tratamientos	Altura de la planta (cm) y tasa de altura (TA) (cm/semana)								
	57 †	67	77	87	97	107	122	TA	
SUELO	4,33 A ‡	6,03 A	8,56 A	10,74 A	14,045 A	18,21 A	22,23 A	1,6 A	
AR_SU	4,80 A	6,42 A	8,82 A	10,84 A	13,635 A	16,76 A	20,09 A	1,4 A	
ARENA	3,90 A	4,73 B	6,26 B	7,02 B	8,140 B	9,22 B	10,53 B	0,7 B	
SU_BA	2,78 B	2,97 C	3,33 C	3,36 C	4,035 C	4,65 C	7,29 BC	0,4 BC	
AR_SU_BA	2,66 B	2,89 C	3,22 C	3,35 C	3,64 C	4,03 C	5,33 C	0,3 C	
BAGAZO	2,95 B	3,19 C	3,50 C	3,51 C	3,73 C	4,03 C	4,51 C	0,2 C	
AR_BA	2,97 B	3,18 C	3,54 C	3,48 C	3,82 C	3,82 C	4,20 C	0,2 C	
M. D. S.	0,91	1,20	1,61	2,23	2,69	3,24	4,32	0,34	
C. V. (%) ¥	17,61	19,21	20,34	24,80	24,87	25,13	27,43	34,09	

† Días después de la siembra. ¥ C. V. = Coeficiente de variación

‡ Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$) según la prueba de la mínima diferencia significativa (M. D. S.)

ARENA: Arena; SUELO: Suelo; BAGAZO: Bagazo; AR_SU: Arena + Suelo; AR_BA: Arena + Bagazo; SU_BA: Suelo + Bagazo y AR_SU_BA: Arena + Suelo + Bagazo.

los sustratos compost vegetal + arena; compost vegetal; compost vegetal + suelo de jardín y compost vegetal + arena + suelo de jardín, respectivamente.

CONCLUSIONES

Estos resultados sugieren la utilización de los sustratos suelo y arena+suelo para la producción de plántulas de guayaba incrementando el número de semillas por bolsa en la siembra. También sugieren que el sustrato bagazo de caña de azúcar y/o sus combinaciones poseen características detrimentales para el desarrollo de las plantas de guayaba.

LITERATURA CITADA

- Adeyemi, E. A. and R. R. Ipinmoroti. 2006. Evaluation of different germination media on pre-germination performance of selected clones of robusta coffee (*Coffea canephora*) in Nigeria. Proceedings of the 21st International Scientific Colloquium on Coffee, Montpellier, France, September 2006. Association Scientifique Internationale du Café (ASIC).
- Avilán, L. y F. Leal. 1989. Manual de fruticultura. Editorial América, Caracas. Venezuela. 1475 p.
- Cetrone, Y. 1984. Efecto de la luminosidad, ácido giberélico y del etefón en la germinación de semillas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y respuestas de las plántulas a la aplicación de combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente. 371 p.
- Fedeagro, 2007. Estadísticas Agrícolas. [on-line]. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>. [Fecha de consulta: Julio, 2007].
- Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2ed. John Wiley & Sons. New York, USA. 680 p.
- Hoyos, J. 1989. Frutales en Venezuela (nativos y exóticos). Sociedad De Ciencias Naturales La Salle, Caracas. Venezuela. 375 p.
- Kannark, P. and Saiwa, S. 2000. Effects of sowing and seed covering media on the germination of *Amoora polystachya* sedes. Forest Research Office, Royal Forest Department, Thailand. http://www.forest.go.th/Research/English/abstracts_silvic/tasua.htm. [Fecha de consulta: Agosto, 2007].
- Martínez, M. 1993. Efecto del ácido giberélico y del tiempo de inmersión en la germinación de las semillas y en el crecimiento y desarrollo de plántulas de guayaba (*Psidium guajava* L.). Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente 43 p.
- Okeyo A. and G. Ouma. 2008. Effects of washing and media on the germination of papaya (*C. papaya*) sedes. Agricultura Tropica et Subtropica 41 (1): 21-26.
- Rahman, N.; M. Zubair and R. Sher. 2000. Effect of different substrates on the growth of *Phlox drummondii*. Pakistan Journal of Biological Sciences 3 (5): 810-811.
- Velarde Sosa, E, 2004. Producción y aplicación de compost. Editorial MINREX. Primera edición, Cuba.