

## Evaluación del efecto de abonos orgánicos líquidos en el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica* L.)

Evaluation of the effect of liquid organic fertilizers on the  
growth of seedlings of coffee (*Coffea arabica* L.)

Avaliação do efeito de fertilizantes orgânicos líquidos no  
crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

María Angélica Ormeño Díaz<sup>1</sup>, Adrián Ismael Ovalle Silva<sup>1</sup>,  
Juan Carlos Rey<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Av. Urdaneta, Edif. INIA, Mérida, edo. Mérida. Correos electrónicos: ormeno2008@gmail.com, ovalleadrian@gmail.com. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Av. Universidad, El Limón, Maracay Aragua. Correo electrónico: jcreyb@hotmail.com

### Resumen

Uno de los principales problemas que afecta a los sistemas de producción de café en Venezuela es la mala calidad de plántulas que se tiene al momento del establecimiento del cultivo, debido principalmente, a la utilización de sustratos que no brindan las condiciones físicas, químicas ni sanitarias necesarias. Con el objeto de estudiar el efecto de diferentes abonos orgánicos líquidos en el crecimiento de plántulas de café como una alternativa de fertilización para el manejo sustentable, se establecieron ensayos en tres sectores cafetaleros del estado Mérida. Para ello se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, cuatro réplicas con 20 plántulas cada una, siete tratamientos: T1 (testigo, sólo sustrato), T2 (sustrato + té de estiércol 20 %), T3 (sustrato + vermicompost de lombriz 10 %), T4 (sustrato + Azotobacter), T5 (sustrato + Azotobacter + té de estiércol 20 %), T6 (sustrato + Azotobacter + solubilizador de fósforo), T7 (sustrato + té de estiércol 20 % + vermicompost de lombriz 10 %), T8 (sustrato + raquis de plátano 10 %) para los sectores Río Bonito y San Juan, en el sector La Victoria el T8 utilizado fue sustrato + organismos eficientes. Las variables estudiadas

---

Recibido el 10-10-2017 • Aceptado el 30-06-2018

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: ormeno2008@gmail.com

fueron: altura planta (ALT), diámetro del tallo (DT), diámetro de raíz principal (DR), longitud de raíz principal (LR), número de hojas (NH) y número de raíces secundarias (NR). Se utilizó el análisis estadístico ANAVAR. El mejor tratamiento para el crecimiento de las plantas fue T3 para el sector La Victoria, T8 para Río Bonito y T6 para San Juan.

**Palabras claves:** variedad INIA 01, variedad Catuaí, manejo sustentable, abonos orgánicos líquidos, té de estiércol, vermicompost líquido.

### Abstract

One of the main problems affecting the systems of coffee production in Venezuela is the poor quality of seedlings taken at the time of crop establishment, mainly due to the use of substrates that do not provide the conditions physical, chemical and sanitary necessary. In order to study the effect of different liquid organic fertilizers on the growth of coffee seedlings as an alternative of fertilization for sustainable management test were established in three coffee sectors of Merida State. An experimental design of blocks at random and four replications with 20 seedlings each one was used with seven treatments: T1 (control, only substrate), T2 (substrate + manure tea 20 %), T3 (substrate + worm vermicompost 10 %), T4 (substrate + Azotobacter), T5 (substrate + azotobacter + manure tea 20 %), T6 (substrate + Azotobacter + phosphorus Solubilizer), T7 (substrate + manure tea 20 % + vermicompost worm), T8 (substrate + banana rachis 10 %) in sectors Rio Bonito and San Juan. In sector La Victoria the T8 consisted was substrate + efficient microorganism. The variables studied were: height plant (ALT), stem diameter (DT), diameter of main root (DR), length of primary root (LR), number of leaves (NH) and number of secondary roots (NR). ANAVAR statistical analysis was used. The best treatment for the growth of plants was T3 for the La Victoria, T6 to Rio Bonito sector and T8 for San Juan.

**Key words:** INIA 01 variety, Catuaí variety, sustainable management, liquid organic fertilizer, manure tea, liquid vermicompost.

### Resumo

Um dos principais problemas que afetam aos sistemas de produção de café na Venezuela é a má qualidade das mudas no momento do estabelecimento da cultura, principalmente devido ao uso de substratos que não fornecem as condições físicas, químicas e sanitárias necessárias. A fim de estudar o efeito de diferentes fertilizantes orgânicos líquidos no crescimento de mudas de café como fertilizante alternativo para a gestão sustentável, os ensaios foram estabelecidos em três setores de café no estado de Merida, em bloco em delineamento experimental randomizado, de quatro repetições de 20 mudas de cada um. T1 (testemunha, só substrato), T2 (substrato + chá de esterco 20%), T3 (substrato + vermicompostagem de minhoca 10%), sete tratamentos utilizados %), T4 (substrato

+ Azotobacter), T5 (substrato + Azotobacter + esterco chá 20%), T6 (substrato + Azotobacter solubilizante de fósforo), T7 (substrato + chá de esterco 20% + 10% vermicompostagem de minhoca), T8 (ráquis de banana como substrato ao 10%) para os setores Río Bonito e San Juan, na T8 La Victoria + substrato utilizado foi organismos eficientes. As variáveis estudadas foram: altura da planta (ALT), diâmetro (DT), diâmetro da raiz (DR), o comprimento da raiz (LR), o número de folhas (NL) e raízes secundárias (NR) da haste. foi utilizada a análise estatística de ANAVAR. O melhor tratamento para o crescimento das plantas foi o T3 para o setor de La Victoria, o T8 para o Río Bonito e o T6 para o San Juan.

**Palavras-chave:** variedade INIA 01, variedade Catuaí, manejo sustentável, fertilizantes orgânicos líquidos, chá de esterco, vermicomposto líquido.

## Introducción

El café es originario del norte de África, de allí pasó a Europa extendiéndose a sus colonias de Asia y América. En Venezuela este cultivo fue introducido en el siglo XVIII, alcanzando su máximo desarrollo en los Andes. En Mérida el café fue introducido en el municipio Antonio Pinto Salinas entre los años 1840-1849, pasó a ser la base económica de ese municipio para posteriormente extenderse a otros municipios del estado (Ormeño *et al.*, 2013b). Actualmente el café se encuentra sembrado en todo el estado, siendo los principales sectores productores el pie de monte andino del eje panamericano, eje del Mocotíes, eje Pueblos del Sur y en menor grado en el eje metropolitano. Para el 2016 el Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierra (MPPAPT), de la República Bolivariana de Venezuela estimaba una superficie sembrada de café en el estado Mérida de 10.669 ha, con una producción de 5.202 t.

## Introduction

Coffee come from north of Africa; it went to Europe extending to asian and American colonies. In Venezuela this crop was introduced in the XVIII century, reaching the peak of its development in Los Andes. In Merida, coffee was introduced in Antonio Pinto Salinas village between 1840 and 1849, it became the economic basis of this town to then extend to other towns of the state (Ormeño *et al.*, 2013b). Nowadays coffee is planted all over Merida state, being one of the main producers of the andean piedmont, being one of the main producers of the Andean piedmont, in the Panamerican, Mocotíes and southern towns axes, and to a lesser extent in the metropolitan axis. In 2016 the Ministry of Popular Power for Productive Agriculture and Land (MPPAPT), of the Bolivarian Republic of Venezuela estimated a surface planted with coffee of 10,669 ha in Merida, with a production of 5,202 t.

Muchas de las plantaciones de café del estado Mérida tienen más de 15 años de edad, están establecidas sobre suelos muy ácidos (pH entre 3,8 a 4,7) y con escasos nutrientes (menor de 10 ppm de fósforo, materia orgánica menor de 1,5 %, entre otras deficiencias), en adición, las mismas son manejadas de forma muy artesanal, con poca o ninguna aplicación de prácticas agronómicas adecuadas para el desarrollo y producción de las plantas, por lo cual, las mismas fueron mermando su producción. Aunado a la falta de un buen manejo, la presencia del insecto plaga conocido como broca (*Hypothenemus hampei*) y del hongo conocido como roya (*Hemileia vastratix*) causaron pérdidas mayores en los rendimientos de café lo cual junto con los bajos precios del café fijados por el Estado desmotivó la producción de este rubro en el estado Mérida ocasionando que muchos productores cambiaran el uso de su tierra hacia otros cultivos como el cacao, cítricos y pastos desde el año 2005, principalmente en el municipio Antonio Pinto Salinas (Ormeño *et al.*, 2013b). A pesar de esas limitaciones el café tuvo un leve repunte en el año 2007 (428 kg·ha<sup>-1</sup>) sostenido hasta el 2010 donde comenzó el descenso de su rendimiento presentando valores de 342 kg·ha<sup>-1</sup> para el 2014 (FEDEAGRO, 2016) y 305 kg·ha<sup>-1</sup> para el 2016 (MPPAPT, 2017).

Con el fin de impulsar el sector cafetalero se han diseñado por parte del Gobierno Bolivariano de Venezuela una serie de medidas como el uso de variedades tolerantes o resistentes a plagas y enfermedades y uso de abonos

Many of the coffee plantations of Merida are over 15 years old, they're established on very acid soil (pH from 3.8 to 4.7) and with few nutrients (less than 10 ppm of phosphorus, organic matter less than 1.5%, among others deficiencies) and they are handled in a very traditional way, with little to no application of adequate agronomical practices for the development and production of the plants, whence, they were depleting their production. Coupled with the lack of a good management, the presence of the insect known as coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and the fungus known as coffee rust (*Hemileia vastratix*) were the cause of most important losses in coffee yield, which, alongside the low prices of the coffee fixed as state policy, demotivated the production of this item in Merida; consequently, many producers change use of land to other crops like cocoa, citric and pasture in Antonio Pinto Salinas municipality mainly, since 2005 (Ormeño *et al.*, 2013b). Despite these limitations, the coffee had a slight upturn in 2007 (428 kg·ha<sup>-1</sup>) sustained until 2010, when its yield began to decline until values of 343 kg·ha<sup>-1</sup> in 2014 (FEDEAGRO, 2016) and 305 kg·ha<sup>-1</sup> in 2016 (MPPAPT, 2017).

In order to boost the coffee sector, a series of measurements have been designed by the Bolivarian Government of Venezuela such as the use of tolerant or resistant varieties to plagues and diseases and organic fertilization as a set of agricultural practices to improve the quality and quantity of coffee produced

orgánicos como parte del conjunto de prácticas agroecológicas que se quieren implementar para mejorar la calidad y cantidad de café producido en el país, así como, estimular la producción sustentable. Para ello, el grupo de agroecología del INIA Mérida estableció ensayos en tres sectores productores de café durante el 2013 con el fin de evaluar el efecto de diferentes abonos orgánicos líquidos sobre el crecimiento de plantas de café en vivero y como aporte de nutrientes que mejoren la calidad de los sustratos por no encontrarse información validada a este respecto en el país ni en otros países productores de café.

En contraste el uso de abonos orgánicos sólidos como compost, gallinaza, bokashi, vermicompost entre otros, en la preparación de sustratos para viveros de café o para su aplicación en plantaciones adultas, se ha reportado en varios países productores de este cultivo, Joshi *et al.* (2015) realizaron una revisión de literatura sobre los beneficios del uso de vermicompost sólido en el rendimiento de diferentes cultivos y el crecimiento de las plantas. Da Silva *et al.* (2013) encontraron que el uso de estiércol de bovino en todas las mezclas de sustratos preparados produjo buenas plántulas de café en vivero en Brasil. Otros estudios fueron realizados con abonos orgánicos sólidos en plantas de café como los de Almonte *et al.* (2010) en República Dominicana, FIAGRO (2005) en El Salvador, Monge (1999) en Costa Rica, sin embargo, no mencionan el uso de abonos líquidos para el crecimiento de plantas en vivero. En

in the country and also stimulate sustainable production. For this reason, the agroecology group of INIA-Merida, established trials in three coffee producing sectors in 2013, in order to evaluate the different effects of liquid organic fertilizer on the growth of the coffee plants in nursery and its nutritional contribution to improve the quality of the substrates, because there is no valid information in this regard in the country or other countries that produce coffee.

The use of solid organic fertilizer like compost, chicken manure, bokashi, vermicompost, among others, in the preparation of substrates for nurseries of coffee or for their application in grown-up plantations, have been reported in several countries producing this crop; Joshi *et al.* (2015) conducted a literature review about benefits of using solid vermicompost in the yield of different crops and the growth of the plants. Da Silva *et al.* (2013) found out that the use of bovine manure in all the mixtures of substrates produced good coffee seedlings in nurseries in Brazil. Other studies were made with solid organic fertilizer on coffee plants like the ones from Almonte *et al.* (2010) in Dominican Republic, FIAGRO (2005) in El Salvador and Monge (1999) in Costa Rica, however, they don't mention about use of liquid fertilizer to growth up plants in nursery. In some cases, there are references about application of foliar fertilizers obtained from fermented plants, on grown-up coffee plants, but they don't indicate doses or application frequency. This is the reason why the propose of this

algunos casos sólo mencionan que se podrían usar abonos foliares en plantas adultas en base a fermentados de plantas pero no indican las dosis ni la frecuencia de aplicación. Es por esto que la presente investigación se plantea aportar información que sirva a los productores y entes públicos encargados de la planificación agrícola del rubro café del estado Mérida y del país, sobre el manejo de viveros con prácticas sustentables para el establecimiento de nuevas superficies o para el reemplazo de plantaciones viejas e improductivas, con lo cual, los agricultores puedan producir sus propios insumos con residuos locales para contribuir al desarrollo endógeno y disminuir la dependencia foránea.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación de los ensayos**

La investigación se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre el año 2012 y 2013 en el estado Mérida. Se establecieron tres experimentos en los sectores: La Victoria ubicado en el municipio Antonio Pinto Salinas, parroquia Santa Cruz de Mora, a 600 msnm en el Valle del Mocotíes, con los productores de la Red Socialista de Innovación Productiva (RSIP) Café Agroecológico; sector Río Bonito parte alta, municipio Caracciolo Parra y Olmedo, parroquia Tucaní, en el pie de monte andino a 722 msnm en el vivero comunal de la RSIP de Café Orgánico, y en el sector El Estanquillo, municipio Sucre, parroquia San Juan, a 1.010 msnm en el vivero del Campo Experimental San Juan de INIA con clima semidesértico.

investigation is provide information for producers and public institutions in charge of the agricultural planning for the coffee production in the state of Merida and the country, about the nursery management with sustainable practices to replace old and unproductive coffee plantations or establish new surfaces, with which, farmers can produce their own supplies with local wastes, and hence, they can to contribute for the endogenous development, decreasing foreign dependency.

## **Materials y Methods**

### **Location of the experiment.**

The investigation took place between 2012 and 2013 in the state of Merida. Three experiments were established in La Victoria sector, Antonio Pinto Salinas municipality, Santa Cruz de Mora parish at 600 m above sea level in the Mocotíes valley, with the producers of Red Socialista de Innovacion Productiva (RSIP) ecological coffee. In Rio Bonito high sector, Caracciolo Parra and Olmedo municipality, Tucaní parish, in the andean foothill at 722 m above sea level, with the RSIP communal nursery of organic coffee; and El Estanquillo sector, in the Sucre municipality, San Juan parish, at 1,010 m above sea level, in the coffee nursery of INIA-San Juan Experimental Campus with a semi-desert climate.

### **Preparation and disinfection of substrates.**

Substrates were made by the farmers of each sector; each used washed river sand and black soil

## Preparación y desinfección del sustrato

La preparación del sustrato fue realizada por los agricultores de cada sector, los cuales utilizaron arena lavada de río y tierra negra (los primeros 15 cm del perfil de suelos oscuros, cuyo contenido de materia orgánica fuese mayor de 2%) en proporción 1:1. En el municipio Sucre se usó para la elaboración del sustrato una parte de arena lavada de río, 2 partes de tierra negra y 1 parte de cascarilla de arroz seca. La mezcla fue desinfectada por el método de solarización, el cual consistió en colocar la mezcla del sustrato distribuida de forma homogénea sobre un plástico transparente, con una altura de 15 cm, se humedeció con agua potable justo antes del punto de saturación, se cerró el plástico sobre la mezcla de forma envolvente según lo descrito por Gómez y Ormeño (2013a), se removió el sustrato a la semana y se volvió a humedecer, para dejarlo envuelto por otra semana al cabo de la cual, se tomó una muestra de medio kilogramo de sustrato para ser analizada en el Laboratorio de Fitopatología de INIA Mérida, con el fin de establecer la presencia o no de patógenos que pudiesen afectar el crecimiento de las plántulas, adicionalmente fue tomada otra muestra de un kilogramo para conocer la fertilidad en el Laboratorio de Fertilidad de Suelos de INIA Mérida, la mezcla fue cernida. Se procedió al llenado de bolsas de polietileno con capacidad de un kg de sustrato, posteriormente se agregó manualmente 50 mL (diluidos) por bolsa del hongo *Trichoderma*

(the first 15 cm of dark soil, whose organic matter content was greater than 2%) in proportion 1:1. In the Sucre municipality, a part of washed river sand, 2 parts of black soil and 1 part of dried rice husk were used for the elaboration of the substrate. The mixture was disinfected with the solarisation method, which consisted in putting the substrate mixtures distributed homogenously on a transparent plastic, with a height of 15 cm; it was moistened with drinking water right before the saturation point. The plastic was closed on the mixture in an enveloping way as described by Gomez and Ormeño (2013a); the substrate was remove after a week and moistened again, to leave it wrapped for another week after which. A sample of half kilogram of substrate was taken to be analyzed in the INIA Phytopathology Laboratory in Merida, in order to establish the presence or not of pathogens that could affect the growth of the seedlings; additionally, another sample of one kilogram was taken and sifted to know the fertility in the INIA Soil Fertility Laboratory in Merida. Polyethylene bags with a capacity of one kilogram of substrate were filled, then 50 mL (diluted) of the fungus *Trichoderma harzarium* (TrichoINIA) were added manually per bag with a plastic graduated cylinder. The preparation of the *Trichoderma harzarium* consisted in diluting half envelop (75 g) of concentrated spores in 20 L of water (Ormeño *et al.*, 2017). The *Trichoderma harzarium* was added again at the time of transplant to the bag and a month after establishing the nursery.

*harzarium* (TrichoINIA) con un cilindro graduado de plástico. La preparación del trichoderma consistió en diluir medio sobre (75 g) de esporas concentradas en 20 L de agua (Ormeño *et al.*, 2017). Se repitió la aplicación de trichoderma en el momento del trasplante a la bolsa y al mes de establecido el vivero.

#### **Establecimientos de germinadores**

Se utilizó semilla de café variedad INIA-01 (tolerante a la roya) en los sectores La Victoria y Río Bonito porque las dos localidades presentan incidencia de roya, y la variedad Catuaí en el sector El Estanquillo. Se establecieron los germinadores en arena de río, se aplicó *Trichoderma* sp. para su desinfección, un sobre por recipiente de 20 L. Cuando las chapolas (plantas con cotiledones) presentaron 8 cm de altura se trasplantaron a las bolsas de vivero.

#### **Uso de abonos orgánicos líquidos**

Los abonos utilizados en los tres sectores fueron preparados por los agricultores: el té de estiércol de bovino de los productores de la RSIP de Café Orgánico del sector Río Bonito y de la RSIP Café Agroecológico del sector La Victoria siguió los procedimientos descritos por Ormeño y Ovalle (2007). El vermicompost de lombriz líquido fue producido en el Fundo Zamorano Andrés Bello, el extracto de raquis de plátano fue elaborado por los agricultores siguiendo el procedimiento de Linares (2009). La caracterización química de los abonos utilizados se muestra en el cuadro 1. Se utilizaron los biológicos azotobacter y solubilizador de fósforo en la relación

#### **Seedbeds establishment.**

The INIA-01 variety (tolerant to coffee rust) coffee seed was used in La Victoria and Río Bonito sectors because both localities present incidence of coffee rust; the Catuaí variety was employed in El Estanquillo sector. Seedbeds were established in river sand and *Trichoderma* sp. was applied for its disinfection, in a ratio one envelop per 20 L container. When seedlings were 8 cm tall they were transplanted to the nursery bags.

#### **Use of liquid organic fertilizer.**

The fertilizers used in the three sectors were prepared by the farmers: bovine manure tea from the producers of the RSIP Organic Coffee in Río Benito sector and the RSIP Ecological Coffee in La Victoria sector followed the procedures described by Ormeño and Ovalle (2007). Liquid vermicompost was produced in Fundo Zamorano Andrés Bello, the plantain rachis extract was elaborated by the farmers following the procedures of Linares (2009). The chemical characterization of the used fertilizers are shown in Table 1. The azotobacter and phosphorus solubilizer produced by INSAI Merida (Instituto Nacional de Sanidad Agrícola Integral) were used in a ratio 1 L:100 L<sup>-1</sup> of water.

A dose of 60 mL plant<sup>-1</sup> of each treatment were applied once per month for four months. Application of the fertilizers started when the seedlings had two fully expanded true leaves.

#### **Experiment design.**

A random complete blocks experimental design was used with seven treatments and a control; four



**Cuadro 1: Características químicas de los abonos orgánicos líquidos utilizados.****Table 1: Chemical characteristics of the liquid organic fertilizers.**

Abono	pH	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	1:2,5					
Rio Bonito	6,9	467	508	48.920	1.813	3,95
Vermicompost						
Andrés Bello	9,0	136	140	381.200	994	8,30
Té Estiércol						
Sucre (CS)	8,1	172	152	46.100	894	3,4
Vermicompost						
Sucre (T)	7,9	174	152	44.560	703	2,35
Raquis CIARA	8,4	64	13	22.820	70	1,93

Caracterización química realizada en el laboratorio de fertilidad de suelos de INIA Mérida.

1 L · 100 L<sup>-1</sup> de agua producidos por INSAI Mérida (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral).

Se aplicó 60 mL planta<sup>-1</sup> de cada tratamiento una vez por mes por cuatro meses. Se comenzó con la aplicación de los abonos cuando las plántulas contaron con dos hojas verdaderas totalmente expandidas.

### Diseño de experimento

Se utilizó un diseño de experimento en bloques completamente al azar, con un testigo y siete tratamientos, con cuatro bloques (repeticiones), 20 plantas de cada tratamiento por repetición, para un total de 80 plantas por tratamiento y 640 plantas evaluadas en total.

Los tratamientos utilizados fueron: T1 (sustrato + agua), T2 (sustrato + té de estiércol 20%), T3 (sustrato + vermicompost de lombriz 10%), T4

blocks (repetitions) was established with 20 plants of each treatment, for a total of 80 plants per treatment and 640 plants evaluated in total. The treatments used were: T1 (substrates + water), T2 (substrate + manure tea 20%), T3 (substrate + vermicompost 10%), T4 (substrate + Azotobacter), T5 (substrate + Azotobacter + manure tea 20%), T6 (substrate + Azotobacter + phosphorus solubilizer), T7 (substrate + manure tea 20% + worm vermicompost 20%), T8 (substrate + plantain rachis 10%) in Rio Bonito and El Estanquillo sectors, while in La Victoria sector T8 used substrate + efficient organisms.

### Variables studied.

Four months after the bag transplant measurements of the plants were made. The total height was measured with a graduated ruler

(sustrato + Azotobacter), T5 (sustrato + Azotobacter + té de estiércol 20 %), T6 (sustrato + Azotobacter + solubilizador de fósforo), T7 (sustrato + té de estiércol 20% + vermicompost de lombriz 10%), T8 (sustrato + raquis de plátano 10%) para los sectores Río Bonito y El Estanquillo, en el sector La Victoria el T8 utilizado fue sustrato + organismos eficientes.

### **Variables estudiadas**

A los cuatro meses después del trasplante en bolsa se procedió a las mediciones de las plantas. Se midió con regla graduada la altura total de la planta hasta el último verticilo formado (ALT), número total de hojas expandidas (NH), diámetro del tallo (DT) a un centímetro del cuello de la planta, diámetro de la raíz principal (DR) a un centímetro del cuello, usando un vernier digital-manual y número total de raíces secundarias (NR).

### **Análisis estadístico**

A los datos obtenidos de las mediciones se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk modificado para conocer su calidad. Con base en los resultados de esta prueba se aplicó un Análisis de Varianza (ANAVAR) y el análisis de Medias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) (Tukey, 1977) a los datos normales. Cuando los datos no presentaron normalidad, se aplicó un ANAVAR no paramétrico de Kruskal y Wallis, como en el caso de diámetro del tallo (DT) en el sector El Estanquillo (Sucre) y NH y NR en el sector Río Bonito. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson para establecer su correlación entre las variables estudiadas.

### **Resultados y Discusión**

until the last formed whorl (ALT), total number of expanded leaves (NH), stem diameter (DT) to one centimeter of the neck of the plant, diameter of the stem (DR) to one centimeter of the neck, using a digital-manual vernier and total number of secondary roots (NR).

### **Statistical analysis.**

The modified Shapiro-Wilk normality test was applied to data obtained from the measurements. Based on the results of this test a variance analysis (ANAVAR) and Tukey test were applied ( $p \leq 0.05$ ) to normal data (Tukey, 1997). When the data did not show normality, a nonparametric ANAVAR of Kruskal and Wallis was applied, like in the case of stem diameter (DT) in El Estanquillo sector (Sucre) and NH and NR in Rio Bonito sector. The Pearson correlation coefficient were calculated to establish relationships between the variables studied.

### **Results and discussions**

The (Table 2) shows the the results of the growth of the coffee seedlings from the municipality of Sucre (El Estanquillo sector). They found statistically significant differences in the ALT variables, being six well-differentiated groups; in NH and RD, four groups; NR, three groups. There were no significant differences in the variable LR. In the (Table 3) the results for the variable DT where we observe four well-differentiated groups.

The most promising treatments to achieve the best growth of plants

En el (cuadro 2) se muestran los resultados del crecimiento de las plántulas de café del municipio Sucre (sector El Estanquillo). Se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables ALT, encontrándose seis grupos bien diferenciados; en NH y DR, cuatro grupos; NR, tres grupos. No hubo diferencias significativas en la variable LR. En el (cuadro 3) se muestran los resultados para la variable DT donde se observa cuatro grupos bien diferenciados.

Los tratamientos más promisorios para alcanzar el mejor crecimiento de las plantas fueron  $T6 > T5 > T4$ , por presentar mejores valores en las variables ALT, NH, DT y NR, en comparación con el testigo. NR se considera como una de las variables más importantes para el desarrollo de las plantas, porque se infiere que al presentar mayor número de raíces la superficie de exploración potencial de las mismas en el suelo es mayor en la búsqueda de agua y nutrimentos, lo que permitiría una mayor supervivencia de las plantas cuando éstas son trasplantadas en campo. Cabe destacar que en este sector el T8 (raquis de plátano) presentó el mayor valor de NR, a pesar de aportar el menor contenido de fósforo disponible en comparación con los otros abonos orgánicos (cuadro 1). Esta característica difiere de los resultados presentados en plántulas de guayaba (Ormeño *et al.*, 2013a) con el mismo abono orgánico líquido y en los otros sectores estudiados para plantas de café La Victoria y Río Bonito.

Los resultados del sector La Victoria (municipio Antonio Pinto

were  $T6 > T5 > T4$ , for presenting better values in the ALT, NH, DT and NR variables compared to the control. NR is considered as one of the most important variables for the development of the plants, due to potential of surface exploration of soil in the search of water and nutrients, which allows greater survival of the plants when they are transplanted to the field. It should be noted that in this sector, T8 (plantain rachis) has a higher value of NR, despite providing the least amount of phosphorus available compared with the other organic fertilizers (table 1). This effect differed from the results presented in guava seedlings (Ormeño *et al.*, 2013a) with the same liquid organic fertilizer and for coffee plants in the other sectors studied, La Victoria and Río Bonito.

The results in La Victoria sector (Antonio Pinto Salinas municipality) analyzed with a parametric ANAVAR are shown in table 4. In this sector there were significant differences for the NH variables, two groups well-differentiated; DT, four groups; NR and DR three groups. ALT and LR variables showed no significant differences. The best treatments for the coffee seedlings in this sector were  $T3 \geq T7$ , with little differences between each other for the studied variables and followed by T5. This results shows that the farmers can apply any of the three types of liquid organic fertilizers or its combination to establish coffee nursery, depending on availability of the local supplies to prepare them. The results match with that reported by Mosquera *et al.* (2015)

**Cuadro 2: Resultados de análisis estadístico (comparación de medias) de las variables de crecimiento de las plántulas de café por tratamiento Sector El Estanquillo (municipio Sucre), Estado Mérida.**

**Table 2: Results of the statistical analysis (comparison of means) of the growth variable of coffee seedlings by treatment El Estanquillo sector (Sucre municipality), Merida state.**

Tratamiento	ALT		NH		LR		NR		DR	
	(cm)				(cm)				(mm)	
T1 (testigo)	11,4	f	8	d	23,4	a	25	bc	0,12	d
T2	12,5	ef	11	bc	28,4	a	29	abc	0,16	bc
T3	14,3	cd	11	bc	28,3	a	27	abc	0,18	b
T4	16,0	bc	13	ab	28,7	a	29	abc	0,21	a
T5	16,7	b	13	a	22,5	a	29	abc	0,19	ab
T6	19,2	a	14	a	24,3	a	30	ab	0,18	ab
T7	14,3	cd	11	c	22,0	a	24	c	0,13	cd
T8	13,9	de	11	c	20,9	a	32	a	0,14	cd
DMS	1,76924		1,54141		7,82707		5,87823		0,03064	

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

**Cuadro 3: Resultados de la Prueba de Kruskal y Walis para la variable diámetro del tallo (DT), Sector El Estanquillo (municipio Sucre), estado Mérida.**

**Table 3: Results of the Kruskal and Walis test for the stem diameter (DT) variable, El Estanquillo sector (Sucre municipality), Merida state.**

Tratamiento	Ranqueo	
1	3,8	d
7	7,8	cd
2	12,1	bcd
8	16,5	abcd
3	20,5	abc
5	21,4	ab
4	22,5	ab
6	27,5	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Salinas) analizados con un ANAVAR paramétrico se muestran en el (cuadro 4). En este sector se presentaron diferencias significativas para las variables NH, dos grupos bien diferenciados; DT, cuatro grupos; NR y DR con tres grupos. Las variables ALT y LR no presentaron diferencias significativas. Los mejores tratamientos para el desarrollo de las plántulas de café en este sector fueron  $T3 \geq T7$ , con pocas diferencias entre ellos para las variables estudiadas y seguidos por T5, lo que indica que los productores pueden aplicar cualquiera de los tres tipos de abonos

when applying solid vermicompost to establish coffee plants. Ormeño *et al.* (2013a) showed similar results for guava seedlings in nursery, where the same treatment (T7) with manure tea + vermicompost stimulated the growth of the seedlings.

Ormeño (2011a) also obtained good results in the growth variables of the coffee seedlings fertilized with manure tea 20%. Using liquid organic fertilizer not only stimulates the seedlings growth of fruit crops but also improves yield in potato sown in the field, reaching a performance of  $35 \text{ t ha}^{-1}$ , exceeding by  $10 \text{ t ha}^{-1}$

**Cuadro 4: Resultados de análisis estadístico (comparación de medias) de las variables de crecimiento de las plántulas de café por tratamiento Sector La Victoria (municipio Antonio Pinto Salinas), estado Mérida.**

**Table 4: Results of statistical analysis (comparison of means) of the growth variables of coffee seedlings by treatment, La Victoria sector (Antonio Pinto Salinas municipality), Merida state.**

Tratamiento	ALT (cm)		NH		DT (cm)		LR (cm)		NR		DR (cm)	
T1 (testigo)	15,4	a	11	b	0,29	ab	11,4	a	21,8	abc	0,15	ab
T2	15,2	a	11	ab	0,30	a	11,6	a	21,1	bc	0,17	ab
T3	15,2	a	13	a	0,27	ab	12,5	a	27,3	ab	0,16	ab
T4	14,9	a	12	ab	0,24	cd	12,0	a	28,4	a	0,15	abc
T5	14,9	a	12	ab	0,28	ab	12,4	a	26,8	ab	0,18	a
T6	15,0	a	13	a	0,22	cd	12,6	a	26,8	ab	0,14	bc
T7	16,1	a	13	a	0,25	bc	12,5	a	28,2	ab	0,14	abc
T8	14,9	a	12	ab	0,21	d	11,3	a	16,6	c	0,11	c
DMS	2.74625		1.33756		0.03683		3.45915		7.18976		0.03998	

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

orgánicos líquidos o sus combinaciones para establecer viveros de café, dependiendo de la disponibilidad de los insumos locales para preparar los mismos. Estos resultados coinciden con lo reportado por Mosquera *et al.* (2015) al aplicar vermicompost de lombriz sólido a las plantas de café en establecimiento. Ormeño *et al.* (2013a) mostraron resultados similares para plántulas de guayaba en vivero, en el cual el mismo tratamiento (T7) con té de estiércol + vermicompost de lombriz estimuló el crecimiento de las plántulas.

Ormeño (2011a) también obtuvo buenos resultados en las variables de crecimiento en plántulas de cacao al fertilizarlas con té de estiércol al 20 %. El uso de abonos orgánicos líquidos no sólo estimula el crecimiento de las plántulas de frutales sino que también mejora los rendimientos en cultivos como en papa sembrada en campo según lo reportado por Ormeño (2011b), alcanzando un rendimiento 35 t·ha<sup>-1</sup>, superando por 10 t·ha<sup>-1</sup> el promedio de producción de papa del estado Mérida con el uso de fertilizantes sintéticos.

Los datos del sector Río Bonito parte Alta (municipio Caracciolo, Parra y Olmedo) mostrados en el (cuadro 5) indican que existen diferencias estadísticas significativas en las variables ALT, con tres grupos; DT y DR con cuatro grupos bien diferenciados cada uno. La variable LR no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados de las variables NH y NR no presentaron valores normales,

the average of potato production in Merida state with the use of synthetic fertilizers, as reported by Ormeño (2011b).

The data of Río Bonito high sector (Caracciolo Parra and Olmedo municipality) shown in table 5 indicates that there are statistical differences in the ALT variables, with three groups; DT and DR with four groups well-differentiated each one. LR variable didn't show significant differences between treatments. NH and NR variables results did not show normal values and they are shown in (table 6).

The best treatments for the growth of coffee seedlings in nursery in this sector were T8 followed by T2 and T7. The values of most of the variables were higher in T8, however, NR values were one of the lowest compared to other treatments. In this case of limited secondary roots growth, the combined use of this liquid fertilizer with others could be suggested to improve the contents of phosphorus and magnesium whose correlation is high with the growth of secondary roots. This way, the mixture of plantain rachis extract with manure tea 20% (T2) managed to get the highest number of secondary roots amongst all treatments (highest amount of phosphorus available 1.813 mg·kg<sup>-1</sup>). This ability to stimulate this rooting achieved by T2 matches what was reported by Ormeño (2011a) with the use of manure tea (20%) for coffee seedlings in nursery.

It should be noted that the use of T8 helped in the protection against fungus that cause the steel stain in

**Cuadro 5: Resultados de análisis estadístico (comparación de medias) de las variables de crecimiento de las plántulas de café por tratamiento Sector Río Bonito (municipio Caracciolo, Parra y Olmedo), estado Mérida.**

**Table 5: Results of statistical analysis (comparison of means) of the growth variables of the coffee seedlings by treatment, Rio Bonito high sector (Caracciolo Parra and Olmedo municipality), Merida state.**

Tratamiento	ALT		DT		LR		DR	
	(cm)		(cm)		(cm)		(cm)	
T1 (testigo)	15,9	bc	0,25	cd	18,2	a	0,2	cd
T2	14,5	c	0,28	abc	18,8	a	0,24	abc
T3	15,2	bc	0,3	ab	18,7	a	0,28	a
T4	15,2	bc	0,23	d	16,8	a	0,17	d
T5	17,3	ab	0,26	bcd	18,8	a	0,21	bcd
T6	15,1	bc	0,28	abc	19,5	a	0,26	ab
T7	17,3	ab	0,27	abc	18,6	a	0,21	bcd
T8	19,4	a	0,31	a	20,2	a	0,29	a
DMS	2.64670		0.04288				0.05274	

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

se muestran en el (cuadro 6).

Los mejores tratamientos para el crecimiento de las plántulas de café en vivero en este sector fueron T8 seguidos de T2 y T7. Los valores de la mayoría de las variables fueron mayores en T8, sin embargo, los valores de NR fueron uno de los más bajos en comparación con los otros tratamientos. En el caso de esta limitación en el crecimiento de raíces secundarias, se podría sugerir el uso combinado de este abono líquido con otros para mejorar el contenido de fósforo y magnesio cuya correlación es alta con el crecimiento de raíces secundarias, combinando

the Rio Bonito sector while the plants of the other treatments were affected.

As for correlation values, in general terms a positive correlation was found between the growth variables and available nutrients on substrates: NH with DT (0.9), LR (0.83), DR (0.69) and content of P (0.52). DR with DT (0.83), Ca (0.79) and EC (0.96). LR with DT (0.55), NR (0.87) and OM % (0.93). NR with P (0.6), Mg (0.79) OM % (0.79), pH (0.89) and EC (0.88); ALT with OM % (0.65) and pH (0.73).

Fúnez *et al.* (2004) in Honduras mention the weekly use of manure tea (5%) whose preparation includes other

**Cuadro 6: Resultados de la Prueba de Kruskal y Walis para las variables número de hojas (NH) y número de raíces (NR), Sector Río Bonito (municipio Caracciolo, Parra y Olmedo), estado Mérida.**

**Table 6: Results of the Kruskal and Walis test for the number of leaves (NH) and number of roots (NR) variable, Rio Bonito high sector (Caracciolo Parra and Olmedo municipality), Merida state.**

Variable N° hojas			Variable N° Raíces		
Tratamiento	Ranqueo		Tratamiento	Ranqueo	
7	3	b	3	4	c
6	12	ab	6	5	c
8	16	a	8	12	bc
3	16	a	5	16	bc
5	19	a	1	20	ab
2	22	a	4	20	ab
4	22	a	7	25	ab
1	23	a	2	31	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

extracto de raquis de plátano con té de estiércol al 20% (T2) tratamiento que logró obtener el mayor número de raíces secundarias entre todos los tratamientos (mayor contenido de fósforo disponible 1.813 mg.kg<sup>-1</sup>). Esta capacidad de estimular el enraizamiento logrado por T2 coincide con lo reportado por Ormeño (2011a) con el uso de té de estiércol (20%) para plántulas de cacao en vivero.

Cabe destacar que el uso del T8 sirvió como protección contra el ataque del hongo que causa la mancha de hierro en el sector Río Bonito mientras las plantas de los demás tratamientos se vieron afectadas.

En cuanto a los valores de correlación, en términos generales

ingredientes, which differs from the one prepared in this test. Andagoya and Zuazo (2014) while studying the use of liquid fertilizer (biofertilizer prepared by the farmers), found the worst measures for the growth of the plants compared to traditional fertilization (chemical fertilizer); however, when reviewing chemical characteristics of the prepared biofertilizer it was observed that it presented extremely acidic pH values (3.85), excessive salinity (9.28 dS m<sup>-1</sup>) and little contribution of nutrients (Ca, Mg, P, N and K). Gómez-Brandon *et al.* (2015) indicate that the use of compost tea combined with chemical fertilizers improve the growth of the plants and yields in several crops like *Centella*



se encontró una correlación positiva entre las variables de crecimiento y los nutrientes disponibles en los sustratos: NH con DT (0,9), LR (0,83), DR (0,69) y contenido de P (0,52). DR con DT (0,83), Ca (0,79) y C.E. (0,96). LR con DT (0,55), NR (0,87) y % MO (0,93). NR con P (0,6), Mg (0,79), % MO (0,79), pH (0,89) y C.E. (0,88); ALT con % MO (0,65) y pH (0,73).

Fúnez *et al.*, (2004) en Honduras mencionan el uso semanal de té de estiércol (5%) cuya preparación incluye otros ingredientes, lo cual difiere al preparado en este ensayo. Andagoya y Zuazo (2014) al estudiar el uso de abonos orgánicos líquidos (biofertilizantes preparados por los agricultores), encontraron las peores medidas para el crecimiento de las plantas en comparación con la fertilización tradicional (fertilizantes químicos), sin embargo, al revisar las características químicas del biofertilizante preparado se observó que presentó valores de pH extremadamente ácidos (3,85), excesiva salinidad (9,28 dS. mm<sup>-1</sup>) y poco aporte de nutrientes (Ca, Mg, P, N y K). Gómez-Brandón *et al.* (2015) indican que el uso de té de compost combinado con los fertilizantes químicos mejoraron el crecimiento de las plantas y los rendimientos en varios cultivos como la *Centella asiática* L. y trigo, lo cual coincide con lo reportado por Ormeño (2011b) para papa. Cuando se usa el vermicompost de lombriz líquido se obtienen aumentos del porcentaje de germinación y crecimiento de las plantas en tomate y pepino. Restrepo (2001) recomienda el uso de biofertilizantes foliares para

*asiática* L. and wheat, which matches with that reported by Ormeño (2011b) for potato. When liquid vermicompost is used, increases in the percentage of germination and growth are obtained on tomato and cucumber plants. Restrepo (2001) recommends the use of foliar biofertilizer for coffee nursery, made of bovine manure and other natural supplies. In Venezuela, MPPAT (2010) mentions the use of an organic source that contains 20 % of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (20%) applied monthly, however, it doesn't mention which sources could be used. It also indicates the use of organic foliar fertilizer to supply microelements every 10 days or liquid vermicompost in a foliar way applied weekly. Lopez *et al.* (2013) propose the use of native biofertilizer. As can be seen, there is no formal investigation about the use of liquid organic fertilizer in the study of coffee seedlings.

The use of organic fertilizer not only provides nutrients for the growth of the plants but also part of the nutrients remain in the soil or substrates for plants to take them when needed. Clarck *et al.* (1998) point out that the use of solid organic fertilizer provides nutrients (C, P, K, Ca and Mg) to the soil after four years of compost applications, which infers that these organic fertilizers are slower providing nutrients; it coincides with that indicated by Joshi *et al.* (2015) for several crops studied who indicate that the release of nutrients is slow and therefore need great amount of solid organic fertilizer to perform well, which can be unprofitable compared to the use of synthetic fertilizer. On the

los viveros de café, elaborados a base de estiércol de vacuno y otros insumos naturales. En Venezuela, el MPPAT (2010) menciona que debe usarse una fuente orgánica que contenga 20% de  $P_2O_5$  (20%) aplicado mensualmente, sin embargo, no indica cuáles podrían ser las fuentes a utilizar. Indica además que pueden usarse abonos foliares orgánicos para suplir de microelementos cada 10 días o el vermicompost de lombriz líquido de forma foliar aplicado semanalmente. López *et al.* (2013) proponen el uso de biofertilizantes para la producción de café venezolano a través del uso de la biodiversidad nativa. Como se puede observar, no existe investigación formal sobre el uso de abonos orgánicos líquidos en estudios del crecimiento de plántulas de café.

El uso de abonos orgánicos no sólo aporta nutrientes para el crecimiento de las plantas sino que parte de estos nutrientes permanecen en los suelos o sustratos para que las plantas los puedan tomar cuando los necesiten. Clarck *et al.* (1998) señalan que la aplicación de abonos orgánicos sólidos aporta nutrientes (C, P, K, Ca y Mg) al suelo después de cuatro años de aplicaciones del compost, lo que infiere que estos abonos orgánicos son más lentos en el aporte de nutrientes; coincide por lo señalado por Joshi *et al.* (2015) para varios cultivos estudiados quienes indicaron que la liberación de los nutrientes es lenta por lo que se necesitan grandes cantidades de fertilizantes orgánicos sólidos para obtener buenos rendimientos, lo que puede ser poco rentable en comparación con el uso de fertilizantes

other hand, Melendez and Soto (2003) point out that the use of liquid organic fertilizer provide nutrients to the soil in more available states for the plants and in a faster way than solid fertilizer, for this reason INIA has studied the effects of the use of liquid fertilizer on different crops emphasizing fruits and tropical crops. IFA (1992) points out that the most limiting nutrient for coffee is potassium, however, the nutrients that are most extracted from the soil by the different parts of the coffee plant are nitrogen and potassium, so it's important to supply them with the use of fertilizer that allow good growth of the coffee plants and good harvesting. In table 1 the contents of the different available cations possessing the liquid organic fertilizers used in the three trials can be observed. The application of organic fertilizer as an external element of the system can improve the availability of nutrients and the quality of the soil (Melendez and Soto, 2003). Ormeño *et al.* (2015 and 2013) present results on the contribution of nutrients to the soil and substrate from the application of liquid organic fertilizer in the same studied sectors. It agrees with the advantages in the use of liquid organic fertilizers, compost tea or liquid vermicompost reported by Gomez-Brandon *et al.* (2015) for both soil and plants.

## Conclusions

The growth of the coffee seedlings depends on the quality of the substrate used and the organic fertilizers applied, in this case the liquid fertilizers. There

sintéticos. Por otro lado, Meléndez y Soto (2003) señalan que los abonos orgánicos líquidos aportan nutrientes a los suelos en estados más disponibles para las plantas y de forma más rápida que los abonos sólidos, por esta razón el INIA ha estudiado el efecto del uso de los abonos orgánicos líquidos en diferentes cultivos haciendo énfasis en los frutales y cultivos tropicales. IFA (1992) señala que el nutriente más limitante para el café es el potasio, sin embargo, los nutrientes que más extraen del suelo las diferentes partes de la planta del café son el nitrógeno y potasio, por lo que es importante suplir éstos con la aplicación de abonos para permitir un buen crecimiento de las plantas de café y una buena cosecha. En el Cuadro 1 se pueden observar los contenidos de los diferentes cationes disponibles que poseen los abonos orgánicos líquidos utilizados en los tres ensayos establecidos. La aplicación de abonos orgánicos como elementos externos al sistema puede mejorar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la calidad de esos suelos (Meléndez y Soto, 2003). Ormeño *et al.* (2015 y 2013) presentan resultados sobre el aporte de nutrientes al suelo y sustratos provenientes de la aplicación de abonos orgánicos líquidos en los mismos sectores estudiados. Coincide con las ventajas en el uso de abonos orgánicos líquidos té de compost o vermicompost líquido reportadas por Gómez-Brandon *et al.* (2015) tanto para el suelo como para las plantas.

## Conclusiones

El crecimiento de las plántulas de café depende de la calidad del sustrato utilizado y de los abonos orgánicos

weren't major differences between the fertilizers used in relation with the witness (control). In general, the best liquid fertilizers used were manure tea (T2), liquid vermicompost (T3), its combinations T7 and T5. Only in El Estanquillo sector there were results with the use of Azotobacter + phosphorus solubilizer. These fertilizers are easy to prepare by the farmers because they require local prime matter, which is a sustainable alternative to coffee seedlings.

## Acknowledgement

To the farmers of the Redes Socialistas de Innovación Productiva (RSIP) of the Rio Bonito and La Victoria sectors in the Merida state, for their active participation in the establishment and evaluation of the trials. To FUNDACITE Merida for the economic support to RSIP.

*End of version English*

---

aplicados, en este caso de los abonos líquidos. No hubo grandes diferencias entre los abonos utilizados pero si en relación con el testigo (control). En general los mejores abonos líquidos utilizados fueron té de estiércol (T2), vermicompost de lombriz líquido (T3), sus combinaciones T7 y T5. Sólo en el sector El Estanquillo se obtuvo buenos resultados con el uso de Azotobacter + solubilizador de fósforo. Estos abonos son de fácil preparación por los productores por requerir materia prima local, lo cual constituye una alternativa para la producción sustentable de plántulas de café.

## Agradecimientos

A los productores de las redes socialistas de innovación productiva (RSIP) de los sectores Río Bonito y La Victoria del estado Mérida, por su participación activa en el establecimiento y evaluación de los ensayos. A FUNDACITE Mérida por el soporte económico a las RSIP.

## Literatura citada

- Almonte, I., Capellán, Y., Batista, I. 2010. Efectos de la aplicación de diferentes tipos y dosis de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo del café (*Coffea arabica* L.). Boca Chica, República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 22 p.
- Andagoya, E. y Suazo, T. 2014. Análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café. Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15 p. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3434/1/CPA-2014-006.pdf>. Fecha de consulta: Marzo 2018.
- Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO). 2016. Estadísticas agropecuarias (en línea). Disponible en <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>. Fecha de consulta: Septiembre 2016.
- Clarck, MS, Horwath, WR, Shennan, C., Scow, KM. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low input farming practices. *Agron.J.* 90:662-671.
- Da Silva, A.; Costa, E.; Do Espírito Santo, TL; Da Silva, LE; Martins, RF. 2013. Coffee seedlings in different substrates and protected environments. *Eng. Agric. Jaboticabal* 33(4):589-600.
- Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO). 2005. Manual de caficultura orgánica para el productor. San Salvador, El Salvador. FIAGRO. pp: 22-31.
- Fúnez C., R., Trejo, A.R., Pineda, A. 2004. Manual técnico. Santa Bárbara, Honduras. Instituto Hondureño del Café. 36 p.
- Gómez-Brandón, M., Vela, M., Martínez-Toledo, MV, INSEM, H. y J. Domínguez. 2015. Effects of compost and vermicompost teas as organic fertilizers. In: Sinha, S., Pant, K.K., Bajpai, S. (Eds.). *Advances in fertilizer technology: Synthesis* (Vol.1). Studium Press, LLC, USA. pp: 300-318.
- Gómez M., A. y Ormeño D., MA. 2013. Selección de semilla y establecimiento de vivero para cacao. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. 48 p.
- International Fertilizer Industry Association (IFA). 1992. IFA World fertilizer use manual. Paris, Francia. pp: 499-520.
- Joshi, R.; Singh, J.; Pal Vig, A. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Rev. Environ Sci. Biotechnol.* 14:137-159.
- Linares, B. 2009. Informe de seguimiento técnico anual del proyecto "Fortalecimiento de cadenas de valor de plátano: Innovaciones tecnológicas para reducir agroquímicos", caso Venezuela. FONTAGRO-INIA Yaracuy, Venezuela. 10 p.
- López, M., Rodríguez, B., Torres, D., Henríquez, M., Bolívar, A., Rodríguez, O., Contreras, J., 2013. Biofertilización del café venezolano, una propuesta estratégica, agroecológica y sustentable para optimizar su calidad. *MPPCTI/ONCTI. Observador del Conocimiento*, 1(1):128-134.
- Meléndez, G. y G. Soto. 2003. Indicadores químicos de la calidad de abonos orgánicos. In *Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. pp: 50-63.

- Ministerio del Poder popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT). 2010. Manejo integrado del cultivo café. Caracas, Venezuela. pp: 19-23 y 48-59.
- Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierra (MPPAPT). 2017. Informe anual: Estadísticas de producción. Caracas, Venezuela.
- Monge, LF. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización del cultivo del café orgánico en Costa Rica. *In*: XI Congreso Nacional Agronómico, III Congreso Nacional de Suelos. Conferencia 77. San José, Costa Rica. pp: 175-191.
- Mosquera, AT, Melo, MA, Quiroga, CG, Avendaño, DM, Barahona, M., Galindo, FB, Lancheros, JJ, Prieto, SA, Rodríguez, A., Sosa, DN. 2015. Evaluación de la fertilización orgánica en cafeto (*Coffea arabica*) con pequeños productores de Santander, Colombia. *Temas Agrarios*, 21(1): 90-101.
- Ormeño D., M.A., García R., Garnica, J.C., Ovalle S., A. 2017. Manejo agroecológico del cultivo café. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. 168 p.
- Ormeño D., M.A., Ovalle S., A. y Rey, J.C. 2015. Abonos orgánicos como alternativa de fertilización para viveros en dos zonas cafetaleras de Mérida. *En*: Memorias del XXI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Del 24 al 27 de noviembre del 2015. San Cristóbal, Venezuela. pp: 200-2006.
- Ormeño D., M.A., Terán, N. y Rey, J.C. 2013a. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el desarrollo de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y calidad de los suelos en vivero. *Rev. Agron. Trop.* 63 (1-2): 73-84.
- Ormeño D., M.A., Ovalle S., A., Mendoza, D., Dugarte, S., Rojas, S. y Varela, R. J. 2013b. La aplicación de abonos orgánicos mejora la calidad química de los sustratos en vivero de café (*Coffea arabica*). *In* Quintero Delgado, JJ; Rosas Lobos, EZ, comps. Jornadas de Investigación y Tecnología Aplicada (2, 2013, Mérida, Venezuela). Memorias. Mérida, Venezuela, Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida. 149-158.
- Ormeño D., MA. 2011a. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *J. InterAmer. Soc. Trop. Hort.* 54: 103-105.
- Ormeño D., M.A. 2011b. El uso de prácticas agroecológicas como alternativa para la producción rentable de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Los Andes Venezolanos. *J. InterAmer. Soc. Trop. Hort.*, 54:131-133.
- Ormeño D., M.A. y Ovalle S., A. 2007. Producción y aplicación de abonos orgánicos. *Revista INIA Divulga.* Maracay, Venezuela. 10: 29-35.
- Restrepo, RJ. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. IICA. San José, Costa Rica. pp: 70-91.
- Tukey, J. 1977. *Exploratory data analysis.* Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA, 668p.