

FERTILIZACION QUIMICA Y BIOLOGICA DE *Phalaenopsis* (Orchidaceae) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Chemical and Biological Fertilization of *Phalaenopsis* (Orchidaceae) under Greenhouse Conditions

Jorge A. Espinosa Moreno, E. Araceli Gaytán Acuña¹, A. Enrique Becerril Román, David Jaen Contreras y Carlos Trejo López

RESUMEN

La nutrición en el cultivo de las orquídeas suele convertirse en un problema relevante cuando existe poco uso de fertilizantes y desconocimiento en la forma de suministrarlos. Se reconoce que un eficiente empleo de los mismos, entre otras ventajas, permite acelerar el crecimiento vegetativo, aumentar la precocidad en la floración y promover una conveniente relación simbiótica con hongos endomicorrízicos. Con base en lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue conocer los efectos de cuatro fórmulas comerciales de fertilización, con y sin micorrizas, sobre el desarrollo y crecimiento de *Phalaenopsis*. Se utilizó tezontle rojo como sustrato. El diseño estadístico utilizado fue en bloques al azar, de ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Las fórmulas de los fertilizantes fueron: 20-20-20, 19-31-17, 15-30-15 (solubles) y 13-13-13 (lenta liberación) con y sin micorrizas, respectivamente. El tratamiento 19-31-17 sin micorrizas presentó mayor número de botones en el primer muestreo, mayor número de flores al momento del corte y 38 días de vida postcosecha. El tratamiento 15-30-15 con micorrizas produjo el mayor número de botones en el segundo muestreo. La longitud de flores fue aceptable y de calidad comercial, aunque de florecimiento tardío. En este experimento se logró la micorrización de plantas adultas de *Phalaenopsis*.

Palabras clave: *Rhizoctonia solani*, *fertilizante*, *micorriza*.

SUMMARY

The effect of four commercial formula fertilizers, 20-20-20, 19-31-17, 15-30-15 (water soluble), and

13-13-13 (slow release) with mycorrhiza and without mycorrhiza, were tested on the growth and development of *Phalaenopsis* under greenhouse conditions. Small diameter volcanic gravel was used as a substrate and a complete randomized block design was used with eight treatments and four replications. Results indicated that in the first sampling treatment 19-31-17 without mycorrhiza had more buds and flowers at the first cutting and a shelf-life of 38 days. In the second sampling, treatment 15-30-15 with mycorrhiza had the highest number of buds with acceptable flower length and commercial quality, although opening was delayed. In this experiment, the adult *Phalaenopsis* plants adapted well to mycorrhiza.

Index words: *Rhizoctonia solani*, *fertilizer*, *mycorrhiza*.

INTRODUCCION

De los problemas más comunes e importantes para el cultivo de orquídeas destaca la nutrición, debido al poco uso de los fertilizantes y desconocimiento de cómo suministrarlos eficientemente para acelerar el crecimiento y desarrollo vegetativo, aumentar la precocidad en la floración, prolongar la vida postcosecha e incrementar la calidad comercial. Por otro lado, la fertilización adecuada de estas plantas permite el establecimiento de una asociación simbiótica entre los hongos endomicorrízicos y las raíces de las orquídeas, que pueden reducir los requerimientos de los fertilizantes y, en consecuencia, los costos de producción.

La nutrición puede ser mejorada por micorrizas. Strullu (1982) menciona que el hongo micorrízico estimula el crecimiento del hospedante; esta particularidad es más significativa, cuanto más débil es la concentración de nutrientes en el medio. La micorrización actúa especialmente en la nutrición fosforada y, además, otros nutrientes pueden estar

¹ Programa de Fruticultura, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, 56230 Montecillo, Estado de México.

incluidos: zinc, azufre y potasio. En cuanto al nitrógeno, amonio es la fuente principal, algunas especies hongos micorrízicos poseen nitrato reductasa, lo que posibilita el aprovechamiento de los nitratos, aunque los mecanismos no son totalmente conocidos (Plenchette, 1982).

Wang y Gregg (1994), al utilizar 20-8.6-16 (N-P-K), durante dos ciclos de floración, en tres niveles (0.25, 0.5 y 1.0 g L⁻¹) en forma soluble aplicado en el agua de riego, observaron que las plantas presentaron diferencias significativas en la emergencia de la inflorescencia, días a floración, de *Phalaenopsis*, siendo los mejores niveles 0.25 y 0.5 g L⁻¹ y para la longitud del tallo 1.0 g L⁻¹.

Manrique (1993) encontró que las orquídeas necesitan pequeñas cantidades de fertilizantes, pues tienen un crecimiento lento, e indica que en los géneros *Cymbidium* y *Phalaenopsis* las aplicaciones de 100, 50 y 25 mg kg⁻¹ de N, K y Mg, respectivamente, son óptimas. Para *Cattleya* se obtiene un crecimiento óptimo con 50 mg kg⁻¹ de N, P y K. Salinger (1991) menciona para *Cymbidium* que es posible utilizar fertilizantes de lenta liberación como el Osmocote®; estos fertilizantes pueden ser de corto o largo plazo; los de corto plazo (1 a 4 meses) aportan 70-31-58 g m⁻³ de N, P y K, respectivamente; los de largo plazo (1 a 8 meses) aportan 360-52-200 g m⁻³ de N, P y K. Cuando se cultivan las orquídeas en corteza pura (2.35 a 4.75 mm de tamaño de partícula) se adicionarán 2 kg de caliza dolomítica m⁻³ al sustrato más un riego diario con una solución nutritiva de 120 a 150N-30P-75K en mg L⁻¹.

Plenchette (1982) menciona que el tipo de micorriza presente en las orquídeas son endomicorrizas, el simbionte fúngico corresponde a Basidiomicetos, tales como *Rhizoctonia*, *Tulasnella*, *Thanatephorus* y *Ceratobasidium*, cuando éstos se establecen en las células del hospedero dan lugar a una estructura en forma de ovillos o pelotones de hifas, que en la naturaleza condicionan el desarrollo del hospedante con las siguientes manifestaciones biológicas que mejoran el desarrollo; el hongo proporciona el carbono total o parcialmente cuando la planta está en etapas no autotróficas, y también protección contra enfermedades (Plenchette, 1982).

Con base en lo expuesto, la presente investigación tuvo como finalidad conocer los efectos de cuatro fórmulas de fertilización con y sin micorrizas sobre el desarrollo del híbrido *Phalaenopsis*.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Sitio Experimental

El experimento se estableció en octubre de 1996 en condiciones de invernadero. La temperatura en el invernadero se mantuvo entre una máxima de 29 °C y una mínima de 12 °C. Para ese propósito se utilizó un sistema de enfriamiento de aire con paneles húmedos durante el día (NPC, negative pressure cooling). Durante la noche se utilizó un sistema de calefacción con quemadores de gas. La radiación global mensual para 1996 (de octubre a diciembre) fue de 453.73 cal cm⁻² día⁻¹ y para 1997 (de enero a septiembre) de 499.17 cal cm⁻² día⁻¹ (Servicio Meteorológico del Colegio de Postgraduados), y una humedad relativa ajustada a 75%.

Materiales Utilizados

Se utilizó un híbrido interespecífico, producido *in vitro* y sin inoculación del endosimbionte en el vivero Xicoflor en el municipio Agua Fría, estado de Puebla. Como sustrato se utilizó tezontle con las siguientes características físico-químicas: conductividad eléctrica (CE) 0.310 dS m⁻¹; pH 5.20; Dap 0.54 g cm⁻³; Dr 1.76 g m⁻³; cationes solubles: Ca 0.82; Mg 0.54; Na 0.54 y K 1.73 (cmol L⁻¹). El tezontle se esterilizó con H₂SO₄ al 4% después se enjuagó con agua destilada. Previo al trasplante, las plantas (de tres años de edad) se sumergieron en una solución de captán al 2%. Después se enjuagaron con agua destilada estéril. En macetas de 15.24 cm de diámetro, a las cuales se les adicionó tezontle hasta la mitad, se colocó la planta que venía a raíz desnuda, y se procedió a llenar las macetas con tezontle, dejando bien fijadas las plantas e inmediatamente se aplicó un riego pesado sin solución nutritiva.

Manejo del Experimento

El experimento se inició el 22 de octubre de 1996 y se concluyó el 30 de abril de 1997. Las mezclas de fertilizantes se prepararon de acuerdo con las fórmulas establecidas por el proveedor, y se aplicaron dependiendo del tipo de fertilizante, se realizaron tres aplicaciones en el caso del Osmocote de liberación lenta (1 g por maceta cada mes) y los fertilizantes

Peters y Orchids (1.75 g en 4 L de agua) al realizar la disolución se usó la misma agua del productor y se estandarizó a pH de 5.7. Las plantas recibieron un riego cada siete días o cuando el sustrato se observó completamente seco; no se realizó un control de plagas y enfermedades; las malezas se controlaron en forma manual.

Arreglo y Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos resultantes de la combinación de las dosis de fertilización y la inoculación o no de micorrizas se describen a continuación: a) Peters: 20-20-20 sin micorriza (SM) testigo; b) Orchids: 19-31-17 SM; c) Peters: 15-30-15 SM; d) Osmocote: 13-13-13 SM; e) Peters: 20-20-20 con micorriza (CM); f) Orchids: 19-31-17 CM; g) Peters: 15-30-15 CM; h) Osmocote: 13-13-13 CM.

Variables Estudiadas

Días a floración. Se consideró desde el inicio del experimento hasta lograr la floración, cuando en la inflorescencia se abría la primera flor.

Longitud de flor. Esta variable se tomó en la primera flor de la inflorescencia, tomando en cuenta una línea horizontal a la mitad de la flor contrario a su plano de simetría de la misma (simetría bilateral), expresada en centímetros.

Días al corte de la inflorescencia. Se considera desde el inicio de la investigación hasta que abrieron tres flores en la inflorescencia.

Número de flores al corte de la inflorescencia. Para realizar el corte de la inflorescencia se tomó un promedio de tres flores abiertas mínimo y también se consideraron los botones próximos a abrir (estos últimos se reconocieron por el tamaño y cambio de color).

Número de botones al corte de la inflorescencia. Se efectuaron dos muestreos para esta variable: el primero el 20 de marzo de 1997 y el segundo el 10 de abril del mismo año; se contaron los botones presentes en las inflorescencias al momento del muestreo, sin tomar en cuenta las flores y los botones abortados.

Determinación de la concentración de nutrimentos en diferentes órganos de las plantas, N, P, K y Ca. Esta variable se determinó al final de la investigación

en raíces, hojas, escapos y flores. Para ello se lavaron las muestras con agua destilada y se enjuagaron con agua desionizada, posteriormente se secaron por 72 h a 70 °C para obtener la materia seca, la cual se obtuvo de la mezcla de las tres repeticiones de cada tratamiento y se sometieron a digestión húmeda. Se determinó nitrógeno por el método de microkjeldahl (Chapman, 1973), determinación de fósforo total mediante el método de vanadato-molibdato amarillo (Chapman, 1973), determinación de potasio, calcio y magnesio por absorción atómica (Bradfield y Spencer, 1965).

Vida postcosecha y calidad para *Phalaenopsis*. Se preparó una solución con el preservador Classico chrysal 1.2 g L⁻¹ en agua destilada. En tubos de ensaye (25 X 150 mL) se colocaron los tallos florales (escapos) en condiciones ambientales no controladas; la calidad de la planta se evaluó por longitud de flor y vida de postcosecha.

Inoculación en plantas. Para *Phalaenopsis* se usó una dosis de 100 esporas de *Rhizoctonia solani* por planta. El hongo fue proporcionado por el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. La inoculación se realizó mediante el método de inyección con jeringa hipodérmica; para ello se insertó la aguja en el pseudobulbo y se inyectó la suspensión de esporas a nivel del cortex.

Intensidad y grado de colonización micorrízica. Se utilizó la metodología de Phillips y Hayman (1970) para evaluar la intensidad y grado de colonización de los tejidos por el hongo; mediante microscopía electrónica de barrido y de transmisión, además se usó la microscopía fotónica propuesta por Duddridge y Read (1982). Los tejidos se fijaron en FAA (formaldehído, ácido acético, etanol), la inclusión se hizo con parafina histológica. Las secciones del tejido se hicieron de 8 y 12 µm; los cortes se tiñieron con safranina y verde fijo. La observación microscópica de la superficie de la hifa fue facilitada por la acción del ácido tricloroacético, seguido por el blanqueamiento del tejido fungal en la noche con dioxano-ácido propiónico.

Análisis de Datos

En las variables dependientes de los tratamientos se realizó un análisis de varianza para un arreglo de bloques completos al azar y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey a un nivel de

significación de 95%, a excepción de las variables vida postcosecha, días al corte de la inflorescencia de *Phalaenopsis* y determinación de la concentración foliar de N, P, K y Ca.

RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación de las variables estudiadas se realizó a partir de que se estableció el experimento (22 de octubre de 1996) hasta que se cosecharon las inflorescencias (30 de abril de 1997).

Días a Floración (DFLO)

El análisis de varianza indicó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos de los fertilizantes utilizados; en el tratamiento 13-13-13 sin micorriza (SM) los días a floración se presentaron a los 132.25 días de su inicio, mientras en el tratamiento 20-20-20 SM la floración se presentó a los 184 días. Wang y Gregg (1994), estudiando dos ciclos de floración para *Phalaenopsis*, utilizando 0.25, 0.5 y 1.0 g L⁻¹ de fertilizante soluble "Peters" (20-8.6-16.6) en cada riego, obtuvieron un intervalo de 123 a 124 días a la floración para el primer ciclo, y de 96 a 99 días para el segundo ciclo. Cabe señalar que en el presente estudio sólo se estudió un ciclo de floración (Cuadro 1).

Días al Corte de la Inflorescencia (DCOR)

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. El de menor número de días al corte fue el tratamiento 13-13-13 con

micorriza (CM) (183.5 días) y el de más días fue 15-30-15 CM (192.5 días).

Número de Flores al Corte de la Inflorescencia (FLO-CO)

Esta variable presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos al realizar la comparación de medias de Tukey. Los tratamientos 19-31-17 y 15-30-15 CM (3.5 y 3.25 flores, respectivamente) presentaron el mayor promedio en número de flores al momento del corte, efectos probablemente atribuibles al contenido de P en su formulación; en tanto que el tratamiento 13-13-13 (0.50 flores) presentó el menor promedio en el número de flores, así como mayor senescencia de botones y menor cantidad de inflorescencias cosechadas. Similar efecto se observó en el tratamiento 20-20-20 CM (0.75 flores), aunque éste tuvo flores de mayor calidad.

Las especies de *Phalaenopsis* difieren en el número de flores en la inflorescencia (Sessler, 1978; McVaugh, 1985; Krisa, 1993; Kuang y González, 1993), de las cuales además se han originado muchos híbridos interespecíficos con una gran variedad en el número de flores. Wang y Gregg (1994) mencionan que en un estudio realizado durante dos ciclos de floración se obtuvieron el promedio de seis a ocho flores para el primer ciclo y de 0.5 a 7.8 para el segundo ciclo. En esta investigación el criterio para el número de flores se consideró a dos variables: días al corte de la inflorescencia (FLO-CO), y vida de postcosecha (UPOST) en que llegaron a abrir nuevos botones florales lo que representó un valor intermedio (3.5 flores), debido a que el origen de estas plantas es

Cuadro 1. Relación hoja/raíz promedio por tratamiento y medias de variables de producción en plantas de *Phalaenopsis*.

Tratamiento	H/R [†]	FLO-CO	B1	B2	B3	DFLO	DCOR	VPOST	PINF
15-30-15 CM	0.660	3.25	5.75	5.5	0.50	178.50	192.5	33.0	16.18
13-13-13 SM	0.565	0.50	4.25	1.5	4.50	132.25	190.0	25.0	2.89
15-30-15 SM	0.451	2.66	5.66	5.5	4.00	180.33	188.0	21.7	21.83
19-31-17 CM	0.614	1.75	3.75	3.5	1.50	133.50	185.0	34.6	10.42
20-20-20 SM	0.486	2.25	4.50	4.0	2.00	184.00	188.7	30.0	15.36
19-31-17 SM	0.438	3.50	5.75	4.2	1.25	178.50	185.7	38.0	19.20
20-20-20 CM	0.493	0.75	5.00	3.0	6.00	179.00	187.5	21.5	4.99
13-13-13 CM	0.307	1.75	4.75	2.2	1.75	174.25	183.5	27.7	12.52

[†] H/R = Relación hoja/raíz peso seco.

FLO-CO = Número de flores al corte.

B1 = Número de botones 1^{er} corte y muestreo.

B2 = Número de botones 2^o corte y muestreo.

B3 = Número de botones en abscisión.

DFLO = Días a floración.

DCOR = Días al corte de la inflorescencia.

VPOST = Vida postcosecha, en d.

PINF = Peso de la inflorescencia, en g.

in vitro y se desarrollaron en condiciones ambientales diferentes a las realizadas por los autores citados.

Número de Botones al Corte de la Inflorescencia (B1, B2)

Aunque no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, se pueden observar diferencias numéricas entre los tratamientos. Las fórmulas 19-31-17 SM, 15-30-15 CM y 15-30-15 SM con 6.75, 5.75 y 5.66 botones por inflorescencia, respectivamente, para el primer muestreo; para el segundo muestreo 5.5, 5.5 y 4.25 botones para los tratamientos 15-30-15 SM, 15-30-15 CM y 19-31-17 SM, respectivamente, fueron los tratamientos que presentaron el mayor número de botones en los muestreos realizados.

Los tratamientos que presentaron mayor número de botones corresponden a las dosis altas de fósforo en su formulación 15-30-15 y 19-31-17, con 22.5 y 23.25 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Estas fórmulas son apropiadas para floración (Sessler, 1978; Kuang y González, 1993).

Número de Botones en Abscisión

Existieron inflorescencias en las cuales la mayoría de los botones fueron abortados, como fue el caso de los tratamientos 13-13-13 SM y 20-20-20 CM, trayendo como consecuencia la disminución del número de flores al momento del corte; los tratamientos con menos botones en abscisión corresponden a 19-31-17 CM, 19-31-17 SM y 15-30-15 CM. Este fenómeno se empezó a presentar desde el 10 de abril de 1997 hasta el corte de la última inflorescencia en todos los tratamientos, sin embargo, al realizar el análisis estadístico no hubo diferencias significativas.

Las posibles causas de la abscisión pueden ser: Las concentraciones a nivel crítico o bajo de calcio son 2.0 ó 1.0 a 1.49% en hojas según Reuter y Robinson (1988) y Benton *et al.* (1991), respectivamente. Por lo tanto, la deficiencia de este nutriente pudo causar abscisión de flores, así lo consideran Hewitt (1963), Millikan y Hanger (1964) y Nightingale y Smith (1968). En esta investigación el promedio encontrado en hojas SM o CM fue de 0.61 ó 0.66 mg g^{-1} siendo bajo respectivamente (Cuadro 2); no se controló calcio, sólo se utilizó la dosificación empleada por los productores, lo cual permite

concluir que el nivel de calcio en botones no fue el óptimo.

Además, donde se realizó el experimento, para controlar las bajas temperaturas, se recurrió a un sistema de calentamiento con quemadores de gas, se estima que se presentaron diferentes concentraciones de etano, propileno y etileno (Hiclenton, 1988), que pudiendo haber propiciado la abscisión, en particular el etileno que es reconocido por su capacidad de inducir senescencia de flores, entre ellas la de algunos géneros de orquídeas (Danula y Reid, 1985).

Longitud de la Primera Flor

Para esta variable no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, pero numéricamente el tratamiento 15-30-15 SM presentó la mayor longitud (8.9 cm) y los tratamientos 20-20-20 CM y 13-13-13 SM (ambos con 4 cm) fueron los de menor longitud.

La American Orchid Society (1988) indica como longitud promedio para flores de *Phalaenopsis* 7.8 cm; en este estudio se registró un promedio de 8.4 cm para los mejores tratamientos, cuyo efecto está asociado con mayor contenido de fósforo.

Vida Postcosecha

Para esta variable el tratamiento con mayor número de días de postcosecha fue el 19-31-17 SM (38 días). El de 20-20-20 CM tuvo el menor período (21.5 días); sin embargo, este tratamiento superó el período de postcosecha de la inflorescencia producida por el testigo. Se incluyó para fines de comparación una exposición durante 15 días de vida de florero en las mismas condiciones. No se hizo análisis estadístico de estos datos. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Goh y Arditti (1981) quienes dicen que para esta planta las flores tienen una longevidad de 35 días, sin mencionar si es de vida postcosecha en maceta o florero (Cuadro 1).

Concentración de Nutrientos en Raíces, Hojas, Escapos y Flores

Se encontraron diferentes concentraciones de nutrientes en los órganos de las plantas de *Phalaenopsis* (Cuadro 2). Smith (1988) indica que las diferencias genotípicas, edad del tejido y la interacción de los nutrientes con el ambiente son

factores que influyen en la concentración de los nutrimentos en una planta. Benton *et al.* (1991) mencionan que la concentración de los nutrimentos difiere no solamente entre plantas, sino también en los órganos de la misma, el estado fisiológico del tejido, posición del tejido en la planta y disponibilidad de los nutrimentos en el sustrato, lo cual se corrobora con los resultados obtenidos. Partiendo de la premisa y observaciones realizadas por los autores citados, se puede apreciar que la concentración de N, P y K en raíces de plantas micorrizadas fueron concentraciones más altas de estos nutrimentos en todos los tratamientos a excepción del tratamiento 19-31-17 CM (Cuadro 2). Barea (1991) considera que el incremento del contenido de nitrógeno en las plantas micorrizadas está relacionado con la nutrición fosforada que promueven las micorrizas al aumentar la concentración de fósforo en las plantas, se satisfacen los elevados requerimientos de ATP que conlleva el proceso de fijación de N₂. En hojas, el P y K presentan los valores más altos en los tratamientos 20-20-20 CM y 19-31-17 CM; basándose en la tabla de interpretación de concentración foliar de Benton *et al.* (1991), los niveles nutrimentales encontrados (Cuadro 2) son suficientes. En flores se observó que los niveles de N, P y K en los tratamientos 13-13-13 CM y 19-31-17 CM tuvieron las concentraciones más elevadas de estos nutrimentos (Cuadro 1). Lo anterior permite concluir, a falta de tablas de interpretación para raíces y flores, que la combinación de fertilización, con inoculación de micorrizas, trae como consecuencia una respuesta positiva en la producción de orquídeas (Poole y Seeley, 1978).

Observación y Muestreo de Micorrizas en las Raíces

En el microscopio se observaron la formación de los pelos epidérmicos y la división del meristemo apical, posteriormente se diferenció un meristemo corto y se aumentó considerablemente, indicando el firme establecimiento de la condición simbiótica. La proliferación del hongo se restringió a la región cortical, sin embargo, en la región central de la raíz, el hongo sufrió una desorganización celular y el grosor de la hifa perdió su forma regular. Con la división de células en el meristemo, la hifa rápidamente penetró las nuevas células y comenzó la formación de los pelotones, los cuales se digirieron durante el

Cuadro 2. Concentración de nutrimentos en diferentes órganos de plantas de *Phalaenopsis* (mg g⁻¹).

	Tratamiento [†]	N	P	K	Ca
Raíces	13-13-13 SM	16.1	4.0	16.1	0.64
	20-20-20 SM	21.4	5.3	15.1	0.52
	15-30-15 SM	17.5	5.0	13.1	0.05
	19-31-17 SM	20.0	8.3	20.0	0.43
	13-13-13 CM	19.6	4.5	19.0	0.43
	20-20-20 CM	23.1	6.5	24.3	0.39
	15-30-15 CM	19.3	7.0	19.4	0.34
	19-31-17 CM	17.9	8.1	15.7	0.67
Hojas	13-13-13 SM	20.3	4.3	17.4	0.84
	20-20-20 SM	23.5	5.0	30.5	0.72
	15-30-15 SM	16.1	7.8	23.3	0.25
	19-31-17 SM	18.6	5.3	31.4	0.63
	13-13-13 CM	20.7	0.4	24.9	0.63
	20-20-20 CM	19.3	5.3	42.6	0.59
	15-30-15 CM	15.1	4.7	21.3	0.54
	19-31-17 CM	17.9	5.9	40.0	0.87
Escapos	13-13-13 SM	19.6	5.5	25.6	0.08
	20-20-20 SM	20.3	5.8	24.6	0.09
	15-30-15 SM	17.5	7.2	29.8	0.10
	19-31-17 SM	19.3	0.5	20.3	0.10
	13-13-13 CM	18.4	2.8	25.6	0.07
	20-20-20 CM	16.8	0.5	22.0	0.06
	15-30-15 CM	13.7	5.5	33.5	0.07
	19-31-17 CM	18.2	5.0	12.8	0.06
Flores	13-13-13 SM	13.3	0.8	53.1	0.19
	20-20-20 SM	20.0	0.7	48.2	0.17
	15-30-15 SM	16.1	0.6	43.6	0.12
	19-31-17 SM	10.5	7.8	44.2	0.02
	13-13-13 CM	17.5	4.5	42.2	0.12
	20-20-20 CM	9.1	0.8	50.3	0.16
	15-30-15 CM	15.4	0.7	43.0	0.16
	19-31-17 CM	19.3	6.7	47.8	0.08

[†] SM = sin micorrizas. CM = con micorrizas.

crecimiento de las plantas. Conforme, las raíces absorbentes eran formadas por las plantas y fueron infectadas por el hongo de los tratamientos 15-30-15 CM y 13-13-13 CM.

Con base en los resultados obtenidos se puede mencionar que las dosis y las formulaciones de fertilización influyen en la eficiencia de la micorriza. Por ejemplo, en el Cuadro 1 se puede comparar el efecto inducido por el tratamiento 15-30-15 CM en las variables de producción en relación con el tratamiento 19-31-17 CM. Son evidentes las ventajas del primer tratamiento antes mencionado.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento 19-31-17 SM presentó mayor número de botones en el primer muestreo, mayor número de flores al momento del corte y 38 días de vida postcosecha.
2. El tratamiento 15-30-15 CM presentó la relación hoja/raíz peso seco más alta, produjo el mayor número de botones en el segundo muestreo, el menor número de botones en abscisión; la longitud de flores fue aceptable y de calidad comercial, aunque de florecimiento tardío.
3. La concentración de N, P y K en raíces de las plantas micorrizadas tuvieron los valores más altos de estos nutrimentos en los tratamientos 13-13-13 CM, 20-20-20 CM y 15-30-15 CM.
4. Se comprobó la micorrización de las plantas adultas de *Phalaenopsis* con *Rhizoctonia solani* en los tratamientos 15-30-15 CM y 13-13-13 CM:

LITERATURA CITADA

- American Orchid Society. 1988. Manual sobre el cultivo de orquídeas. González J.D., F. Henríquez y M. de Satori (trds.) American Orchid Society, Inc. USA.
- Barea, J.M. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. *Adv. Soil Sci.* 15: 1-40.
- Benton Jr., J.J., B. Wolf y H.A. Mills. 1991. *Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide.* Micro-Macro Publishing, Inc. USA.
- Bradfield, E.G. y D. Spencer. 1965. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops: Determination of magnesium, zinc, and copper by atomic absorption spectroscopy. *J. Sci. Food Agr.* 16: 33-38
- Chapman, H. 1973. *Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas.* Trillas. México.
- Danula, M. y M.S. Reid. 1985. The role of plant hormones in the posharvest life of the cut flower. *Acta Horticulturae* 167: 79-93
- Duddridge, J.A. y D.J. Read. 1982. An ultrastructural analysis of the development of mycorrhizas in *Monotropa hypopitys* L. *New Phytol.* 92: 203-214.
- Goh, C.J. y J. Arditti. 1981. Orchidaceae. pp. 309-335. *In: CRC Handbook of flowering.* Vol. 1.
- Hicenton, P.R. 1988. CO₂ enrichment in the greenhouse. *Principles and practice.* Growers Handbook Series. A.M. Armitage (ed.). Timber Press Portland, Oregon.
- Hewitt, E.S. 1963. *Plant physiology:* pp. 137-360. *In: F.C. Steward (ed.). The essential nutrient elements: requirements and interactions in plants.* Academic Press, USA.
- Krisa, B. 1993. Orquídeas: Joyas vivientes. pp. 94-129. *In: Enciclopedia de plantas con flor.* Susaeta, España.
- Kuang, J.C. y L. González V. 1993. *Introducción al cultivo y manejo de las orquídeas.* Inst. Nac. de Aprendizaje. Dirección de Docencia. Fitotecnia. San José, Costa Rica.
- Manrique, L.A. 1993. Greenhouse crops: A review. *J. Plant Nutrition* 16(12): 2411-2477.
- McVaugh, R. 1985. *Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico.* Orchidacea 16: 363. University of Michigan, USA.
- Millikan, C.R. y B.C. Hanger. 1964. Effect of calcium level in the substrate on the distribution of Ca-45 in subterranean clover (*Trifolium subterraneum*). *Aust. J. Biol. Sci.* 17: 823-844.
- Nightingale, H.I. y R.L. Smith. 1968. Collapse of alfalfa petioles and their calcium content. *Agron. J.* 60: 475-477.
- Phillips, J.M. y D.S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment to infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- Plenchette, Ch. 1982. Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules (VA): Un potentiel à exploiter en agriculture. *Phytoprotection* 63: 86-102.
- Poole, A.H. y J.G. Seeley. 1978. Nitrogen, potassium and magnesium nutrition of three orchid genera. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(4): 485-488.
- Reuter, D.J. y J.B. Robinson. 1988. *Plant analysis. An interpretation manual.* Inkata Press. Melbourne, Sidney, Australia.
- Salinger, J.S. 1991. *Cymbidium.* pp. 245-259. *In: Producción comercial de flores.* Acribia, España.
- Sessler, J.G. 1978. *Orchids and how to grow them.* 1st ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood, Cliffs. N.J.
- Smith, F.W. 1988. Interpretation of plant analysis. Concepts and principles. pp. 1-12. *In: D.J. Reuter y J.E. Robinson (eds.). Plant analysis. An interpretation manual.* Inkata Press. Melbourne, Sydney, Australia.
- Strullu, D.G. 1982. L'association mycorrhizienne. *Comptes rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France* 68(5): 344-346.
- Wang, Y.T. y L.L. Gregg. 1994. Medium and fertilizer affect the performance of *Phalaenopsis* orchids during two flowering cycles. *HortSci.* 29(4): 269-271.