

## Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el desarrollo de plantas de guayaba y calidad de los suelos en vivero

### Evaluation of impact of a variety of organic fertilizers on the growth of guava and on the quality of soils in nursery

María Ormeño D.<sup>1</sup>, Adrián Ovalle<sup>1</sup>, Noris Terán<sup>2</sup> y Juan C. Rey<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA Mérida) e <sup>3</sup>Investigador. INIA CENIAP. Venezuela.

<sup>2</sup>Investigadora. Fundación CIARA, Mérida.

Correo electrónico: mormeno@inia.gov.ve; ovalleadrian@gmail.com. jcreyb@hotmail.com.

#### RESUMEN

La guayaba, *Psidium guajava* L., es un cultivo de gran importancia nutricional, sin embargo en Venezuela, no se siembra de forma tecnificada ni a gran escala y se limita actualmente a la zona sur del lago de Maracaibo. Tuvo un auge muy importante en la década de los 90 del siglo 20 pero el cultivo sufrió ataques de plagas y enfermedades que mermaron la producción y obligaron a reubicar las plantaciones en las zonas donde actualmente se encuentran. Otro factor que afectó la producción de este cultivo fue la presencia de nemátodos los cuales pasaron de los viveros a los campos. En este trabajo se presenta una alternativa agroecológica para el establecimiento de viveros de guayaba, evaluando el uso de diferentes abonos orgánicos para conocer el desarrollo de las plantas y su efecto en la calidad química y biológica de los suelos. Para ello se utilizó un testigo T1 (sin ningún abono) y 7 tratamientos (T2 Té de estiércol (20%), T3 vermicompost de lombriz líquido (10%), T4 Azotobacter, T5 Té de estiércol (20%) + Azotobacter, T6 Azotobacter + Solubilizador de Fósforo, T7 Té de estiércol (20%) + vermicompost de lombriz líquido (10%), T8 extracto de raquis de plátano (10%), 4 repeticiones en bloques al azar. El mejor tratamiento fue el T7 para el desarrollo de toda la planta (parte aérea y radicular) seguido por el T3 para el desarrollo de la raíz. Todos los tratamientos mantuvieron o mejoraron la calidad química del sustrato preparado.

**Palabras clave:** *Psidium guajava* L., municipio Tulio Febres Cordero, Comuna 12 de Octubre.

#### ABSTRACT

Guava crop, *Psidium guajava* L., has a very high nutritional value, however, its farming in Venezuela is neither extensive nor modern and it is limited to the area south of Lake Maracaibo. It was an important crop in the 90's, but it suffered plagues and diseases that led to a decline in the production of guava and forced its farmers to locate its cultivation to the aforementioned area where it is currently grown. Another factor that negatively impacted the production of guava was the presence of nematodes, which passed from the nurseries to the fields. This study offers an alternative agro-ecological management of nurseries of guava by evaluating the use of different organic fertilizers in order to determine their impact on the growth process of the plants as well as on the chemical and biological quality of the soils. Control group T1 (with no fertilizer) and 7 types of treatments were used: T2 manure tea (20%), T3 worm humus or liquid Vermicompost (10%), T4 Azotobacter, T5 manure tea (20%) + Azotobacter, T6 Azotobacter + phosphorus solubilizer, T7 manure tea (20%) + worm humus or liquid Vermicompost (10%), T8 extract of plantain rachis (10%); 4 random repetitions in blocs were carried out. The best result obtained in plant growth was from treatment T7 (both on the aerial and root parts of the plant) followed by treatment T3 in the development of the root. All the treatments applied maintained or improved the chemical quality of the substrate.

**Key words:** *Psidium guajava* L., Municipality Tulio Febres Cordero, Comuna 12 October.

## INTRODUCCIÓN

La guayaba, *Psidium guajava* L., es un frutal perteneciente a la familia de las Myrtaceae, está ampliamente distribuida en los trópicos y subtropicos, creciendo de forma silvestre especialmente en América y Australia. Se considera originaria de América Tropical continental, cuyo centro de distribución no está bien definido, algunos autores indican que pudiera ser Brasil, otros que pudiera estar ubicado entre México y Perú (Avilán *et al.*, 1992).

En Venezuela se desarrolla preferentemente en zonas cálidas y soleadas del norte del país, desde el nivel del mar hasta los 1.800 m de altitud. Las plantaciones comerciales se desarrollan mejor debajo de los 1.000 m.s.n.m., con temperaturas entre los 18 a 28 °C y precipitación anual entre los 1.000 a 1.300 mm. Precipitaciones excesivas durante la fructificación hacen que los frutos de agrieten y se pierdan. Prospera en una gran variedad de suelos, desde los arcillosos, compactos y húmedos hasta los fértiles, sin embargo, en suelos francos las cosechas serán más abundantes. De acuerdo con Avilán *et al.* (1992) y Hoyos (1994) el pH debe estar entre cinco y seis, sin embargo Singh (2005) indica que debe estar entre cinco y siete.

Según Leal y Avilán (1986) una de las zonas con mayor potencial para la producción de guayaba se encuentra entre la costa oriental del lago de Maracaibo y el pie de monte andino, la cual incluye zonas de los estados Zulia, Trujillo y Mérida (eje panamericano) donde se desarrolló el ensayo. En la década de los 80, el 80% de la guayaba comercial se produjo en el noroeste del lago de Maracaibo. No obstante, la presencia del nematodo *Meloidogyne incognita* y la llegada de la mota (*Capulinia sp.*) causaron la pérdida de 2.000 ha. Las plantaciones fueron reubicadas en el sur y este del Lago de Maracaibo, constituyendo hoy en día las principales áreas de producción del país (Fermín, 2010).

Para el Ministerio del Poder Popular para Agricultura y Tierras (MPPAT, 2013), la superficie cosechada en Mérida fue de 322 ha con 18.828 kg/ha durante el año 2012 y se encuentra distribuida en cuatro municipios: Alberto Adriani, Obispo Ramos de Lora, Caracciolo, Parra y Olmedo y Tulio Febres

Cordero. A nivel mundial los países con mayor producción de guayaba son India, Brasil y México y los mayores importadores son EE. UU., Japón y Europa, los cuales los consumen de forma procesada (Singh, 2005).

El consumo de guayaba no es tan popular en el país, comparado con frutas producidas a mayores escalas y con manejo tecnificado; pese a ser un cultivo de importancia por su valor nutritivo ya sea, de forma fresca o procesada. Es la segunda fuente de vitamina C en el país después de los cítricos (Machado-Allison, 2007), contiene dos a cinco veces más contenido de vitamina C que las naranjas y 10 veces más que los tomates, moderado contenido de calcio, fósforo y buen contenido de hierro (Singh, 2005). También tiene uso medicinal como antidiarreico, anti-inflamatorio, alto contenido de antioxidantes, entre otros.

La guayaba al igual que la lechosa son producidas a pequeñas escalas, su producción está caracterizada por: 1) bajo uso de tecnología; 2) falta de aplicación de manejo fitosanitario; 3) poco conocimiento y falta de mejoramiento genético de los materiales utilizados; 4) poco apoyo (privado o gubernamental) para mejorar las condiciones para exportación; 5) falta casi absoluta de información estadística sobre áreas cosechadas, producción, rendimientos, variedades o tipos utilizados en Venezuela FEDEAGRO (2013) y FAO (2011) no muestran la producción de guayaba como frutal independiente, lo incluyen en el grupo de otros frutales; y 7) la alta variabilidad fenotípica (Fermín, 2010). El mismo autor realiza una revisión bibliográfica sobre los diferentes aspectos relacionados con el cultivo de la guayaba, encontrando que la mayor cantidad de estudios se han realizado sobre las plagas y enfermedades que afectan al cultivo, densidad de siembra y sistemas de producción, poscosecha, y más recientemente sobre genética con marcadores moleculares.

Sin embargo, pese a haber pocos estudios nacionales sobre la fertilización del cultivo, éstos se refieren principalmente a plantaciones adultas y en producción, haciendo énfasis en el uso de fertilizantes químicos. Estudios sobre fertilización orgánica no existen y a nivel de vivero sólo se encuentra el estudio del uso de

micorrizas arbusculares (Chacón y Cuenca, 1998) y la aplicación de abono de chivo en plantas sembradas en bolsas de 5 y 10 kg de suelo (Sánchez-Urdaneta *et al.*, 2010).

Por otro lado, los viveros comerciales que venden plantas de guayaba en el eje panamericano (estados Zulia, Mérida y Trujillo) no cuentan con ningún control sanitario, por lo que la calidad de las plantas vendidas no está regulada ni mucho menos certificada lo cual causó la contaminación de 250 ha de suelos con nematodos en la Comuna 12 de Octubre del municipio Tulio Febres Cordero, Mérida. Es por ello que se planteó como objetivo la necesidad de formar a los productores para que establecieran sus propios viveros, utilizando sustratos y semillas sanas introduciendo un manejo agroecológico en los mismos, con el uso de abonos orgánicos y control biológicos de plagas y enfermedades. Los resultados de este trabajo constituyen un aporte como alternativa de uso para la producción local de viveros sanos de guayaba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la parcela del Consejo Comunal de Campesinos Unidos, perteneciente a la Comuna 12 de Octubre (ex Fundo Zamorano Rafael Urdaneta), ubicado en el sector Santa Ana A, parroquia Independencia, municipio Tulio Febres Cordero del estado Mérida. El mismo se encuentra a 57 m.s.n.m y en las coordenadas UTM 0264173 y 1.005.965.

Para la preparación del sustrato se mezcló una parte de arena lavada, dos partes de tierra negra y una parte de estiércol de bovino descompuesta (seca). La mezcla fue cernida. Se desinfectó por el método de solarización (se mojó el sustrato preparado con agua caliente, se extendió de

forma uniforme sobre un plástico transparente y se tapó de forma envolvente y hermética). Este procedimiento se realizó en un sitio despejado del patio para que recibiera la mayor cantidad de sol durante todo el día. Al cabo de seis semanas se abrió, se removió el sustrato para que se ventilara y se procedió al llenado de las bolsas de polietileno para vivero de 1 kg. Se tomó una muestra de sustrato adaptando el método para suelos (Ormeño *et al.*, 2008) para realizar los análisis de fertilidad (Cuadro 1) y fitosanitarios. Se agregó el hongo benéfico *Trichoderma harzarium* producido por INIA, 50 cc por bolsa. La preparación del trichoderma consistió en diluir medio sobre (75 g) en 20 litros de agua.

La semilla fue recolectada por los productores, considerando la productividad del árbol seleccionado (cantidad, tamaño y calidad de frutos). Se limpió la semilla separándola de la pulpa; se secó por un lapso de 15 días. La misma fue pregerminada, colocándola en agua por 5 días. Se desinfectó sumergiéndola 15 min con *Trichoderma harzarium*. Luego se sembraron en bandejas previamente acondicionadas con el sustrato, una semilla por hoyo. Se aplicó el hongo trichoderma (75 g en 20 litros de agua). Se evaluó la germinación cada 8 días desde el momento de la siembra hasta la séptima semana (48 días).

Los productores del Consejo Campesinos Unidos prepararon los abonos té de estiércol y vermicompost de lombriz líquido siguiendo los procedimientos descritos en Ormeño y Ovalle (2007). El extracto de raquis de plátano (consiste en remojar por dos meses en un tanque de agua de 2.000 litros, todos los tallos y desperdicios que sobran una vez que se separan los dedos de los plátanos) fue elaborado por productores del municipio Obispo Ramos de Lora siguiendo la guía de Fundación CIARA (2012) y así ver su efecto en el cultivo de guayaba.

Cuadro 1. Resultados de análisis de fertilidad del sustrato.

	pH 1:2,5	MO (%)	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	CE (dS m <sup>-1</sup> )
<b>Sustrato</b>	7,0	2,31	1.776	642	62	216	0,61

Se utilizaron los biológicos azotobacter y solubilizador de fósforo producidos por Instituto Nacional de Sanidad Agrícola Integral (INSAI) Mérida con el fin de validar su efecto en vivero de guayaba.

Se usó un control (testigo) y siete tratamientos, cuatro repeticiones, 20 plantas por repetición para un total de 80 plantas por tratamiento y 640 plantas en total.

### Tratamientos

1. Sustrato + agua (testigo)
2. Sustrato + té de estiércol (20%)
3. Sustrato + vermicompost de lombriz (10%)
4. Sustrato + Azotobacter
5. Sustrato + Azotobacter + té de estiércol (20%)
6. Sustrato + Azotobacter + solubilizador de fósforo
7. Sustrato + té de estiércol (20%) + vermicompost de lombriz (10%).
8. Sustrato + raquis de plátano (10%)

A cada tratamiento se aplicó mensualmente 60 cc/planta, iniciando con la aplicación de los abonos, cuando las plántulas formaron dos hojas verdaderas totalmente extendidas y un segundo brote de hojas. Se realizaron sólo dos aplicaciones de los abonos, porque las plántulas se desarrollaron mucho y las raíces ya estaban sobresaliendo de la bolsa. Se repitió la aplicación de *Trichoderma* en el momento del trasplante y al mes.

En la evaluación del crecimiento de las plántulas de guayaba se extrajeron cuidadosamente las plántulas de las bolsas de cada tratamiento y se realizaron las mediciones finales, considerándose: la altura de la planta al último verticilo (ALT), número total de hojas extendidas (NH), diámetro del tallo tomado a los 5 cm. desde el cuello de la planta (DT), diámetro de la raíz principal a los 5 cm. del cuello del tallo (DR), la longitud de la raíz principal (LR) y el número de raíces secundarias (NR). Para las longitudes se utilizaron reglas graduadas con el sistema métrico universal y para los diámetros se utilizaron dos vernieres digitales. Se midieron las 80 plantas de cada tratamiento.

El análisis estadístico consistió en un análisis univariado para conocer el comportamiento de las variables y eliminar los datos anómalos.

Seguidamente se realizó una prueba de normalidad de Shapiro – Wilks apoyada por los gráficos de distribución empírica de cada variable. Finalmente, se comprobó el efecto de los tratamientos por un Análisis de Varianza y una Prueba de Medias de Tukey con una  $\alpha = 0,05$  (Tukey, 1977).

Para conocer el contenido nutricional y características físico-químicas del sustrato después de haber aplicado los abonos, se tomaron muestras compuestas por cada tratamiento, para un total de ocho muestras, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de fertilidad del suelo de INIA Mérida. Se determinó el contenido de carbono orgánico (Walkley y Black), fósforo y potasio (Olsen, pH 8,5), calcio y magnesio (Morgan modificado, pH 4,2), pH (suspensión 1:2,5), textura (Bouycoucos), conductividad eléctrica (conductímetro relación 1:5; UCV, 1993).

Se analizaron los contenidos de microelementos hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y zinc (Zn) por el método de Mehlich 3 (1984). Además, se realizó un análisis fitosanitario del sustrato en el Laboratorio de Protección Vegetal del INIA Mérida, para el descarte de patógenos y presencia de microorganismos benéficos, utilizando métodos cualitativos, siembra en plato agar, siembra por dilución para detección de bacterias fitopatógenas en medios diferenciales Kelman (+) y Kelman (-), método de tinción de Gram y de flagelo.

El laboratorio de INSAI Mérida estudió la presencia o no de bacterias utilizadas como biofertilizantes, para conocer si permanecían viables después de la aplicación en vivero en las condiciones de alta humedad y temperatura presentes en el eje panamericano (Mérida).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentaje de germinación

Al realizar los análisis de los porcentajes de germinación, los resultados fueron: a la tercera semana 15,78%, a la cuarta semana del 48%, a la quinta semana de 60,08%, a la sexta el 67,91% y a la séptima del 72%. Lo que indica que a pesar de que la semilla se pregerminó, las mismas

presentan mayor porcentaje de germinación al mes y medio.

### Características químicas de los abonos utilizados

Los resultados de los análisis de las características químicas de los diferentes abonos orgánicos utilizados en este ensayo se muestran en el Cuadro 2. Se observa que el pH presenta valores desde ligeramente a moderadamente alcalino, más elevados que el suelo utilizado como sustrato (testigo T1; cuadro 1).

El vermicompost de lombriz líquido utilizado fue el preparado por los productores cuyo valor de pH es de 7,9, lo que indica que el humus no estaba completamente maduro; éste debió tener valores cercanos a la neutralidad (Nagavallema *et al.*, 2004), sin embargo, al utilizar abonos producidos por los mismos productores se debe considerar que éstos no mantienen un patrón de calidad, pues por lo general, los productores artesanales no siguen una metodología estándar para la preparación de los mismos, lo que debe ser considerado como variable.

En tal sentido se hace necesario estandarizar los métodos de elaboración de los abonos orgánicos. Asimismo, se observa el contenido de macroelementos expresados en mg kg<sup>-1</sup> de los abonos líquidos utilizados.

Cabe destacar que las características químicas del té de estiércol no presentan variaciones considerables dependiendo del tipo de pasto que consuman los bovinos (pastos nativos, pastos mejorados o mezclas), ni de la raza de los

animales (puras o mestizas), ni del piso altitudinal en el cual fue elaborado. Sin embargo, si determina sus características químicas el material parental que dio origen a los suelos donde crecen los pastos que consumen los bovinos o si éstos fueron alimentados con complementos proteicos provenientes de un banco de proteínas (por ejemplo leucaena; Ormeño, 2010).

### Aportes de nutrientes y usos de algunos tipos de abonos orgánicos en guayaba

En la mayoría de los países latinoamericanos productores de guayaba (El Salvador, Honduras, Méjico, incluido Venezuela) los productores utilizan estiércol de ganado vacuno como sustituto o complemento de los fertilizantes químicos, en dosis de 20 kg de estiércol de vaca por planta (en producción) por año (CENTA, 2010; INIFAP, 2004; FDA, 1992).

En la India, utilizan de 30 a 40 kg de estiércol de vacuno bien descompuesto mezclado con suelo extraído en hoyos de 75 x 75 x 75 cm. más 1 kg de superfosfato. La IFA (1992) recomienda 10 kg planta<sup>-1</sup> de estiércol más 200 g de roca fosfórica en el fondo del hoyo de 60 cm<sup>3</sup> en el trasplante de plantas de guayaba.

Brasil Sobrinho *et al.* (1962), citado por Avilán *et al.* (1992) indican que una producción de 10 kg de frutos extrae del suelo 20 g de nitrógeno, 2,3 g de fósforo y 31, 3 g de potasio, siendo el nitrógeno y el potasio los elementos que deben suplirse para una buena producción de frutas. Todos los cultivos extraen nutrientes del suelo por lo que es necesario reponerlos para mantener o mejorar la producción.

Cuadro 2. Características químicas de los abonos orgánicos utilizados.

Abono	pH 1:2,5	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	CE (ds m <sup>-1</sup> )
Té estiércol	8,1	172	152	46.100	894	3,4
Vermicompost	7,9	174	152	44.560	703	2,35
Raquis	8,4	64	13	22.820	70	1,93



Los suelos en donde se produce guayaba en el estado Mérida son ácidos (pH entre valores 3,7 a 6,6) y pobres en nutrientes (bajos en fósforo, calcio, magnesio y materia orgánica), con un sistema de producción basado en el monocultivo a plena exposición solar que no aporta mayor cantidad de nutrientes al sistema. La aplicación de abonos orgánicos como elementos externos al sistema puede mejorar la disponibilidad de nutrientes a las plantas y la calidad de esos suelos (Meléndez y Soto, 2003) que a futuro servirá para tener una mayor producción de guayaba.

El té de estiércol y el vermicompost de lombriz aportan al suelo macronutrientes, especialmente fósforo, potasio, magnesio y calcio, los cuales están más disponibles para suplir los requerimientos de las plantas (Ormeño, 2011). El vermicompost también aporta micronutrientes (Nagavallema *et al.*, 2004).

En cuanto a las plántulas del estudio, estas no presentaron ningún síntoma de deficiencia de nutrientes (nitrógeno, magnesio, azufre, fósforo, calcio ni zinc) descritas por Accorsi *et al.* (1960, citado por Avilán *et al.* 1992).

El uso de vermicompost de lombriz aporta macro y micronutrientes, sustancias promotoras del crecimiento (hormonas), humus, microorganismos formadores de humus y hace más disponible el nitrógeno (Bano *et al.*, 1987, citado por Athani *et al.*, 2005; Nagavallema *et al.*, 2004).

Experimentos realizados en plantas de guayaba de 6 años de edad en la India donde se utilizaron tratamientos con vermicompost de lombriz, lombrices de tierra y combinaciones con fertilizantes químicos, demostraron que el uso de abonos orgánicos contribuyeron a aumentar los rendimientos y calidad de las frutas cosechadas, así como el mayor contenido de nutrientes en las hojas y mayor crecimiento de parámetros vegetativos (Athani *et al.*, 2005).

Naik *et al.* (2005) aplicaron abonos orgánicos en plantas de guayaba de 6 años de edad resultando como mejores tratamientos el uso de vermicompost (10 kg planta<sup>-1</sup>) y en segundo lugar las excretas de pollo (20 kg árbol<sup>-1</sup>) para el crecimiento vegetativo de las plantas, la floración, fructificación, rendimientos y calidad de la fruta.

### **Crecimiento de las plántulas de guayaba con el uso de abonos orgánicos**

Los resultados del ANOVA y prueba de medias indicaron que las plántulas de guayaba del tratamiento T7 presentaron mayores valores en las variables de crecimiento vegetativo: mayor altura de las plantas (19,7 cm.), diámetro de tallo (2,8 cm; Figura 1), longitud de la raíz principal (27,8 cm), diámetro de la raíz principal (2,5 cm) y mayor número de raíces secundarias (56; Figura 2). El tratamiento T3 (vermicompost de lombriz líquido al 10%) presentó los segundos valores en las variables relacionadas con las raíces de las plantas de guayaba. La prueba de comparación de medias indica que solo para las variables NR y DR el T7 es significativamente superior a los otros tratamientos; sin embargo, para el resto de las variables (ALT, NH, DT y LR) el T7 se encuentra siempre con los valores más altos, igualado con otros tratamientos (T6, T8, T3 y T4), por lo que se considera T7 como el tratamiento más favorable según los objetivos establecidos.

El fósforo estimula el desarrollo radicular de las plantas por lo que es importante aplicarlo desde la fase de siembra. También es útil para reponer las raíces después de un ataque de nemátodos o gallina ciega (García, 2010), por eso el tratamiento (T7) té de estiércol (20%) más el vermicompost de lombriz líquido (10%) estimuló la producción de raíces secundarias (Cuadro 3). El T8 (extracto de raquis) fue el mejor tratamiento para ser usado como abono foliar porque estimuló la formación de hojas

Los tratamientos con abonos orgánicos proporcionan un vigor integral a las plantas de guayaba, lo cual se manifiesta mediante la correlación positiva que existe entre la altura de la planta (ALT) y diámetro del tallo (DT; 0,55) y entre el DT y diámetro de la raíz (DR; 0,57).

### **Características químicas de los sustratos después de aplicar los abonos**

Por otra parte, se puede observar que la aplicación de todos los abonos orgánicos utilizados mantiene la buena calidad del sustrato elaborado, cuyos valores de nutrientes se encuentra en el cuadro 1, y se mantienen más o menos constantes con la aplicación de todos los tratamientos (Cuadro 4).

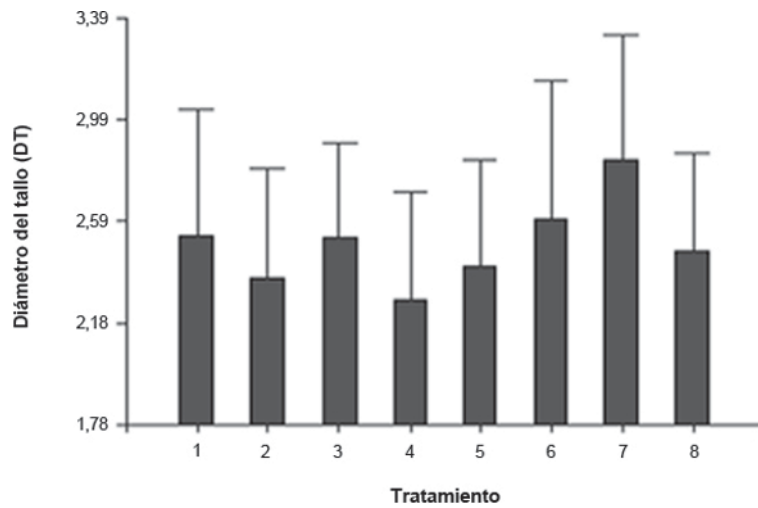


Figura 1. Diferencias en el variable diámetro de tallo en cada tratamiento.

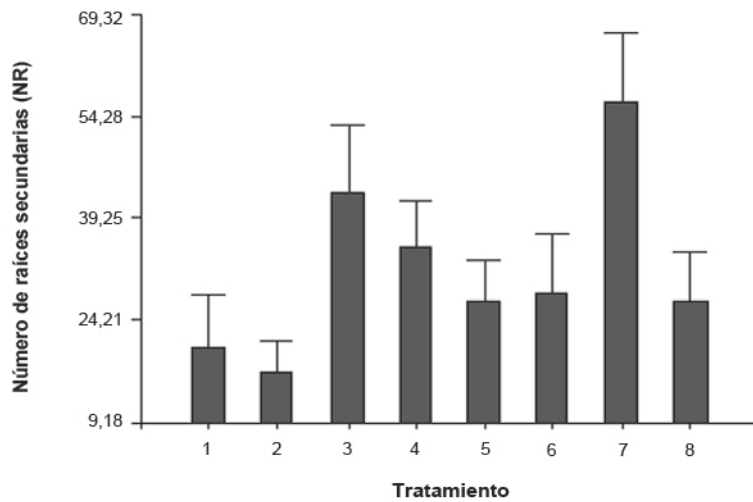


Figura 2. Diferencia en el variable número de raíces cada tratamiento.

Sin embargo, se puede observar que en los tratamientos T6 y T7 los suelos presentan menores valores con respecto al testigo, de los nutrientes magnesio, potasio y fósforo, lo que puede inferir que estuvieron más disponibles para las plantas y disminuyó su cantidad en el suelo.

Por otro lado, las plantas de guayaba abonadas con esos tratamientos también tuvieron los valores más altos en las variables vegetativas medidas, lo que indica por un lado que las

plantas tomaron los nutrientes necesarios para su desarrollo y crecimiento, y por otro que las plantas son capaces de utilizar más rápido los nutrientes aportados por los abonos té de estiércol y vermicompost (T7).

Los valores de pH se mantienen constantes lo cual coincide con lo reportado por Naik *et al.* (2005) que indica que la aplicación de abonos orgánicos ayuda a mantener el pH en valores cercanos a la neutralidad.

Cuadro 3. Resultado de análisis estadístico (comparación de medias) por tratamiento en el desarrollo de plántulas de guayaba.

Tratamiento	ALT (cm)	NH	DT (cm)	LR (cm)	NR	DR (cm)
T1 (testigo)	18,08 abc	16,42 d	2,53 bc	19,74 a	20,28 b	2,18 c
T2	17,13 ab	14,63 ab	2,36 ab	22,92 b	16,49 a	1,79 ab
T3	18,14 abc	14,82 abc	2,52 bc	28,01 d	42,89 e	2,21 c
T4	16,82 a	13,92 a	2,28 a	27,38 cd	35,12 d	1,74 a
T5	17,98 abc	14,81 ab	2,41 abc	25,19 bc	27,28 c	1,86 ab
T6	18,82 cd	15,27 bc	2,60 c	27,00 cd	28,35 c	2,04 bc
T7	19,75 d	15,78 cd	2,83 d	27,88 d	56,14 f	2,51 d
T8	18,43 bcd	16,31 d	2,47 abc	24,04 b	26,90 c	1,87 ab
DMS	1,5575	0,958	0,2154	2,6074	3,7846	0,2652

Prueba de Tukey Alfa (comparación de medias);  $P \leq 0,05$ ; letras diferentes indican diferencias significativas.

ALT: altura total de planta; NH: número de hojas; DT: diámetro del tallo; LR: longitud raíz principal; NR: número de raíces secundarias; DR: diámetro raíz principal.

Cuadro 4. Características químicas de los suelos después de aplicar los abonos orgánicos (T1 al T8).

Tratamiento	pH 1:2,5	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	MO (%)	CE (dS*m-1)
T1 (Testigo)	7,3	2.048	524	473	230	2,90	0,25
T2	7,3	2.070	544	487	219	3,11	0,22
T3	7,3	2.270	558	638	255	2,50	0,27
T4	7,4	2.226	494	615	257	3,53	0,26
T5	7,5	2.164	448	672	254	2,96	0,32
T6	7,2	2.060	344	394	195	3,24	0,19
T7	7,2	2.034	310	343	163	3,14	0,15
T8	7,2	2.190	452	451	225	3,24	0,22



Los valores de materia orgánica son superiores al testigo en todos los tratamientos a excepción de T3, Naik *et al.* (2005) mencionan que el aumento del contenido de carbono orgánico, por ende de la materia orgánica, es uno de los factores que más aportan las excretas animales a los suelos.

En un estudio similar realizado por Ormeño y Ovalle (2011) con plántulas de cacao (híbrido San Juan), el aumento de los valores de todos los nutrientes en el suelo fue mucho mayor con respecto al testigo utilizado (tierra local sola, de textura franco arenosa, valores de elevada acidez, bajo contenido de materia orgánica y de todos los nutrientes), incluso elevó los valores de pH.

Por esta razón, se considera que si los productores cuentan con suelos de texturas livianas a medias, pueden usar éste directamente, en vez de preparar un sustrato en el que se invierte tiempo y dinero en insumos (cal, materia orgánica, aserrín, entre otros). Estudios realizados por Ormeño y Zambrano (2011) en plantaciones de cacao en establecimiento en campo, el aumento de los valores de nutrientes, pH y materia orgánica se alcanzó a los 2 años, con la aplicación de

abonos y otras prácticas agroecológicas (cultivos asociados).

En cuanto a los valores de microelementos presentes en el suelo después de haber aplicado los abonos orgánicos, se puede observar en el Cuadro 5, que no fueron alterados en gran medida por los tratamientos, encontrándose en rangos medios el cobre (Cu) y manganeso (Mn) y con valores altos el hierro (Fe) y zinc (Zn).

En cuanto al componente biológico de los suelos, en ninguno de los tratamientos utilizados, hubo presencia de bacterias (fijadoras de nitrógeno ni solubilizadora de fósforo), lo que infiere que las cepas de los biofertilizantes utilizados (elaborados por INSAI Mérida) no resisten a esas condiciones ambientales (altas temperaturas) o las dosis utilizadas (recomendadas en la etiqueta del producto) son muy diluidas para este cultivo. Otra explicación pudiese ser el que existe antagonismo entre los microorganismos presentes en los abonos utilizados (té de estiércol, vermicompost de lombriz líquido y extracto de raquis) con las bacterias, lo cual sería tema de mayor detalle de estudio.

Cuadro 5. Contenido de microelementos en los suelos después de aplicar abonos orgánicos.

Tratamiento	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
T1 (testigo)	142	1	19	29
T2	152	1	13	30
T3	161	2	12	30
T4	158	2	13	3
T5	148	1	10	24
T6	150	1	10	22
T7	142	1	10	204
T8	154	1	8	3

Por otro lado, al evaluar la presencia de microorganismos patógenos se pudo verificar que en ninguno de los tratamientos hubo presencia de los mismos. Se encontró presencia de colonias de microorganismos benéficos (Cuadro 6). Un elevado número de microorganismos indica buena salud del suelo (Barea *et al.*, 1976, citado por Ram *et al.*, 2005) y mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas y los frutos.

La aplicación de fertilizantes orgánicos pudiera ser la mejor propuesta para mejorar los atributos biológicos de los suelos, lo cual en el tiempo pudiera mejorar la calidad en la producción potencial de varios cultivos (Allen *et al.*, 2002,

citado por Ram *et al.*, 2005). Nagavallema *et al.* (2004) señala que el vermicompost es rico en actividad microbiana y en reguladores de crecimiento de las plantas.

Con respecto a la presencia de *Trichoderma* sp. solo dos de los ocho tratamientos (T5 y T6) presentan presencia del hongo benéfico, lo que pudiera inferir que la cepa utilizada de este hongo benéfico no persiste en el suelo bajo las condiciones climáticas de la zona (elevadas temperaturas y humedad relativa) o que pudiese existir antagonismo entre los demás microorganismos presentes en los abonos orgánicos utilizados, lo cual también representaría un tema de estudio.

Cuadro 6. Presencia de microorganismos en el suelo después de haber aplicado los diferentes tratamientos con abonos orgánicos.

Tratamiento	Hongos benéficos	Bacterias	Insectos/plagas
1 (testigo)	<i>Penicillium</i> sp. Esporas de Micorrizas	Bacterias no patogénicas Gam +	
2	<i>Penicillium</i> sp. Esporas de Micorrizas	Bacterias no patogénicas Gam +	Ácaros
3	Esporas de Micorrizas	Bacterias no patogénicas Gam +	
4	<i>Penicillium</i> sp. <i>Rhizopus</i> sp.	Bacterias no patogénicas Gam +	Larvas de insectos
5	<i>Trichoderma</i> sp. Esporas de Micorrizas	Bacterias no patogénicas Gam +	
6	<i>Trichoderma</i> sp. Esporas de Micorrizas	Bacterias no patogénicas Gam +	
7	<i>Rhizopus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.		
8	Esporas de Micorrizas	Bacterias no patogénicas Gam +	

## CONCLUSIONES

La aplicación de abonos orgánicos es una forma de aplicar nutrientes para las plantas y mejorar la calidad química y biológica de los suelos.

Todos los tratamientos mantuvieron o mejoraron las características químicas y biológicas evaluadas

de los suelos, así como el desarrollo de las plántulas de guayaba, siendo el mejor tratamiento el T7 (té de estiércol al 20% más vermicompost de humus líquido al 10%), por presentar mejor desarrollo, mayor altura y mayor número de raíces secundarias que le dará mejores condiciones a las plantas para el trasplante en campo.

El segundo mejor tratamiento fue el T6 (Azotobacter más solubilizador de fósforo).

El T8 resultó ser el mejor tratamiento para el desarrollo de las hojas, por lo cual puede usarse como abono foliar.

### AGRADECIMIENTO

A la Fundación CIARA por haber apoyado el desarrollo de esta investigación y a la participación activa de las productoras y productores del Consejo Comunal Campesinos Unidos de la Comuna 12 de Octubre, municipio Tulio Febres Cordero, estado Mérida.

### LITERATURA CITADA

- Athani, S. I., H. S. Prabhuraj, A. I. Ustad, G. S. K. Swamy, P. B. Patil and Y. K. Kotikal. 2005. Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, leaf, major nutrient and chlorophyll content and yield of guava cv. Sardar. Proceeding of the 1<sup>st</sup> International Guava Symposium. Lucknow (India). Editors G. Singh, R. Kishun and E. Chandra. Acta Hort. 735, ISHS 2007. pp. 351-356.
- Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de fruticultura. Tomo II. Editorial América, 2da ed. pp. 807-839.
- Chacón, A. y G. Cuenca. 1998. Efecto de las micorrizas arbusculares y de la fertilización con fósforo, sobre el crecimiento de la guayaba en condiciones de vivero. *Agronomía Trop.* 48:425-444.
- Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO). 2013. Estadísticas agropecuarias Consultado: 26/07/2013. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011. FAO statistical databases (en línea). Acceso 30/05/2013. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Fermín, G. 2010. On the cultivation of guava in Venezuela. Proc. II<sup>nd</sup> IS on guava and other *Myrtaceae*. Eds: W. Rohde and G. Fermín. Acta Hort. 849, ISHS 2010. pp. 77-85.
- Fundación CIARA, Terrandina. 2012. Preparación de extracto de raquis de plátano. Proyecto conservación de la biodiversidad en paisajes productivos de los andes venezolanos. Tríptico.
- García, M. A. 2010. Guía técnica del cultivo de la guayaba. Programa MAG-CENTA-FRUTALES. El Salvador. pp. 11-16.
- Hoyos F., J. 1994. Frutales en Venezuela, nativos y exóticos. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Monografía N° 36. 2da ed. Caracas (VE). pp. 186-188.
- IFA (International Fertilizer Industry Association, FR). 1992. IFA World fertilizer use manual. Paris, FR. 383 p.
- Leal, F. y L. Avilán. 1986. Áreas potenciales para el desarrollo de diferentes especies frutícolas. La guayaba. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*. 14(3-4):157-167.
- Machado-Allison, C. 2007. Consumo de alimentos en Venezuela. Ediciones IESA, Caracas. 272 p.
- Mehlich, A. 1984. Mehlich-3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractant. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15(12):1.409-1.416.
- Meléndez, G. y G. Soto. 2003. Indicadores químicos de la calidad de abonos orgánicos. **In:** Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. San José, CR. pp. 50-63.
- Ministerio del Poder Popular para Agricultura y Tierras (MPPAT). 2013. Estadísticas sobre producción de guayaba. Comunicación personal 30/05/13. Dirección de estadística. Mérida.
- Nagavallema, K. P., S. P. Wani, S. Lacroix, V. V. Padmaja, C. Vineela, M. Babu Rao and K. L. Sahrawat. 2004. Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Theme on Agroecosystems report n° 8. Patancheru 502 324, Andra Pradesh, India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). 20 p.

- Naik, M. H. and R. Sri Hari Babu. 2005. Feasibility of organic farming in guava (*Psidium guajava* L.). Proceeding of the 1<sup>st</sup> International Guava Symposium. Lucknow (India). Editors G. Singh, R. Kishun and E. Chandra. Acta Hort. 735, ISHS 2007. pp. 365-372.
- Ormeño D., M. A. y A. Ovalle. 2007. Producción y aplicación de abonos orgánicos. Maracay, estado Aragua (Venezuela). Revista INIA Divulga, N° 10: 29-35.
- Ormeño D., M. A., C. Garnica y R. Varela. 2008. Recomendaciones para la toma de muestras de suelo con fines de diagnóstico de fertilidad y sanitario. Maracay. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 16 p. (Serie D, N° 9).
- Ormeño D., M. A. 2011. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Journal of InterAmerican Society for Tropical Horticulture. 54:103-105.
- Ormeño D., M. A. y A. Ovalle. 2011. Efectos de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero. In: XIX Congreso Venezolano de Ciencia del Suelo. Memoria. Calabozo, estado Guárico. (VE). 6 p.
- Ormeño D., M. A. y A. Zambrano. 2011. Los cultivos asociados al cacao (*Theobroma cacao* L.) como parte de un agroecosistema son una alternativa para el mejoramiento de la calidad de los suelos. Journal of InterAmerican Society for Tropical Horticulture. 53:31-33.
- Ram, R. A., S. R. Bharguvanshi, N. Garg and R. K. Pathak. 2005. Studies on organic production of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda. Proceeding of the 1<sup>st</sup> International Guava Symposium. Lucknow (India). Editors G. Singh, R. Kishun and E. Chandra. Acta Hort. 735, ISHS 2007. pp. 373-379.
- Singh, G. 2005. Recent development in production of guava. Proceeding of the 1<sup>st</sup> International Guava Symposium. Lucknow (India). Editors G. Singh, R. Kishun and E. Chandra. Acta Hort. 735, ISHS 2007. pp. 161-176.
- Tukey, J. 1977. Exploratory data analysis. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA, 668 p.
- Universidad Central de Venezuela (UCV). 1993. Métodos de análisis de suelos y plantas utilizados en el laboratorio general del Instituto de Edafología. Instituto de Edafología. Cuadernos Agronomía, año 1, N° 6, noviembre 1993. Maracay (Venezuela). 89 p.