

Fuentes fertilizantes orgánicas y minerales en *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* (Orchidaceae) en fase vegetativa*

Organic and mineral fertilizer sources in *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* (Orchidaceae) in vegetative phase

Olga Tejeda-Sartorius^{1§}, Libia Iris Trejo-Téllez², Mayra Arguello-Quechuleño³ y María de los Ángeles Aída Téllez-Velasco⁴

¹Campus San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados. Iturbide No. 73. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. C. P. 78600. México. ²Campus Montecillo. Carretera México- Texcoco km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México. (tlibia@colpos.mx). Tel. +52 5959520200. Ext. 1723 y1158. ³Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco, km 38.5. C. P. 56230, Chapingo, Estado de México, México. (mayra_maq@hotmail.com). ⁴Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, tercer circuito exterior S/N, Ciudad Universitaria, C. P. 04510. Delegación Coyoacán, México, D. F. (atellez@ibunam2.ibiologia.unam.mx). Tel. +52 5556228975. [§]Autora para correspondencia: olgats@colpos.mx.

Resumen

Se evaluó el efecto de fuentes fertilizantes orgánicas y minerales, aplicadas por separado y combinadas, en el crecimiento de plantas de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* (Orchidaceae) en fase vegetativa (FV), clasificadas en grupos 1 y 2 (de 8 y 12 meses de edad, respectivamente), para evaluar su crecimiento al pasar de FV1 a FV2, y determinar si es posible disminuir el tiempo entre ambas fases. El experimento se realizó en invernadero; se usó como sustrato una mezcla 75% corteza de pino y 25% perlita. Para el grupo 1, la fertilización orgánica incrementó la longitud de hojas, número de raíces, y peso fresco de raíz y el total. Para el grupo 2, las fertilizaciones orgánica y mineral, por separado, incrementaron el número y longitud de hojas; la fertilización orgánica aumentó el área foliar, el peso fresco de pseudobulbo y el total. En el grupo 2, la fertilización orgánica y mineral, por separado, aumentó el peso seco de las variables analizadas en relación con TEA, principalmente. El grupo 1 presentó porcentajes de crecimiento mayores en las diferentes variables, en comparación con el grupo 2, pero el peso seco en el grupo 2 fue entre 5 y 7% mayor, en relación con el peso seco del grupo 1. Con base en los resultados encontrados, se concluye que la fertilización orgánica y mineral aplicadas por separado, promueven efectos positivos

Abstract

The effect of organic and mineral fertilizers sources was evaluated, applied separately and in combination, on the growth of plants of *Laelia anceps* Lindl. sub sp. *anceps* (Orchidaceae) in vegetative phase (FV), classified in groups 1 and 2 (8 and 12 months of age, respectively), for evaluating their growth going from FV1 to FV2, and determine if it is possible to decrease the time between both phases. The experiment was conducted under greenhouse conditions; we used a substrate with 75% pine bark and 25% perlite. For group 1, the organic fertilization increased leaf length, number of roots, and root fresh weight and total. For group 2, the organic and mineral fertilization, separately, increased the number and length of leaves, organic fertilization increased leaf area, fresh weight of the pseudobulb and total. In group 2, organic and mineral fertilization, separately, increased the dry weight of the variables analyzed in relation to TEA, mainly. Ggroup 1 showed higher growth rates in the different variables, compared with group 2, but the dry weight in group 2 was between 5 and 7% higher compared to the dry weight of the group 1. Based on the findings, we conclude that organic and mineral fertilization applied separately, promote positive effects on growth

* Recibido: octubre de 2012
Aceptado: marzo de 2013

en diferentes variables de crecimiento analizadas en *Laelia anceps* subsp. *anceps*, y que esta especie requiere ocho meses para pasar de FV1 a FV2.

Palabras clave: *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* (Orchidaceae), biofertilizante, floricultura, orquídeas.

Introducción

Las orquídeas en maceta ocupan un lugar importante dentro de la floricultura mundial (Lopez y Runkle, 2006). *Phalaenopsis*, *Doritaenopsis* (Orchidaceae) y las especies relacionadas e híbridos, están entre las de mayor valor de plantas con flores en maceta, producidas en el mundo (Runkle, 2007). El estudio de nutrición en orquídeas es de suma importancia para implementar un manejo hortícola adecuado. Es común encontrar mucha información relacionada con los medios de cultivo y fertilización de orquídeas en general, los cuales indican la funcionalidad para su crecimiento. Sin embargo, la mayoría de ese conocimiento se basa en experiencias personales y no en estudios científicos (Wang y Konow, 2002).

Varios de los trabajos de investigación en nutrición de orquídeas se concentran en analizar efectos de diferentes formulaciones y concentraciones de fertilizantes minerales, en el crecimiento vegetativo y la floración de diferentes híbridos comerciales de orquídeas (Wang, 1996; Wang, 2000; Chang *et al.*, 2010). Sin embargo, existe escasa investigación relacionada con el uso de fertilizantes con fuentes orgánicas o biofertilizantes, para el crecimiento y desarrollo de orquídeas. Algunos trabajos reportan el uso de estiércoles, microorganismos o productos “domésticos” (Naik *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2010).

Estos autores indican que la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos promueve un mayor crecimiento de orquídeas. Los biofertilizantes han sido identificados como una alternativa a los fertilizantes químicos para incrementar fertilidad del suelo y productividad de los cultivos en la agricultura sustentable (Wu *et al.*, 2005), y su uso actualmente se extiende a cultivos ornamentales (El-Khateeb *et al.*, 2010; Habib y Zaghoul, 2012).

México tiene una riqueza alta de orquídeas [se estiman entre 1 200 a 1 400 especies y subespecies, agrupadas en 159 géneros, con un endemismo de 35% (Hágsater *et al.*,

variables analyzed in *Laelia anceps* subsp. *anceps*, and that this species requires eight months to go from FV1 to FV2.

Keywords: *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* (Orchidaceae), biofertilizer, flowers, orchids.

Introduction

Potted Orchids occupy an important place in the global floriculture (López and Runkle, 2006). *Phalaenopsis*, *Doritaenopsis* (Orchidaceae) and related species and hybrids are among the most valuable of potted flowering plants, produced in the world (Runkle, 2007). Nutritional study in orchids is prominent to implement a suitable horticultural management. It is common to find a lot of information related to fertilization culture media and orchids in general, indicating the functionality for growth. However, most of this knowledge is based on personal experience and not on scientific studies (Wang and Konow, 2002).

Several researches in nutrition in orchids focus on analyzing the effect of different formulations and concentrations of mineral fertilizers on vegetative growth and flowering of orchids of different commercial hybrids (Wang, 1996; Wang, 2000; Chang *et al.* 2010). However, little research exists regarding the use of fertilizers with organic or biofertilizers sources for the growth and development of orchids. Some studies report the use of manures, microorganisms or 'domestic' products (Naik *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2010). These authors suggested that, the combination of organic and inorganic fertilizers promotes better growth of orchids. Biofertilizers have been identified as an alternative to chemical fertilizers to increase soil fertility and crop productivity in sustainable agriculture (Wu *et al.*, 2005), and its use is now spreading ornamental crops (El-Khateeb *et al.*, 2010; Habib and Zaghoul, 2012).

Mexico has a large richness of orchids [estimated between 1 200 to 1 400 species and subspecies, grouped into 159 genera, with 35% endemism (Hágsater *et al.*, 2005)], but the commercial propagation of their species is quite poor. *Laelia anceps* is the Mexican species of the most important genus in horticultural practices, and is one of the most used Mexican orchids breeding programs, for the beauty of its flowers and for being easy to grow (Soto-Arenas, 1993). *Laelia anceps*

2005)], pero la propagación comercial de sus especies es muy escasa. *Laelia anceps* es la especie mexicana del género con mayor importancia hortícola; y es una de las orquídeas mexicanas más empleadas en programas de hibridación, por la belleza de sus flores y por ser de fácil cultivo (Soto-Arenas, 1993). *Laelia anceps* subesp. *anceps* es una especie, epífita, que se encuentra localizada principalmente en las vertientes del Golfo de México, en el sur del Pacífico mexicano y también en Guatemala y Honduras (Halbinger y Soto-Arenas, 1997), pero la especie no se cultiva a gran escala en nuestro país.

De manera similar a muchas otras plantas con flores, en orquídeas existe una fase juvenil, en la cual, las plantas deben alcanzar un cierto estado de crecimiento (o madurez) antes de tener la capacidad de florecer (López y Runkle, 2008). Runkle (2007) describe dos fases vegetativas en el crecimiento de *Phalaenopsis*: i) fase vegetativa 1 se considera cuando las plantas jóvenes son extraídas de sus frascos de cultivo *in vitro* y son trasplantadas a charolas. En esta etapa pasan aproximadamente entre 18 y 24 semanas; ii) fase vegetativa 2 se establece cuando las plantas son trasplantadas de manera individual, de las charolas a macetas de plástico de 10-13 cm de diámetro. Dicha etapa toma un tiempo entre 25 y 40 semanas.

La cantidad y calidad de la floración de una orquídea está determinada, entre varios otros factores, por la nutrición en su fase vegetativa. De ésta manera, en dicha fase es fundamental el análisis de crecimiento de hojas, pseudobulbos y raíces, que posteriormente permita explicar el comportamiento de la floración.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de fuentes fertilizantes orgánicas y minerales y su combinación, en el crecimiento de plantas de *Laelia anceps* Lindl. subesp. *anceps*, en fase vegetativa (FV). Las plantas fueron clasificadas en grupos 1 y 2 (de 8 y 12 meses de edad, respectivamente), para evaluar su crecimiento al pasar de FV1 a FV2, y determinar si es posible disminuir el tiempo entre ambas fases.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en condiciones de invernadero durante el periodo de septiembre 2011 a junio de 2012. Se registraron datos climáticos con Thermotracker Pro 2.1®. Los registros

subsp. *anceps* is an epiphyte species, located primarily in the Gulf of Mexico watershed, southern Mexican Pacific and also in Guatemala and Honduras (Halbinger and Soto-Arenas, 1997), but the species is not grown on a large scale in our country.

Similarly to many other flowering plants, orchids also have a juvenile phase, in which, the plants must reach a certain stage of growth (or maturity) before having the ability to bloom (López and Runkle, 2008). Runkle (2007) describes two vegetative phases in the growth of *Phalaenopsis*: i) vegetative phase 1 is considered when young plants are removed from their *in vitro* culture flasks and are transplanted into the trays. At this stage spend approximately 18 to 24 weeks, ii) vegetative phase 2 states when the plants are transplanted individually into pots of plastic trays 10-13 cm in diameter. This step takes a while, between 25 and 40 weeks.

The quantity and quality of an orchid bloom is determined, among several other factors, considering its nutrition in its vegetative phase. In this way, at this stage is essential growth analysis of leaves, pseudobulbs and roots, which then allows us to explain the behavior of flowering.

The aim of this investigation was to evaluate the effect of organic and mineral fertilizer sources and their combination, on the growth of plants of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps*, vegetative phase (FV). The plants were classified into groups 1 and 2 (8 and 12 months of age, respectively), to assess their growth going from FV1 to FV2, and determine if it is possible to decrease the time between both phases.

Materials and methods

The work was conducted under greenhouse conditions during the period September 2011 to June 2012. Climate data were recorded with Thermotracker® Pro 2.1. Environmental records averaged over the growing season were: 23 °C day temperature and 42% relative humidity daytime, night temperature 12 °C and 71% relative humidity night. The average light intensity was 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$.

We used young plants from *in vitro* propagation from seeds of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps*, vegetative phase 1 (FV1), according to the proposal by Runkle (2007) for

ambientales promedio durante el ciclo de crecimiento, fueron: temperatura diurna 23 °C y humedad relativa diurna 42%; temperatura nocturna 12 °C y humedad relativa nocturna 71%. La intensidad luminosa promedio fue de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$.

Se utilizaron plantas jóvenes provenientes de propagación *in vitro* a partir de semilla de *Laelia anceps* Lindl. subesp. *anceps*, en fase vegetativa 1 (FV1), de acuerdo a lo propuesto por Runkle (2007) para *Phalaenopsis*. Para este experimento, el criterio de FV1 fue considerado así porque al ingresar al invernadero, las plantas aún se encontraban en charolas. Un grupo permaneció ocho meses en charola (grupo 1); otro grupo permaneció 12 meses (grupo 2), por el proveedor. Las plantas del grupo 1 tuvieron el siguiente promedio de crecimiento de sus principales órganos: tres hojas, tres pseudobulbos, con 5.3 cm de altura de la parte aérea (hoja más pseudobulbo) y cuatro raíces. Las plantas del grupo 2 tuvieron el siguiente promedio de crecimiento: cuatro hojas, cuatro pseudobulbos, con tamaño de 8.7 cm de longitud de la parte aérea, y ocho raíces.

Para adaptar ambos grupos de plantas a la FV2, el material vegetal se trasplantó a macetas de 7 cm de diámetro para el grupo 1, y de 10 cm para el grupo 2; en cada maceta se colocó una planta con tamaños promedio mencionados, respectivamente. Como sustrato se usó una mezcla de corteza de pino: perlita, en proporción: 75:25 (v:v); con granulometrías de 4 a 6 mm y de 2 a 3 mm, respectivamente. Ambos materiales fueron esterilizados con vapor a 120 °C durante 1 h.

Se probaron cuatro tratamientos aplicados al riego: i) testigo regado con agua (TEA); y tres tratamientos con concentraciones nutrimentales muy similares (Cuadro 1); ii) solución nutritiva formulada a partir de fuentes fertilizantes minerales (FMin); iii) solución nutritiva elaborada con fuentes fertilizantes orgánicas (FOrg); y iv) solución compuesta principalmente por fuentes orgánicas y complementada con fuentes minerales (FOrg + FMin). Los tres tratamientos se diferenciaron en las fuentes de nutrimentos empleadas (Cuadro 2). Como fertilizantes de fuentes orgánicas se utilizaron productos comerciales Nutro[®], enriquecidos con microorganismos, tales como: *Bacillus subtilis* (bacteria controladora de hongos fitopatógenos); *Azospirillum brasilensis* (rizobacteria) y *Glomus intraradices* (hongo micorrízico arbuscular), los dos últimos considerados, de manera general, promotores del crecimiento vegetal (Wu *et al.*, 2005). Además, la fertilización orgánica utilizada contiene ácidos húmicos, aminoácidos y auxinas.

Phalaenopsis. For this experiment, the criterion for FV1 was considered so because upon entering the greenhouse, the plants were still in trays. One group spent eight months in the tray (group 1), another the other group remained 12 months (group 2), by the supplier. The plants in group 1 had the following average growth of its main organs: three leaves, three pseudobulbs, with 5.3 cm height of the aerial (leaf plus pseudobulbs) and four roots. The plants in group 2 had the following average growth: four-leaf four pseudobulbs, with size of 8.7 cm length of the aerial part and eight roots.

For both groups of plants adapted to the FV2, the plant material was transplanted to pots of 7 cm in diameter for group 1, and 10 cm for group 2, in each pot was placed above ground with average sizes, respectively. Was used as substrate a mixture of pine bark: perlite, a proportion: 75:25 (v: v) with grain sizes of 4 to 6 mm and 2 to 3 mm, respectively. Both materials were sterilized with steam at 120 °C for 1 h.

Four treatments applied into the irrigation were tested: i) control irrigated with water (TEA), and three treatments with very similar nutrient concentrations (Table 1); ii) nutrient solution formulated from mineral fertilizer sources (FMin); iii) nutrient solution made with organic fertilizer sources (FOrg) and; iv) solution composed mainly of organic sources and supplemented with mineral sources (FOrg+FMin). The three treatments differed in nutrient sources used (Table 2). As fertilizers from organic sources we used Nutro[®] commercial products enriched with microorganisms, such as *Bacillus subtilis* (controlling bacteria of phytopathogenic fungi), *Azospirillum brasilensis* (rhizobacteria) and *Glomus intraradices* (fungi), the last two considered overall, plant growth promoters (Wu *et al.*, 2005). In addition, the use of organic fertilizer containing humic acids, amino acids and auxins.

As a source of organic micronutrients Carboxy[®] Micro was used, which has organic certification? The pH of the solutions was adjusted at 5.5. The application of the nutrient solutions began two weeks after transplantation and was applied weekly with an amount of 30 mL per pot. The treatments were arranged in a completely randomized design with 20 replications for group 1 and 15 for group 2, considering each container with a plant as the experimental unit.

For the growth assessment, we considered the size of the plants at the beginning and end of the experiment and measured the following variables: number and length of

Cuadro 1. Concentración de macronutrientes (mg L⁻¹) en las soluciones nutritivas utilizadas y tipo de fuentes empleadas en su elaboración, para el crecimiento de *Laelia anceps* Lindl. subesp. *anceps*.

Table 1. Macronutrient concentration (mg L⁻¹) in the nutrient solutions used and type of sources used in its preparation, for the growth of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps*.

Tratamiento	Tipo de fuentes empleadas	N	P	K	Ca	Mg
TEA	Testigo (agua)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
FMin	Fuentes minerales	225.0	75.0	75.0	25.0	12.50
FOrg	Fuentes orgánicas	229.1	58.0	75.0	25.0	0.95
FOrg + FMin	Fuentes orgánicas y minerales	224.9	75.0	75.0	25.0	12.50

TEA= testigo regado con agua; FMin= solución nutritiva formulada a partir de fuentes fertilizantes minerales; FOrg= solución nutritiva formulada con fuentes fertilizantes orgánicas; FOrg + FMin= solución compuesta principalmente por fuentes orgánicas y complementada con fuentes minerales.

Como fuente de micronutrientes orgánicos se utilizó Carboxy[®]Micro, el cual posee certificación orgánica. El pH de las soluciones se ajustó a un valor de 5.5. La aplicación de las soluciones nutritivas inició dos semanas después del trasplante, y se aplicaron semanalmente en cantidad de 30 mL por maceta.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con 20 repeticiones para el grupo 1 y 15 para el grupo 2, considerándose cada contenedor con una planta como la unidad experimental.

Para la evaluación del crecimiento, se consideró el tamaño de las plantas al inicio y al final del experimento y se midieron las siguientes variables: número y longitud de hojas, número y longitud de raíces; número, longitud y diámetro de pseudobulbos. Se hicieron muestreos *in situ* a los 126, 144, 172, 209, 244 y 279 días después del inicio de tratamientos (ddit), y se midió la longitud de hoja y de pseudobulbo a través del tiempo. Al término del experimento, se seleccionaron tres plantas al azar de cada tratamiento, para muestreo destructivo y determinación de área foliar (cm²) de la lámina, lo cual se hizo con un medidor de área foliar Portable Area Meter Lly 3000^a Lly 3000^a. También se determinó peso fresco de cada órgano (raíz, pseudobulbo y hoja). Para determinar peso seco, cada órgano se secó en una estufa con circulación forzada de aire, modelo EAAF, a una temperatura de 70 °C, hasta alcanzar peso constante. Posteriormente se pesó cada uno de los órganos secos en una balanza digital marca OHAUS.

Los datos obtenidos se analizaron por separado para grupo 1 y grupo 2, mediante un análisis de varianza con el paquete estadístico Statistical Analysis System SAS (2010), y la comparación de medias se hizo por la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

leaves, number and length of roots, number, length and diameter of pseudobulbs. *In situ* samplings were made at 126, 144, 172, 209, 244 and 279 days after the start of the treatments (DDIT) and measured the leaf's length and pseudobulbs over time. At the end of the experiment, three plants were selected randomly from each treatment for destructive sampling and determination of leaf area (cm²), which was made with a leaf portable area meter Lly 3000^a Lly 3000^a. We also determined the fresh weight of each organ (root, pseudobulb and leaf). In order to determine dry weight, each organ was dried in an oven with forced air circulation, EAAF model, at a temperature of 70 °C, until constant weight. Later on weighed each dried organs on a digital scale OHAUS.

Cuadro 2. Fuentes de macronutrientes usadas en la elaboración de soluciones nutritivas, para el crecimiento de plantas de *Laelia anceps* Lindl. subesp. *anceps*.

Table 2. Macronutrient sources used in the preparation of nutrient solutions for growth of plants of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps*.

Fuentes minerales	Fuentes orgánicas
Peters Professional [®] 30-10-10	Nutro nitrógeno [®]
CaSO ₄ 2H ₂ O	Nutro fósforo [®]
MgSO ₄ 7H ₂ O	Nutro potasio [®]
	Nutro calcio [®]

The data were analyzed separately for group 1 and group 2, using an analysis of variance using the statistical package SAS Statistical Analysis System (2010), and comparison of means was done by Tukey test ($\alpha=0.05$).

Resultados

Crecimiento de hojas. En la Figura 1 se muestra la comparación del número de hojas entre el inicio (NH0; antes de la aplicación de tratamientos) y final (NH1) del experimento (279 ddit) para ambos grupos de plantas. En la Figura 1- grupo 1, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos al final del experimento (NH1). El porcentaje de crecimiento de las plantas del grupo 1, entre NH0 y NH1 fue de 51, 52, 55, y 46% para TEA, FMin, FOrg y FMin+FOrg, respectivamente. En la Figura 1- grupo 2 se observó que los tratamientos FMin y FOrg incrementaron estadísticamente el número de hojas en comparación con el resto de los tratamientos. El porcentaje de crecimiento en NH1 en relación con NH0 fue: 11, 42, 39 y 16%, para TEA, FMin, FOrg y FMin+FOrg.

El crecimiento en longitud de hojas a través del tiempo para ambos grupos de plantas se observa en la Figura 2. Las hojas de las orquídeas del grupo 1 presentaron un crecimiento significativamente diferente a los 144 ($p=0.005$), 172 ($p=0.003$), 209 ($p=0.001$) y 279 ($p=0.007$) ddit. En los muestreos indicados, el mayor crecimiento se presentó en el tratamiento FOrg, sobresaliendo su crecimiento a los 279 ddit (Figura 2- grupo 1). Asimismo, los tratamientos FOrg y FMin fueron significativamente superiores en cuanto a longitud de hojas en el grupo 2. Las diferencias se presentaron a los 126 ($p=0.05$), 172 ($p=0.006$), 209 ($p=0.007$), 244 ($p=0.002$) y 279 ($p=0.0001$) (Figura 2- grupo 2). En cuanto al área foliar, en el grupo 2, FOrg promovió mayor crecimiento de esta variable (Figura 3).

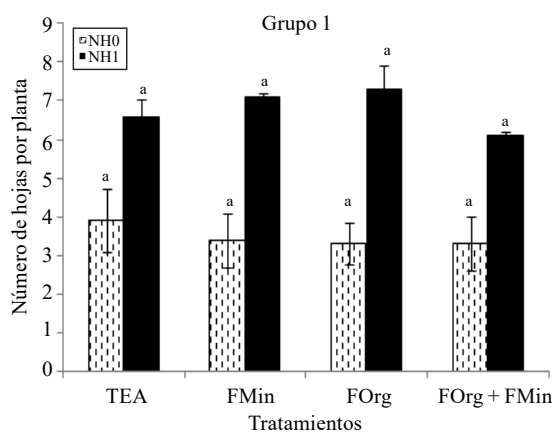


Figura 1. Número de hojas al inicio (NH0) y final (NH1) del periodo experimental, de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* en grupos 1 y 2 de plantas (8 y 12 meses de edad, respectivamente), con diferentes tratamientos de fertilización. TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin: fertilización orgánica más mineral. Medias \pm DE con letras distintas en cada subfigura indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Results

Leaves growth. The Figure 1 shows the comparison of the number of leaves between the start (NH0, before application of treatments) and end (NH1) of the experiment (279 DDIT) for both groups. In the Figure 1- group 1, no significant differences between treatments at the end of the experiment (NH1) were found. The percentage growth of plants in group 1, between NH0 and NH1 was 51, 52, 55, and 46% for TEA, FMin, FOrg and FMin + FOrg, respectively. In the (Figure 1) group 2 was observed FMin treatments and FOrg statistically increased number of leaves compared to other treatments. The growth rate in relation to NH0 NH1 was: 11, 42, 39 and 16% for TEA, FMin, FOrg and FMin + FOrg.

The length of leaves growth over time for both groups of plants were shown in Figure 2. The leaves of the orchids in group 1 had significantly different growth at 144 ($p=0.005$), 172 ($p=0.003$), 209 ($p=0.001$) and 279 ($p=0.007$) DDIT. In the indicated samples, the highest growth occurred in the treatment FOrg, excelling its growth to 279 DDIT (Figure 2- group 1). Also, in the treatments FMin and FOrg were significantly higher in length of leaves in group 2. The differences were presented to 126 ($p=0.05$), 172 ($p=0.006$), 209 ($p=0.007$), 244 ($p=0.002$) and 279 ($p=0.0001$) (Figure 2 -group 2). As leaf area, in group 2, FOrg promoted further growth of this variable (Figure 3).

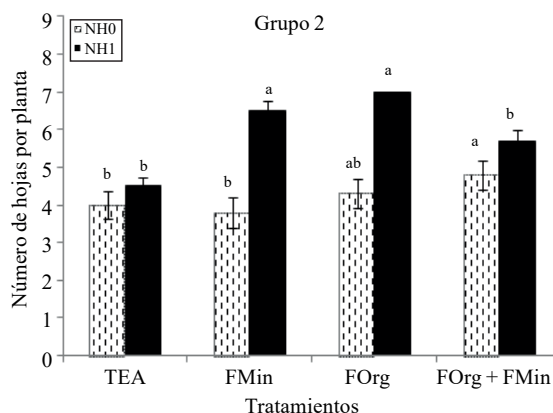


Figure 1. Number of leaves at the beginning (NH0) and at the end (NH1) of the experimental period of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in groups 1 and 2 (8 and 12 months of age, respectively) with different fertilizations. TEA= control water; FMin= mineral fertilization, FOrg= organic fertilization; FOrg + FMin: organic fertilizer plus mineral. Mean \pm DE with different letters in each subfigure indicate significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

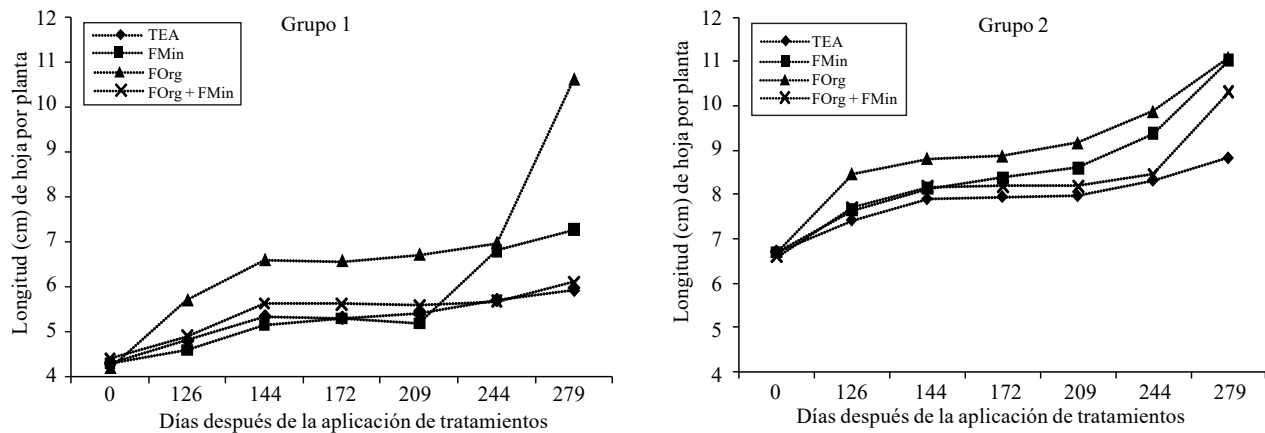


Figura 2. Longitud de hojas (cm) a través del tiempo, de *Laelia anceps* Lindl. subesp. *anceps* en grupos 1 y 2 de plantas (8 y 12 meses de edad, respectivamente), en diferentes tratamientos de fertilización. TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral.

Figure 2. Leaf length (cm) over time, *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in groups 1 and 2 (8 and 12 months, respectively) in different fertilization. TEA= control water, FMin= mineral fertilization, FOrg= organic fertilization; FOrg + FMin= mineral organic fertilizer plus mineral.

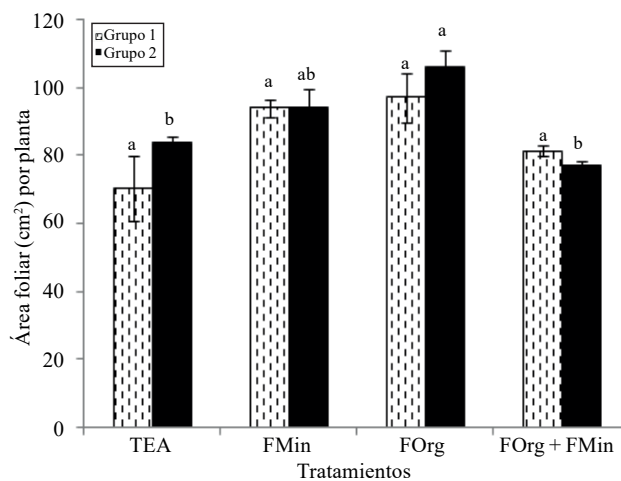


Figura 3. Área foliar (cm²) al final del periodo experimental, de *Laelia anceps* Lindl. subesp. *anceps* en grupos 1 y 2 de plantas (8 y 12 meses de edad, respectivamente), en diferentes tratamientos de fertilización. TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral. Medias ± DE con letras distintas indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Figure 3. Leaf area (cm²) at the end of the experimental period of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in groups 1 and 2 plants (8 and 12 months, respectively) in different fertilization. TEA= control water FMin= mineral fertilization, FOrg= organic fertilization; FOrg + FMin= organic fertilizer plus mineral. Mean ± DE with different letters indicate significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

Crecimiento de pseudobulbos. El crecimiento de pseudobulbos no presentó diferencias significativas con ninguna de las soluciones nutritivas evaluadas (Cuadro 3 y Figura 4). Al final del periodo experimental, las plantas del grupo 1 incrementaron en 37, 47, 47 y 40% el número de pseudobulbos; y 63, 59, 62 y 51% su diámetro, respectivamente para TEA, FMin, FOrg y FMin+FOrg. En las plantas del grupo 2, el número de pseudobulbos

Pseudobulbs growth. Pseudobulbs' growth did not differ significantly with any of the tested nutrient solutions (Table 3 and Figure 4). At the end of the experimental period, the plants in group 1 increased by 37, 47, 47 and 40% the number of pseudobulbs, and 63, 59, 62 and 51% in diameter, respectively, for TEA, FMin, FOrg and FMin + FOrg. In plants of group 2, the number of pseudobulbs increased 25, 25, 30 and 19%,

incrementó 25, 25, 30 y 19%; y el diámetro en 66, 71, 73 y 71%; ambas mediciones para TEA, FMin, FOrg y FMin+FOrg, respectivamente. Dentro de cada grupo, el incremento final en longitud de pseudobulbos (promedio de todos los tratamientos) en relación con el estado inicial fue mayor en el grupo 1 que en el grupo 2 (68 y 60%, respectivamente).

and the diameter at 66, 71, 73 and 71%, both measurements for TEA, FMin, FOrg and FMin + FOrg, respectively. Within each group, the final increase in length pseudobulbs (mean of all treatments) is relative to the initial state, higher in group 1 than in group 2 (68 and 60%, respectively).

Cuadro 3. Número y diámetro (cm) de pseudobulbos al inicio (NPSB0 y DPSB0) y final (NPSB1 y DPSB1) del periodo experimental, de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* en grupos 1 y 2 de plantas (8 y 12 meses de edad).

Table 3. Number and diameter (cm) of pseudobulbs at the beginning (NPSB0 and DPSB0) and at the end (NPSB1 and DPSB1) of the experimental period of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in groups 1 and 2 (8 and 12 months of age).

Tratamiento	NPSB0	NPSB1	DPSB0	DPSB1
Grupo 1				
TEA	3.0 a	4.73 a	0.55 a	1.47 a
FMin	3.0 a	5.67 a	0.58 a	1.40 a
FOrg	3.0 a	5.67 a	0.61 a	1.60 a
FOrg + FMin	3.0 a	5.00 a	0.75 a	1.53 a
Grupo 2				
TEA	3.0 a	4.0 a	0.71 a	2.10 a
FMin	3.0 a	4.0 a	0.69 a	2.40 a
FOrg	3.0 a	4.3 a	0.67 a	2.47 a
FOrg + FMin	3.0 a	3.7 a	0.65 a	2.20 a

TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral. Medias con letras iguales en columnas indican diferencias no significativas (Tukey, $p \geq 0.05$) entre tratamientos.

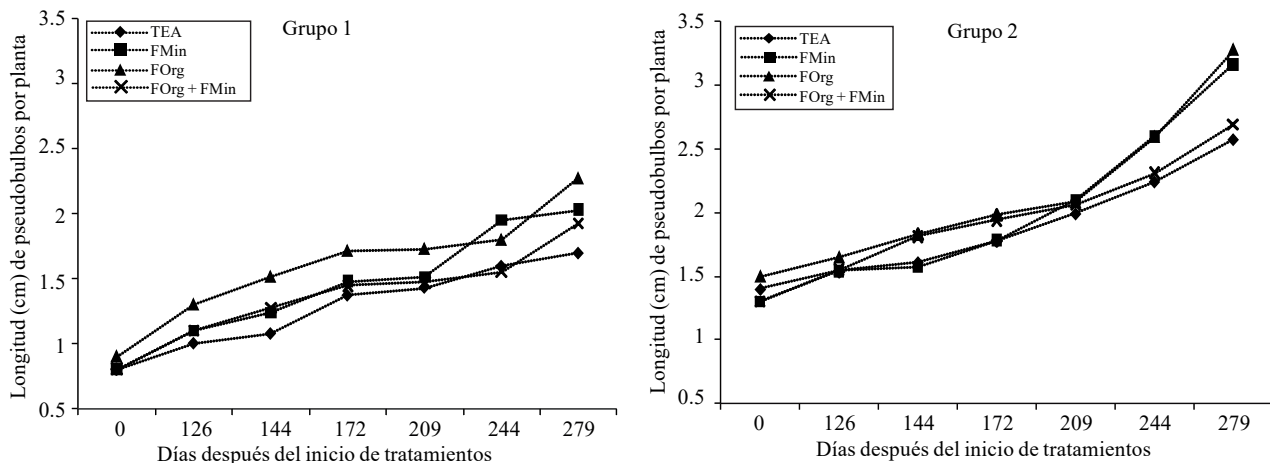


Figura 4. Longitud de pseudobulbos (cm) a través del tiempo, de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* en grupos 1 y 2 de plantas (8 y 12 meses de edad), con diferentes tratamientos de fertilización. TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral.

Figure 4. Pseudobulbos length (cm) over time, *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in groups 1 and 2 (8 and 12 months of age) with different fertilization treatments. TEA= control water FMin= mineral fertilization, FOrg= organic fertilization; FOrg + FMin= organic fertilizer plus mineral.

Crecimiento de raíces. En el grupo 1, el número de raíces en el tratamiento con fertilización orgánica fue significativamente superior al resto de los tratamientos. La diferencia de dicha variable entre el inicio y final del experimento fue de 76, 76, 76 y 82%, para TEA, FMin, FOrg y FMin+FOrg, respectivamente (Figura 5- grupo 1). En el grupo 2 no se presentaron diferencias significativas, y comparativamente, este grupo de plantas incrementó su número de raíces en 56, 55, 60 y 56% al final del experimento en relación con el inicio (Figura 5-grupo 2).

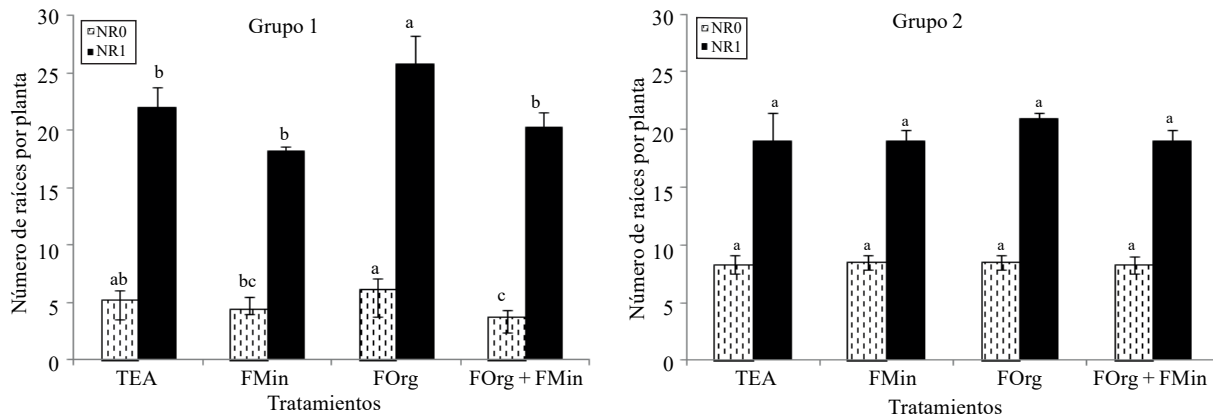


Figura 5. Número de raíces al inicio (NR0) y final (NR1) del periodo experimental, de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* en grupos 1 y 2 de plantas (8 y 12 meses de edad), con diferentes tratamientos de fertilización. TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral. Medias \pm DE con letras distintas en cada subfigura indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Figure 5. Number of roots at the beginning (NR0) and at the end (NR1) of the experimental period of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in groups 1 and 2 (8 and 12 months of age) with different fertilization treatments. TEA= control water, FMin= mineral fertilization, FOrg= organic fertilization; FOrg + FMin= organic fertilizer plus mineral. Mean \pm DE with different letters in each subfigure indicate significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

La longitud de raíces no presentó diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los dos grupos de plantas (Figura 6). La longitud de raíces en el grupo 1 al final del experimento aumentó 31, 30, 41 y 25%, para TEA, FMin, FOrg y FMin+FOrg, respectivamente (Figura 6- grupo 1). El crecimiento en longitud de raíces en las plantas del grupo 2, entre el inicio y final fue de 14, 21, 25 y 13% en el mismo orden de tratamientos (Figura 6-grupo 2).

Contenido de peso fresco y seco en plantas de los grupos 1 y 2. En el grupo 1, el peso fresco de raíz y el peso fresco total fueron mayores con FOrg; mientras que el de pseudobulbo fue superior con los tratamientos FOrg y FMin, en comparación con TEA y FMin+FOrg. El peso seco de los diferentes órganos no presentó diferencias por efecto de tratamientos (Cuadro 5).

Roots growth. In group 1, the number of roots in the organic fertilization treatment was significantly superior to other treatments. The difference in this variable between the start and end of the experiment was 76, 76, 76 and 82% for TEA, FMin, FOrg and FMin +, respectively (Figure 5- group 1). In group 2 there were no significant differences, and comparatively, this group of plants increased its number of roots at 56, 55, 60 and 56% at the end of the experiment in relation to the beginning (Figure 5-group 2).

The root length was not significantly different between treatments in any of the two groups of plants (Figure 6). The length of roots in group 1 at the end of the experiment increased 31, 30, 41 and 25% for TEA, FMin, FOrg and FMin +, respectively (Figure 6- group 1). The growth in length of roots in plants of group 2, between the beginning and end was 14, 21, 25 and 13% in the same order of treatments (Figure 6 - group 2).

Fresh and dry weight content in plants of groups 1 and 2. In group 1, fresh root weight and total fresh weight were higher with FOrg, while the pseudobulb was higher with FOrg and FMin treatments, compared with ASD and FMin + FOrg. The dry weight of the different organs showed no differences among treatments (Table 5).

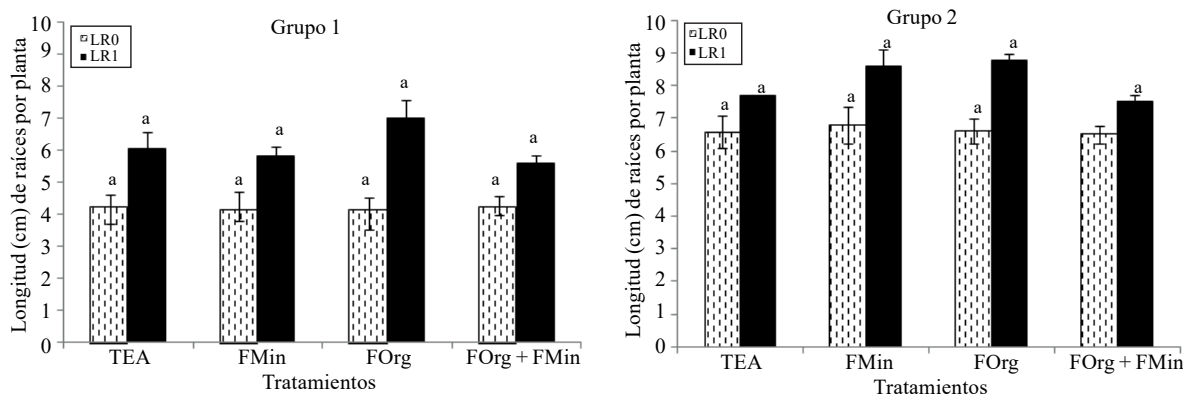


Figura 6. Longitud de raíces al inicio (LR0) y final (LR1) del periodo experimental, de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* en grupos 1 y 2 de plantas (8 y 12 meses de edad), con diferentes tratamientos de fertilización. TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral. Medias \pm DE con letras distintas en cada subfigura indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Figure 6. Root length at the beginning (LR0) and at the end (LR1) of the experimental period of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in groups 1 and 2 (8 and 12 months of age) with different fertilization treatments. TEA= control water; FMin= mineral fertilization, FOrg= organic fertilization; FOrg + FMin= organic fertilizer plus mineral. Mean \pm DE with different letters in each subfigure indicate significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

Cuadro 5. Peso fresco (g) y seco (g) de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* en el grupo 1 (8 meses de edad).

Table 5. Fresh weight (g) and dry weight (g) of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in group 1 (8 months of age).

	PFR	PFH	PFPSB	PFT	Raíz/tallo
TEA	7.77 ab	7.58 a	7.02 b	22.37 b	0.45 a
FMin	6.82 b	9.61 a	11.74 a	28.17 ab	0.24 a
FOrg	10.36 a	10.74 a	10.14 a	31.23 a	0.43 a
FOrg + FMin	6.40 b	9.00 a	7.35 b	22.75 b	0.30 a
	PSR	PSH	PSPSB	PST	
TEA	0.550 a	0.710 a	0.533 a	1.79 a	
FMin	0.327 a	0.860 a	0.473 a	1.66 a	
FOrg	0.857 a	1.157 a	0.843 a	2.86 a	
FOrg + FMin	0.417 a	0.873 a	0.467 a	1.76 a	

PFR, PFH, PFPSB y PFT= peso fresco de raíz, hoja, pseudobulbo y total, respectivamente. PSR, PSH, PSPSB y PST= peso seco de raíz, hoja, pseudobulbo y total, respectivamente. TEA= testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral. Medias con letras distintas en columnas indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

El grupo 2 presentó diferencias significativas entre tratamientos para las variables peso fresco de pseudobulbo y el peso fresco total, en el que el tratamiento FOrg fue superior a FMin+FOrg y TEA. El peso seco de raíz obtenido con FOrg fue diferente al de FOrg+FMin; el peso seco de pseudobulbo fue superior en FMin en relación con TEA, mientras que el peso seco de hoja y el peso seco total fueron superiores con FOrg en relación con TEA (Cuadro 6).

The group 2 had significant differences between the treatments for pseudobulb variables of fresh weight and total fresh weight, in which the treatment was superior to FMin FOrg + FOrg and TEA. The dry root weight was obtained differently from FOrg FOrg + FMin; pseudobulbs' dry weight was higher with FMin in relation to TEA, while the leaf dry weight of the total dry weight, and were superior with FOrg regarding TEA (Table 6).

Cuadro 6. Peso fresco (g) y seco (g) de *Laelia anceps* Lindl. subesp. *anceps* en el grupo 2 (12 meses de edad).
Table 6. Fresh weight (g) and dry weight (g) of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps* in group 2 (12 months of age).

	PFR	PFH	PFPSB	PFT	Raíz/tallo
TEA	6.77 a	7.70 a	8.07 b	22.53 b	0.46 a
FMin	7.20 a	9.97 a	8.50 ab	25.70 ab	0.35 ab
FOrg	8.13 a	10.87 a	11.50 a	30.43 a	0.40 ab
FOrg + FMin	5.37 a	8.47 a	8.03 b	21.80 b	0.31 b
	PSR	PSH	PSPSB	PST	
TEA	0.590 ab	0.800 b	0.487 b	1.877 b	
FMin	0.647 ab	1.103 ab	0.727 a	2.477 ab	
FOrg	0.780 a	1.290 a	0.690 ab	2.760 a	
FOrg + FMin	0.467 b	1.007 ab	0.527 ab	2.000 b	

PFR, PFH, PFB y PFT= peso fresco de raíz, hoja, pseudobulbo y total, respectivamente. PSR, PSH, PSB y PST= peso seco de raíz, hoja, pseudobulbo y total, respectivamente. TEA:=testigo agua; FMin= fertilización mineral; FOrg= fertilización orgánica; FOrg+FMin= fertilización orgánica más mineral. Medias con letras distintas en columnas indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Discusión

Efecto de tratamientos. En el grupo 1, las variables longitud de hoja, número de raíces y algunas variables del peso fresco, como el de raíz y el total, fueron afectados de manera positiva con la fertilización orgánica. En el grupo 2, la fertilización orgánica promovió mayor crecimiento de área foliar, peso fresco de pseudobulbo y el peso fresco total. En dicho grupo 2, la fertilización orgánica y mineral, aplicadas de manera individual, promovieron mayor crecimiento en cuanto a número y longitud de hojas. En relación con las variables mencionadas, se observó que la combinación de ambos tipos de fertilización (orgánica más mineral) no promovió diferencias, y en algunos casos tuvo un comportamiento más cercano al testigo.

El beneficio que promovió la fertilización orgánica en las variables mencionadas o su similitud con el comportamiento de la fertilización mineral puede discutirse, en términos generales, por la acción individual o sinérgica de los microorganismos y ácidos húmicos presentes en el fertilizante orgánico que contribuyen a la asimilación de los macro y micronutrientes existentes también en dicho tipo de fertilización; y por la acción de las auxinas y aminoácidos que contribuyen a mejorar el estado nutricional de la orquídea analizada.

Muchas especies de bacterias asociadas con la rizósfera de las plantas proporcionan beneficios para el crecimiento de las plantas, rendimiento y calidad del cultivo. Ellas han sido llamadas "rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas" (PGPR por sus siglas en inglés) (Karakurt y Aslantas, 2010), entre ellas *Azospirillum* y *Bacillus*

Discussion

Effect of treatments. In group 1, the variable leaf length, number of roots and fresh weight variables, such as the root and height were affected positively with organic fertilization. In group 2, the fastest growing organic fertilization promoted leaf area, fresh weight of pseudobulb and total fresh weight. In the group 2, the organic and mineral fertilization, applied individually, promoted greater growth in the number and length of leaves. In connection with the aforementioned variables, it was observed that the combination of both types of fertilizing (organic plus mineral) no differences promoted, and in some cases had a behavior closer to the control.

The benefit that the organic fertilization promoted for these variables or their similarity to the behavior of mineral fertilization can be discussed, in general terms, for the individual and synergistic action of microorganisms and humic acids present in the organic fertilizer that contribute to the assimilation of macro and micronutrients also existing in this type of fertilization, and by the action of auxin and amino acids that help to improve the nutritional status of the orchid analyzed.

Many species of bacteria associated with plant rhizosphere provide benefits for plant growth, yield and quality of the crop. They have been called "plant growth promoting rhizobacteria" (PGPR) (Karakurt and Aslantas, 2010), including *Azospirillum* and *Bacillus* (Rodríguez and Fraga, 1999). *Arbuscular mycorrhizal* fungi (HMA) form

(Rodríguez y Fraga, 1999). Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) forman asociación simbiótica con la mayoría de las plantas y se han relacionado con diversas funciones estimulantes del crecimiento de plantas, entre ellas la absorción de nutrientes; de esta manera, el uso de HMA en la agricultura ofrecen un amplia perspectiva para mejorar el nivel nutricional de la planta (Khade y Rodríguez, 2009).

Sin embargo, en la presente investigación es difícil atribuir alguna función a *Glomus intraradices* en la rizósfera de la orquídea analizada. Las auxinas son usadas para inducir el desarrollo de raíces, el crecimiento de plántulas, o incrementar la altura de las plantas de varias especies de flores crecidas en invernadero (Szajdak y Maryganova, 2007).

Se ha propuesto que las sustancias húmicas promueven, entre otras cosas, la asimilación de nutrientes y reacciones de auxinas (Senn y Kingman, 1973), por lo que se ha propuesto la preparación de fertilizantes húmicos para estimular el crecimiento de las plantas, pero se ha observado su efecto estimulante sólo en presencia de un adecuado abastecimiento de nutrientes mayores: nitrógeno, fósforo y potasio (Senn y Kingman, 1973). Russo y Berlyn (1990) propusieron el uso de "bioestimulantes" para mejorar el crecimiento de plantas a través de su eficiencia en la asimilación de nutrientes y agua; dichos bioestimulantes son una mezcla de ácidos húmicos, extractos de algas marinas, reductores no hormonales de metabolitos vegetales, vitaminas del complejo B y hongos micorrízicos (Russo y Berlyn, 1990; Ferrini y Nicese, 2002). Se han encontrado efectos positivos en el uso de ácidos húmicos y auxinas (IAA), y la combinación de ambos, en el crecimiento de pimienta (Arancon *et al.*, 2006); así como efectos positivos con el uso de ácidos húmicos combinados con biofertilizantes en el rendimiento y calidad del fruto de árboles de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) (El-Mohamedy y Ahmed, 2009). Nikbakht *et al.* (2008) reportaron un incremento en el crecimiento de raíces, y encontraron que el contenido de micro y macronutrientes en hojas y escapos de gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) cv. 'Malibu' fueron fomentados significativamente por ácidos húmicos. Lo anterior explica en parte el efecto positivo que tuvo la fertilización orgánica empleada para *L. anceps* subesp. *anceps*.

Algunos trabajos con uso de microorganismos para orquídeas reportan lo siguiente. Bertolini *et al.* (2007) utilizaron *Pseudomonas fluorescens* cepa AVM y *Azospirillum brasilense* cepa UAP154, para ver su efecto en la mortalidad e inducir el crecimiento de híbridos micropropagados de *Phalaenopsis*. Los autores indicaron que el tratamiento con

symbiotic associations with the majority of plants and are associated with various features of plant growth stimulants, including nutrient absorption, in this manner, HMA is used in agriculture offering a wide perspective to improve the nutritional status of the plant (Khade and Rodríguez, 2009).

However, in the present study is difficult to attribute any function to *Glomus intraradices* in the rhizosphere analyzed orchid. Auxins are used to induce root development, seedling growth, or increase the height of plants of various species of flowers grown in greenhouses (Szajdak and Maryganova, 2007).

It has been proposed that, the humic substances promote, inter alia, the uptake of nutrients and auxin reactions (Senn and Kingman, 1973), so it has been proposed the preparation of humic fertilizer to stimulate plant growth but stimulating the effect observed only in the presence of an adequate supply of major nutrients: nitrogen, phosphorus and potassium (Senn and Kingman, 1973). Russo and Berlyn (1990) proposed the use of "bio-stimulants" to enhance plant growth through its efficiency in nutrient and water uptake, such bio-stimulators are a mixture of humic acids, seaweed extracts, none hormone reducing agents of plant metabolites, vitamin B complex and mycorrhizal fungi (Russo and Berlyn, 1990; Ferrini and Nicese, 2002). Positive effects have been found on the use of humic and auxin (IAA) and their combination on the growth of pepper (Arancon *et al.*, 2006) as well as positive effects with the use of humic acids combined with bio-fertilizers in yield and fruit quality of mandarin trees (*Citrus reticulata* Blanco) (El-Mohamedy and Ahmed, 2009). Nikbakht *et al.* (2008) reported an increased in root growth, and found that the content of micro and macronutrients in leaves and scapes of gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) cv. 'Malibu' were promoted significantly by humic acids. This partially explains the positive effect of organic fertilizer used for *L. anceps* subsp. *anceps*.

Some other papers with microorganisms used in orchids report the following. Bertolini *et al.* (2007) used strain of *Pseudomonas fluorescens* strain AVM and *Azospirillum brasilense* UAP154, to see its effect on mortality and induce the growth of micropropagated *Phalaenopsis* hybrids. The authors noted that, the treatment with *Pseudomonas* promoted seedling mortality 6.3%, compared with 18.8% promoted by *Azospirillum*. Treatments with microorganisms did not showed significant differences in growth variables such as average increase in number of leaves and the average

Pseudomonas promovió una mortalidad 6.3% de plántulas, comparado con 18.8% promovida por *Azospirillum*. Los tratamientos con microorganismos no mostraron diferencias significativas en variables del crecimiento, como el incremento promedio en número de hojas y diámetro promedio de la plántula. Naik *et al.* (2009) señalaron que la orquídea *Dendrobium* "Sonia 17" mostró su máxima altura de plantas y número de tallos con la aplicación foliar de NPK 10:5:10 (0.2%) + inmersión de sus raíces en *Azospirillum*+*Phosphobacteria*, antes de la plantación.

Asimismo, los microorganismos se están utilizando con éxito en otros cultivos ornamentales. Habib and Zaghoul (2012) demostraron el efecto de biofertilizantes (*Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megathirum*) en el crecimiento de plantas de crisantemo (*Chrysanthemum frutescence*). En el mismo sentido, El-Khateeb *et al.* (2010), reportaron que biofertilizantes con micorrizas mejoraron variables del crecimiento y peso fresco de *Chamaedorea elegans*. Con los resultados de la presente investigación, no se sabe con certeza el papel de cada uno de los componentes de la fertilización orgánica utilizada, por lo que se sugiere mayor investigación, pero los resultados presentados son una base importante que pone de manifiesto la efectividad de dicho tipo de fertilización.

Los tratamientos de fertilización no tuvieron efecto significativo en el peso seco de las plantas del grupo 1, mientras que en las del grupo 2, se observaron respuestas diferenciales a la fertilización en cuanto a peso seco. De manera general, la fertilización orgánica y mineral, por separado, incrementaron los valores de peso seco en relación, principalmente, con el testigo. Lo anterior fue contrario a lo reportado por Rodríguez *et al.* (2010), quienes indicaron que la respuesta de *Laelia purpurata* 'werkhanserii' x *L. lobata* 'Jeni' a la aplicación de fertilización mineral más la orgánica, presentó mayor producción de materia seca que la producción que presentó la aplicación aislada de cada fertilizante (mineral u orgánico).

En el presente experimento, la relación raíz/tallo no fue diferente entre tratamientos del grupo 1; y en el grupo 2, el mayor valor fue con el testigo; con la fertilización orgánica y mineral, aplicadas de manera individual, la relación raíz/tallo no tuvo efectos significativos, sin embargo, concuerda con el mayor peso seco en los diferentes órganos de las plantas de esos tratamientos. La relación es similar a lo reportado por Rodríguez *et al.* (2010), quienes señalaron que la relación raíz/tallo que promueve el mayor crecimiento de *L. purpurata* 'werkhanserii' x *L. lobata* 'Jeni' va de 0.31

diameter of the seedling. Naik *et al.* (2009) reported that, the orchid *Dendrobium* 'Sonia 17' showed its maximum plant height and number of stems with foliar application of NPK 10:5:10 (0.2%) + immersion rooted in *Azospirillum* + *Phosphobacteria*, before planting.

Likewise, microorganisms are being used successfully in other ornamental crops. Habib and Zaghoul (2012) demonstrated the effect of bio-fertilizers (*Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megathirum*) on the growth of plants (*Chrysanthemum frutescence*). Similarly, El-Khateeb *et al.* (2010) reported that mycorrhizal bio-fertilizers improved growth and fresh weight of *Chamaedorea elegans*. With the results of this research, it is not clear the role of each of the components of organic fertilizer used, so further research is suggested, but the results presented are an important basis which shows the effectiveness of this type of fertilization.

Fertilization treatments had no significant effect on the dry weight of the plants in group 1, while in group 2 it was observed that fertilization had differential responses regarding dry weight. In general, organic and mineral fertilization, separately, increased dry weight values in relation mainly to the control. This was contrary to that reported by Rodríguez *et al.* (2010), who indicated that the response of *Laelia purpurata* 'werkhanserii' x *L. lobata* 'Jeni' to the application of mineral fertilizers plus organic showed a higher production of dry matter of that presented the isolated application of each fertilizer (mineral or organic).

In this experiment, root/stem relation did not differ between treatments in group 1 and group 2, the highest value to the control, with organic and mineral fertilization, applied individually, root/stem had no significant effect; however, it corresponds with the highest dry weight in different organs of the plants of these treatments. The relationship is similar to that reported by Rodríguez *et al.* (2010), who noted that the root/stem relation that promotes further growth of *L. purpurata* 'werkhanserii' x *L. lobata* 'Jeni' goes from 0.31 to 0.59. They also indicated that, the control without fertilization had a root/stem of 0.99. Espinosa-Moreno *et al.* (2000) reported that the 15-30-15 formulation with mycorrhizal presented a higher leaf/root dry weight.

Comparison of the growth in group 1 (8 months) and 2 (12 months). When considering the initial size which were the two groups of plants and compared to their size at the end of the experiment it was observed that the group

a 0.59. Asimismo, indicaron que el testigo sin fertilización tuvo una relación raíz/tallo de 0.99. Espinosa-Moreno *et al.* (2000) reportaron que la formulación 15-30-15 con micorrizas presentó la relación hoja/raíz peso seco más alta.

Comparación del crecimiento en grupos 1 (8 meses) y 2 (12 meses) de plantas. Al considerar el tamaño inicial en que se encontraban los dos grupos de plantas y compararlos con su tamaño al final del experimento, se observó que el grupo 1, en relación con el grupo 2, produjo mayor número y longitud de hojas, mayor número y longitud de pseudobulbos, así como mayor número de raíces y longitud de las mismas. Al final, el peso seco fue ligeramente mayor en el grupo 2 (entre 5 y 7%). Ésta diferencia sugiere que las plantas del grupo 1 podrían pasar de FV1 a FV2 a los ocho meses, y no esperar doce meses como las plantas del grupo 2; de esta manera, se reduce el tiempo de pasar de FV1 a FV2. Probablemente, esto pudiera promover que la etapa de floración se alcance más rápido. Se establece este modelo como guía para el manejo de la producción en invernadero de *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps*, con base en el planteamiento de Runkle (2007) para *Phalaenopsis*. Se sugiere hacer estudios similares con diferentes edades de las plántulas, pues incluso el tiempo requerido para pasar de FV1 a FV2 pudiera ser menor de los ocho meses.

Conclusiones

El análisis general de los resultados obtenidos en la presente investigación, permite concluir que la fertilización orgánica y mineral aplicadas por separado, promueven efectos positivos en diferentes variables de crecimiento analizadas en *Laelia anceps* subsp. *anceps*. El tratamiento basado en la combinación de fertilización orgánica y mineral, no estimuló el crecimiento y tuvo un comportamiento más cercano al testigo. Se considera que la especie en estudio requiere ocho meses para pasar de FV1 a FV2.

Agradecimientos

Los autores(as) agradecen al proyecto Fideicomiso 2010 por el financiamiento otorgado para la presente investigación, y a la Línea Prioritaria de Investigación 4 Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje, ambos del Colegio de Postgraduados, por el apoyo brindado para el desarrollo del trabajo.

1 in conjunction with group 2, produced higher number and length of leaves, increased number and length of pseudobulbs, as well as higher number of roots and length thereof. In the end, the dry weight was slightly higher in group 2 (between 5 and 7%). This difference suggests that plants of group 1 could pass from FV1 to FV2 in eight months, and there is no need for waiting twelve months as in group 2, thus reducing the time to move from FV1 to FV2. Most likely, this could encourage the flowering stage to be reached even faster. This model is established to guide the management of greenhouse production of *Laelia anceps* Lindl. subsp. *anceps*, based on the approach of Runkle (2007) for *Phalaenopsis*. We suggest to make similar studies with different ages of seedlings, looking to reduce the time required to move from FV1 to FV2 by may be in less than eight months.

Conclusions

The general analysis of the results obtained in this investigation permits to conclude that organic and mineral fertilization applied separately, promote positive effects on growth in the variables analyzed for *Laelia anceps* subsp. *anceps*. The treatment based on the combination of organic and mineral fertilization did not stimulate the growth and its behavior was closest to the control's. It is considered that the species under study requires eight months to move from FV1 to FV2.

End of the English version



Literatura citada

- Arancon, N. Q.; Clive, A. E.; Stephen, L. and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth European. J. Soil Biol. 42:65-69.
- Bertolini, V.; Carrillo-Castañeda, G. y González-Camacho, J. M. 2007. Biofertilización y hormonas vegetales en la sobrevivencia y crecimiento de plántulas de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) producidas *in vitro*. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal. 6(10):1-14.
- Chang, K. H.; Wu, R. Y. and Hsieh, T. F. 2010. Effects of fertilizer formulations on flowering of *Doritaenopsis* 'I-Hsin Madame' in gradational nutrition management. Acta Hort. 878:347-353.
- El-Khateeb, M.A.; El-Madaawy, E. and El-Attar, A. 2010. Effect of some biofertilizers on growth and chemical composition of *Chamaedorea elegans* Mart. seedlings. J. Hortic. Sci. Ornamental Plants. 2(3):123-129.

- El-Mohamedy, R. S. R. and Ahmed, M. A. 2009. Effect of biofertilizers and humic acid on control of dry root rot disease and improvement yield quality of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Res. J. Agric. Biol. Sci. 5(2):127-137.
- Espinosa-Moreno, J. A.; Gaytán-Acuña, E. A.; Becerril-Román, A. E.; Jaen-Contreras, D. y Trejo-López, C. 2000. Fertilización química y biológica de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) en condiciones de invernadero. Terra. 18(2):125-131.
- Ferrini, F. and Nicese, F. P. 2002. Response of english oak (*Quercus robur* L.) trees to biostimulants application in the urban environment. J. Arboricul. 28(2):70-75.
- Habib, A. M. and Zaghoul, S. M. 2012. Effect of chemical, organic and bio-fertilization on growth and flowering of *Chrysanthemum frutescens* plants. J. Hortic. Sci. Ornamental Plants. 4(2):186-194.
- Hágsater, E.; Soto-Arenas, M. A.; Salazar-Chávez, G. A.; Jiménez-Machorro, R.; López-Rosas, M. A. y Dressler, R. L. 2005. Las Orquídeas de México. Instituto Chinoín. México, 304 p.
- Halbinger, F. and Soto-Arenas, M. A. 1997. Laelias of Mexico. Orquídea (Méx.). 15:1-160.
- Karakurt, H. and Aslantas, R. 2010. Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on plant growth and leaf nutrient content of apple. J. Fruit Ornamental Plant Res. 18(1):101-110.
- Khade, S. W. and Rodrigues, B. F. 2009. Applications of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. Tropical and Subtropical Agroecosystems 10:337-354.
- Lopez, R. G. and Runkle, E. S. 2006. Temperature and photoperiod regulate flowering of potted *Miltoniopsis* orchids. HortScience. 41(3):593-597.
- Lopez, R. G. and Runkle, E. S. 2008. Effect of temperature and pseudobulb maturity on flowering of the orchid *Miltoniopsis* Augres 'Trinity'. Acta Hort. 766:273-278.
- Naik, S. K.; Usha, B. T.; Barman, D.; Devadas, R.; Rampal and Medhi, R. P. 2009. Status of mineral nutrition of orchid- a review. J. Ornamental Hortic. 12(1):1-14.
- Nikbakht, A.; Kafi, M.; Babalar, M.; Xia, Y. P.; Luo, A. and Etemadi, N. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. J. Plant Nutrit. 31(12):2155-2167.
- Rodríguez, D. T.; Novais, R. F.; Alvarez, V. V. H.; Moreira-Dias, J. M. and Albuquerque-Villani, E. M. 2010. Orchid growth and nutrition in response to mineral and organic fertilizers. Rev. Brasileira de Ciência do Solo. 34(5):1609-1616.
- Rodríguez, H. and Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotech. Adv. 17:319-339.
- Runkle, E. S. 2007. Innovative production systems for ornamental potted plants: a case study for *Phalaenopsis* orchids. Acta Hort. 755:55-59.
- Russo, R. O. and Berlyn, G. P. 1990. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. J. Sustainable Agric. 1(2):19-42.
- Senn, T. L. and Kingman, A. R. 1973. A review of humus and humic acids. South Carolina Agricultural Experiment Station, Clemson, Sc. Research Series Report No. 145.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute Inc. 2010. SAS/STAT® User's Guide. Version 9.0 SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Soto-Arenas, M. A. 1993. Clasificación infraespecífica de *Laelia anceps*. Orquídea (Méx.). 13(1-2):125-144.
- Szajdak, L. and Maryganova, V. 2007. Occurrence of IAA auxin in some organic soils. Agron. Res. 5(2):175-187.
- Wang, Y. T. 1996. Effects of six fertilizers on vegetative growth and flowering of *Phalaenopsis* orchids. Scientia Horticulturae 65:191-197.
- Wang, Y. T. 2000. Impact of a high phosphorus fertilizer and timing of termination of fertilization on flowering of a hybrid moth orchid. HortScience. 35(1):60-62.
- Wang, Y. T. and Konow, E. A. 2002. Fertilizer source and medium composition affect vegetative growth and mineral nutrition of a hybrid moth orchid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127(3):442-447.
- Wu, S. C.; Cao, Z. H.; Li, Z. G.; Cheung, K. C. and Wong, M. H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma. 125:155-166.