

# FERTILIZACIÓN MINERAL Y BIOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE TALLOS DE PERRITO (*Antirrhinum majus* L.)

## Mineral and Biological Fertilization in the Commercial Production of Cut Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.)

Angel N. Rojas-Velázquez<sup>1‡</sup>, Jorge A. Gutiérrez-Espinoza<sup>2</sup>, Prometeo Sánchez-García<sup>3</sup>, Araceli Gaytán-Acuña<sup>3</sup> y Juan M. González-Camacho<sup>3</sup>

### RESUMEN

Ensayos realizados en un material de verano (Grupo IV) de *Antirrhinum majus* L. serie Potomac cv. Rose, permitieron determinar los efectos de la fertilización mineral (20-20-20 y 12-12-17 + 2 Mg) combinada con la fertilización biológica [*Glomus mosseae* (Gm) y *Glomus intraradices* (Gi)] en el desarrollo y calidad comercial de los tallos producidos. El uso de dosis mayores de NPK afectó significativamente la acumulación de materia seca, la longitud del tallo, el desarrollo de área foliar, y el índice de calidad general de los tallos. No obstante, la determinación de la clasificación comercial de la Sociedad Americana de Floristas (ASF) indicó que el uso de ambas dosis de fertilización mineral promovió la cosecha de tallos con similar calidad comercial. La incorporación de ambos hongos micorrízicos arbusculares (HMA) al esquema de manejo nutrimental reflejó incrementos en varios de las variables de desarrollo antes referidas, sin embargo, el mayor y más importante impacto estuvo reflejado en la calidad comercial obtenida. La incorporación de *Gm* combinado con 20-20-20 propició de manera altamente significativa que 100% de los tallos cosechados tuvieran las calidades especial y sofisticada (92 y 8%, respectivamente), las más altas dentro de la clasificación comercial SAF para esta especie. Reducciones en la adición de NPK combinadas con cualquiera de los HMA utilizados, propiciaron calidades comerciales por debajo de las obtenidas con

20-20-20 + *Gm*, mientras que el uso de las dosis comerciales de fertilización recomendadas para *A. majus* parecieran requerir de una reevaluación. La incorporación de HMA en combinación con las dosis recomendadas para *A. majus* (20-20-20+*Gm*) promovió incrementos en la calidad comercial de los tallos obtenidos de acuerdo con los estándares establecidos para su clasificación y oferta comercial.

**Palabras clave:** *Antirrhinum majus*, hongo micorrízico arbuscular, manejo nutrimental, calidad comercial.

### SUMMARY

Effects of mineral fertilization (20-20-20 and 12-12-17 + 2 Mg) combined with colonization of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus intraradices* and *Glomus mosseae*) were determined on cut snapdragon (*Antirrhinum majus* L.). Growth and commercial quality of cv. Rose series Potomac group IV was evaluated under greenhouse conditions. Two evaluation criteria were implemented: a) growth and developmental traits, and b) American Society of Florist commercial (ASF) standards. Our studies indicated that higher N-P-K additions significantly increased dry matter accumulation, stem length, leaf area and quality index. However, determination of ASF commercial classification standards showed that similar quality was obtained with both fertilization programs. The addition of arbuscular mycorrhizal fungi to both mineral fertilization regimes promoted an overall increase in growth and developmental traits. Moreover, when ASF standards were determined, 100% of the flowering stems produced by 20-20-20 + *Gm*, obtained special and sophisticated classification (92 and 8% respectively), the highest categories conferred by ASF standards to cut snapdragon stems. Reductions in the addition of NPK combined with any of the HMA used, led to commercial grades below those obtained with 20-20-20 + *Gm*, while the use of commercial fertilizer doses recommended for

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, UASLP. Álvaro Obregón 64, Col. Centro. 7800 San Luis Potosí, S. L. P., México.

<sup>‡</sup> Autor responsable (angel.rojas@uaslp.mx)

<sup>2</sup> ITESM. Av. Eugenio Garza Sada 2501 sur Col. Tecnológico. 64849 Monterrey, N. L., México.

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, estado de México.

Recibido: febrero de 2011. Aceptado: marzo de 2011.

Publicado como nota de investigación en Terra Latinoamericana 29: 221-227.

*A. majus* seem to require a reassessment. The addition of HMA in combination with the recommended doses for *A. majus* (20-20-20 + Gm) promoted increases in the commercial quality of the stems produced in accordance with established standards for classification and commercial supply.

**Index words:** *Antirrhinum majus*, *arbuscular micorrhizal fungi*, AMF, mineral fertilization, SAF standards.

## INTRODUCCIÓN

La producción de ornamentales en nuestro país representa uno de los sectores más rentables de la industria hortícola (Claridades Agropecuarias, 2006). Actividad donde lograr y mantener una elevada calidad comercial, obliga a la implementación de prácticas culturales y de manejo que repercuten en elevados costos de producción y en múltiples casos en una mayor contaminación de los recursos naturales (González y Ferrera, 1994; Etchevers, 1999; Cadahia, 1998). Diversas estrategias han sido desarrolladas con el propósito de promover mayor productividad y sustentabilidad en los esquemas productivos (Thompson, 1991; Fageria, 2001; Simmonne y Hutchinson, 2005). Una de estas estrategias, la constituye la utilización de hongos micorrízicos arbúsculares (HMA). El uso de los HMA ha sido incorporado con múltiples propósitos a los esquemas de manejo comercial de un gran número de cultivos ornamentales. Tal es el caso de la promoción de acumulación de materia seca y número de primordios foliares en tallos de *Anthurium* sp. (González y Ferrera, 1994), aumentos en la vida de florero de los tallos de *Antirrhinum* sp. (Besmer y Koide, 1999), mayor asimilación nutricional y reducción de ciclo productivo en *Chrysanthemum* sp. (Shon *et al.*, 2003), incrementos en altura y número de primordios foliares en tallos *Gerbera* sp. (Rodríguez *et al.*, 2000; Pedraza *et al.*, 2001), disminución en la incidencia de fitopatógenos en *Gladioli* sp. (Gardezi *et al.*, 2001), reducciones de hasta un 30% en costos de producción en cultivos de *Callistephus* sp., *Impatiens* sp., y *Petunia* sp. (Gaur *et al.*, 2000), y el incremento en la producción de materia seca y reducción del ciclo de cultivo en *Phalenopsis* sp. (Espinosa, *et al.*, 2000). En *Lilium* sp. se adelanta la floración, mejora la calidad y permite reducir el uso de fertilizantes químicos (Rubí *et al.*, 2009)

La producción comercial de perrito (*Antirrhinum majus* L.) constituye un interesante modelo de estudio en la evaluación de los efectos del uso de HMA sobre el crecimiento y calidad comercial de los tallos. Toda vez que su cultivo involucra intensivos esquemas de manejo nutricional además de ofrecer una amplia gama de cultivares en múltiples colores que permiten su cultivo en invernadero y a cielo abierto durante todo el año (Rojas y Gutiérrez, 2005). La producción de esta especie en nuestro país es considerada como incipiente o de reciente introducción (Gutiérrez, 2005). No obstante su cultivo es realizado en al menos siete entidades de México que incluyen al Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Puebla y Querétaro (INEGI, 1998; Claridades Agropecuarias, 2006).

El empleo de HMA no es ajeno al cultivo de perrito, toda vez que los efectos de la colonización micorrízica han propiciado aumentos en la vida de florero de los tallos vía la reducción en la sensibilidad a etileno de los mismos (Besmer y Koide, 1999). No obstante, es evidente la falta de información que relacione el uso de HMA con la eficiencia y optimización de fuentes fertilizantes en la obtención de tallos con elevada calidad comercial. Con base en lo expuesto anteriormente, el presente trabajo pretende generar información encaminada a desarrollar alternativas de biofertilización como los HMA que permitan la producción con calidad comercial aunada al uso eficiente de las fuentes minerales que conlleven al cultivo sustentable de esta especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el ciclo primavera-verano del 2004 en los invernaderos del Colegio de Postgraduados campus Montecillo (2250 m, 19° 19' N y 98° 53' O). Plántulas de *A. majus* L. de la serie de verano Potomac cv. Rose (Pan American Seeds Co., IL, USA), fueron generadas de semilla y transplantadas en macetas de plástico de 6 pulgadas (Polietilenos del Sur<sup>MR</sup>, Jiutepec, Morelos, México) tras desarrollar dos pares de hojas verdaderas. Se utilizó un sustrato comercial de crecimiento (Promix PGX<sup>®</sup>; Premier<sup>®</sup>, Rivière du Loup, Quebec, Canadá). Dos esquemas de fertilización mineral 20-20-20 (Peters, Scotts CO., USA) y 12-12-17 + 2 Mg (Nitrofoska, USA); fueron proporcionados semanalmente a través del agua de riego (2 g L<sup>-1</sup> de agua), habiendo sido iniciados dos semanas

**Cuadro 1. Variables de desarrollo en la evaluación de la calidad comercial de tallos de flor de corte de *Antirrhinum majus* L., Potomac cv. Rose.**

Variables de desarrollo	Fertilización					
	20-20-20			12-12-17 +		
	Gi	Gm	2Mg	2Mg Gi	2Mg Gm	
Materia seca (g)	9.6b	9.3b	10.5a	8.3d	8.3d	8.9c
Longitud de tallo (cm)	122.2b	124.2b	126.8a	119.7c	116.7d	128.4a
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	1040.7a	957.4b	1040.2a	729.9c	654.6d	823.6bc
Índice de calidad (g m <sup>-1</sup> )	7.9a	7.5ab	8.3a	6.9b	7.1b	6.9b
Colonización micorrízica (%)	0	80.5c	83.3b	0	86.1a	66.6d

Significancia al 0.05 de probabilidad; letras con diferente valor por fila denotan diferencia entre tratamientos. Mg = magnesio; Gi = *Glomus intraradices*; Gm = *Glomus mosseae*.

después del trasplante. Una aplicación adicional de nitrato de calcio (Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) fue realizada 60 días después de la siembra a razón de 190 mg g<sup>-1</sup> de Ca (1 g L<sup>-1</sup> de agua). Riegos periódicos se aplicaron cada 48 h (250 mL por maceta).

Dos especies de HMA, uno de origen comercial (*Glomus intraradices*, Gi; Laboratorios Buchman) y una cepa experimental (*Glomus mosseae*, Gm; Colegio de Postgraduados) fueron utilizados durante el proceso de inoculación al momento del trasplante. La inoculación de la cepa comercial fue realizada empleando el método recomendado por la casa comercial, que consistía en la inmersión de raíces (10 a 20 segundos) utilizando una solución líquida a razón de 2 g (100 propágulo mL<sup>-1</sup>) de inóculo por litro de agua (2 g L<sup>-1</sup>). La inoculación de la cepa experimental se realizó aplicando 20 g de suelo inóculo que incluía 220 esporas y fragmentos de raíces de alfalfa (*Medicago sativa* L.) colonizadas en 68%.

Malla de tutorio plástica (17.5 × 17.5 cm) fue colocada habiendo transcurrido 30 días después del trasplante. La colecta o cosecha de tallos fue realizada una vez que estos alcanzaron el punto de madurez comercial, esto corresponde al momento en que dos terceras partes de los floretes contenidos en la espiga floral se encontraban abiertos (Product Information Guide, PanAmerican® Co, 1998).

Seis tratamientos con 24 repeticiones consistentes en plantas inoculadas y no inoculadas, dos tipos de cepas de HMA (Gi y Gm) y dos esquemas de fertilización mineral (20-20-20 y 12-12-17 + 2 Mg) fueron considerados en el presente estudio. Los tratamientos tuvieron un arreglo factorial en un diseño en bloques al azar. Se utilizó un total de 200 plantas (24 por tratamiento) incluyendo plantas adicionales para contrarrestar efectos

de orilla en los bloques experimentales. Dos criterios de evaluación fueron utilizados al momento de la cosecha. El primero basado en variables de crecimiento y desarrollo (peso seco, g; longitud de tallo, cm; área foliar, cm<sup>2</sup>; índice de calidad, g m<sup>-1</sup>; y el porcentaje de colonización micorrízica, %). El segundo consideró la determinación de la calidad comercial SAF observada en los tallos al momento de la cosecha. Se realizó la determinación en hojas de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc, hierro y manganeso. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (SAS Institute, 1999) utilizando la prueba de separación de medias Tukey ( $\alpha = 0.005$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron mayor acumulación de materia seca en respuesta a incrementos en la dosis de fertilización de NPK (Cuadro 1). Lo cual coincide con datos de Marschner (1995). La incorporación de HMA incrementó la producción de materia seca, siendo 20-20-20 Gm el mejor tratamiento (10.5 g). Dicho incremento en la acumulación de materia seca puede estar relacionado con el beneficio de los HMA en el aumento de la actividad fotosintética e intercambio gaseoso (Reyes-Santamaría *et al.*, 2000), toda vez que estos hongos hacen más eficiente el uso del agua y la actividad de la enzima rubisco al captar CO<sub>2</sub>, permitiendo a la planta sintetizar compuestos de carbono altamente energéticos que influyen en su crecimiento (Manjarrez *et al.*, 1999).

La longitud alcanzada por los tallos mostró diferencias significativas dependiendo del HMA utilizado. Dosis de 12-12-17 + 2 Mg y 20-20-20 combinadas con Gm produjeron crecimiento en tallos de similar longitud

los cuales alcanzaron los 128.4 y 126.8 cm de altura respectivamente (Cuadro 1). Esta observación podría resultar de gran interés para el manejo de fertilizantes en el cultivo comercial de esta especie. Mayor altura de tallos utilizando *Gm* ha sido reportada en cultivos de *Gerbera* sp. (Rodríguez *et al.*, 2000) y *Gladioli* sp. (Gardezi *et al.*, 2001). Resultados que han sido atribuidos a la mayor absorción de nutrimentos y estimulación de la producción de hormonas (auxinas, citocininas y giberelinas), que incrementan el crecimiento vegetativo y la formación de flor (Jaén *et al.*, 1997).

Incrementos en NPK produjeron mayor área foliar (Cuadro 1). El uso de 20-20-20 produjo 30% adicional de área foliar respecto a la que alcanzó con el tratamiento 12-12-17 + 2 Mg (Cuadro 1). Mayor área foliar significa mayor actividad fotosintética y consecuente acumulación de materia seca (Aguilera-Gómez *et al.*, 1999; Reyes-Santamaría *et al.*, 2000). De manera general, la incorporación de *Gm* aumentó 15% el desarrollo de área foliar, mientras que el uso de *Gi* la redujo (Cuadro 1). Investigadores como Phavaphutanon *et al.* (1996) relacionan este efecto con la influencia de los HMA en el mejoramiento del estado nutricional, lo que incrementa la expansión foliar. Este efecto puede ser atribuido a que algunos HMA presentan sensibilidad a la fertilización con P, alterando su eficiencia o función (Thingstrup *et al.*, 2000). Resultados similares han sido observados en otros importantes cultivos ornamentales tales como *Anthurium* sp. (González y Ferrera, 1994), *Gerbera* sp. (Pedraza *et al.*, 2001) y *Chrysanthemum* (Shon *et al.*, 2003), atribuyendo este efecto a deficiencias asociadas con la reducción en contenido de este elemento en hojas y la consecuente actividad fotosintética (Reyes-Santamaría *et al.*, 2000).

La adición de dosis mayores de NPK promovió mayor calidad de los tallos reflejada en incrementos en la relación existente entre la cantidad de materia fresca y la longitud de los tallos, conocida como el índice de calidad (Cuadro 1). Incrementos en el índice de calidad han sido altamente correlacionados con la calidad comercial SAF designada al cultivo de perrito bajo diferentes escenarios de evaluación (Sullivan y Pasian, 2000). Los efectos de la incorporación de HMA, indicaron que la adición de *Gm* en combinación con dosis de 20-20-20 obtuvo mayores índices de calidad respecto a los observados con el uso de *Gi* en cualquiera de sus tratamientos (Cuadro 1).

Los porcentajes de colonización micorrízica estuvieron en rangos de 70 a 80% para la mayoría

de los tratamientos, excepto para 12-12-17 + 2Mg *Gm*, tratamiento que registro el menor porcentaje de colonización observado con valores de 66% (Cuadro 1). Bajos porcentajes de colonización micorrízica pueden limitar el beneficio que aporta la simbiosis a las plantas (Smith y Read, 1997). Toda vez que se pueden reducir de manera considerable las interfases de intercambio nutrimental entre el hongo y las células corticales (Bago *et al.*, 2000). El tratamiento con menor colonización en nuestro estudio, 12-12-17 + 2Mg *Gm*, es también el que generó la menor calidad y crecimiento general (Cuadro 1). No obstante, este mismo tratamiento es uno de los que demostró la mayor longitud de tallo producido (Cuadro 1). Diversos reportes indican que la efectividad del HMA no está en función de la capacidad de invadir el sistema radical del hospedero (Gardezi *et al.*, 1999), sino que también dependerá del genotipo y fenología de la planta, así como del grado de fertilidad del suelo y la compatibilidad entre el hongo y la planta (Ravolanirina *et al.*, 1989; Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999; Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2003).

La evaluación de la calidad comercial de los tallos de acuerdo con los estándares establecidos por la ASF, indicó que similar calidad comercial puede ser obtenida en ambas dosis de fertilización. Es decir que similar porcentaje de tallos obtuvieron las calidades Especial, Sofisticada y Extra (Cuadro 2). No obstante la incorporación de HMA al esquema de fertilización, y en específico el uso de 20-20-20 *Gm* promovió que 100% de los tallos obtuvieran calidades Especial y Sofisticada (92 y 8% respectivamente; Cuadro 2), las más elevadas en el manejo comercial de este cultivo. Estas respuestas pueden estar relacionadas a un aumento en la capacidad de intercambio de nutrimentos por el HMA (Koide, 1993). Atribuibles a la extensa red de hifas extramatriciales que la micorriza desarrolla y que actúan como una extensión de la superficie de absorción radical (Reid, 1997; Koide y Dickie, 2002). De igual manera, una mayor producción de hormonas, sintetizadas o producidas por los HMA, favorece crecimiento vegetativo y desarrollo de la flor (Jaén *et al.*, 1997).

El análisis del contenido nutrimental en hojas permitió comparar y establecer la relación existente en el cultivo del perrito y los rangos determinados para esta especie por Ortega (1997). De esta forma, los contenidos de N se encuentran dentro de los rangos normales, bajos para los contenidos de P y Ca, y en exceso para K y Mg (Ortega, 1997). Es importante aclarar que los valores reportados por Ortega (1997) no indican condiciones

**Cuadro 2. Evaluación de la fertilización mineral y biológica en la calidad comercial de tallos cosechados de *Antirrhinum majus* L. serie Potomac cv. Rose de acuerdo con estándares de la ASF (American Society of Florists) usando longitud del tallo (LT) y número de floretes (NF).**

Estándares SAF	Fertilización					
	20-20-20		12-12-17 +			
	Gi	Gm	2Mg	2Mg Gi	2Mg Gm	
	----- LT/NF/ porcentaje de tallos -----					
Especial	135b/17a 62%	139b/15b 58%	145a/18a 92%	129c/18a 63%	125d/18a 25%	148a/17a 50%
Sofisticada	64b/14a 17%	63b/12b 34%	70a/15a 8%	56c/14a 21%	54c/12b 62%	69a/14a 37%
Extra	42a/9a 21%	41a/9a 8%		42a/10a 17%	40a/10a 13%	40a/10a 13%
Número de tallos	24	24	24	24	24	24

Significancia al 0.05 de probabilidad; letras con diferente valor por fila denotan diferencia entre tratamientos. Mg = magnesio; Gi = *Glomus intraradices*; Gm = *Glomus mosseae*.

de manejo, ambiente y cultivar(es) utilizados, por lo que se constituyen como un comparativo muy general (Cuadro 3). Los contenidos encontrados en hojas en el presente estudio coinciden con aquellos reportados por otros autores para esta especie (Boodley, 1962; Jeong, 1990; Mills y Jones, 1996; Hamrick, 2003). De los macronutrientes solo N, P y Ca mostraron variaciones en los contenidos (Cuadro 3). Variaciones en el contenido de N, P y Ca tras el uso de HMA han sido reportados en otros cultivos (Pedraza *et al.*, 2001; Alarcón y Ferrera, 2003), resultados que han sido atribuidos a la mayor absorción de nutrientes (Koide, 1993; Reid, 1997).

Aumentos en el contenido de N en las plantas micorrizadas han sido relacionados con incrementos en la nutrición con P promovidos por las micorrizas (Barea, 1991). Debido a que un mayor contenido de P en hojas

aumenta la fotosíntesis (Davies *et al.*, 2000). Los bajos contenidos de P y Ca observadas en las plantas pudieran ser el resultado de cambios en el pH de la solución, debido a que pH ácidos disminuyen la asimilación de estos elementos (Marschner, 1995; California Fertilizer Asociación, 2003). De manera similar, el pH ácido puede promover elevados contenidos de Fe, el cual al combinarse con el P forma sales y complejos químicos insolubles. Situación que de igual manera reduce la disponibilidad del P (Rodríguez, 1996).

## CONCLUSIONES

La incorporación de hongos micorrizicos arbusculares (HMA) combinada con la fertilización mineral, incrementó la calidad según la Sociedad Americana de Floristas (SAF) obtenida. Adiciones

**Cuadro 3 Concentración de macroelementos elementos minerales en materia seca de hojas en plantas de *Antirrhinum majus* L. serie Potomac cv. Rose al momento de la cosecha.**

Elemento	Fertilización					
	20-20-20		12-12-17 +			
	Gi	Gm	2Mg	2Mg Gi	2Mg Gm	
	----- mg g <sup>-1</sup> -----					
Nitrógeno	41.7a	40a	44a	34.7b	40a	45a
Fósforo	2.5a	2.2b	2.5a	2.2b	2.3b	2.1b
Potasio	60.9a	63a	69a	66.6a	66a	67a
Calcio	5.5b	8.3a	8.9a	7.3a	8.1a	7.3a
Magnesio	36.2a	22.3a	41.6a	341a	33.3a	22.3a

Significancia al 0.05 de probabilidad; letras con diferente valor por fila denotan diferencia entre tratamientos. Mg = magnesio; Gi = *Glomus intraradices*; Gm = *Glomus mosseae*.

mayores de nitrógeno, fósforo y potasio combinadas con el uso de *Glomus mosseae* generaron mayor calidad de tallos. En específico, el uso de 20-20-20 + *Gm* promovió que 100% de los tallos obtuvieran calidades Especial y Sofisticada (98 y 2%, respectivamente) las mas elevadas en el manejo comercial de este cultivo, situación que hace factible considerar la incorporación de HMA en el manejo nutrimental de esta especie.

### LITERATURA CITADA

- Aguilera-Gómez, L., F. T. Jr. Davies, V. Olalde-Portugal, S. A. Duray, and L. Phavaphutanon. 1999. Influence of phosphorus and endomycorrhiza (*Glomus intraradices*) on gas exchange and plant growth of chile ancho pepper (*Capsicum annum* L. cv. San Luis). *Photosynthetica* 36: 441-449.
- Alarcón, A. y R. C. Ferrera. 2003. Aplicación de fósforo e inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento y estado nutricional de *Citrus volkameriana* Tan & Pasq. *Terra* 21:91-99.
- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra* 17:179-191.
- Bago, B., C. Azcon-Aguilar, Y. Shachar-Hill y P. E. Pfeffer. 2000. El micelio externo de las micorrizas arbusculares como puente simbiótico entre la raíz y su entorno. pp. 71-86. *In*: A. Alarcón y R. C. Ferrera (eds.). *Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular*. Mundi Prensa. México, D. F.
- Barea, J. M. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. *Adv. Soil Sci.* 15: 1-40.
- Besmer, Y. and R. T. Koide. 1999. Effect of mycorrhizal colonization and phosphorus on ethylene production by snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) flowers. *Mycorrhiza* 9: 161-166.
- Boodley, J. M. 1998. *The commercial greenhouse*. Delmar Publishers. New York, NY, USA.
- Cadahia, L. C. 1998. *Fertirrigación en cultivos hortícolas y ornamentales*. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Claridades Agropecuarias. 2006. *La floricultura mexicana, el gigante que esta despertando*. ASERCA, SAGARPA. México, D. F.
- Davies, F. T., A. L. Estrada, T. L. Finnerty, J. N. Egilla, and V. P. Olalde. 2000. Applications of mycorrhizal fungi in plant propagation systems. pp. 123-140. *In*: A. Alarcón y R. C. Ferrera. (eds.). *Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular*. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Mundi-Prensa. México, D. F.
- Espinosa M., J., E. A. Gaytan-Acuña, A. E. Becerril-Román, D. Jaén-Contreras y C. Trejo-López. 2000. Fertilización química y biológica de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) en condiciones de invernadero. *Terra* 18: 125-131.
- Etchevers B., J. D. 1999. Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. *Terra* 17: 209-219.
- Fageria, V. D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. *J. Plant Nutr.* 24: 1269-1290.
- Gardezi, A. K., V. M. Cetina A., R. Ferrera-Cerrato, J. Velázquez M., C. A. Pérez M. y M. Larqué Saavedra. 2001. Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *Fusarium* sp. en gladiola. *Terra* 19: 259-264.
- Gaur, A., A. Gaur, and A. Adholeya. 2000. Growth and flowering in *Petunia hybrida*, *Callistephus chinensis* and *Impatiens balsamina* inoculated with mixed AM inocula or chemical fertilizers in a soil of low P fertility. *Sci. Hortic.* 84:151-162.
- González-Chávez, M. C. y R. Ferrera-Cerrato. 1994. Los hongos endomicorrízicos en la producción de cultivos de interés ornamental. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 1: 114-118.
- Gutiérrez E., Jorge A. 2005. Cultivo de perrito: Una alternativa con potencial. *Parte 1. TecnoAgro* 6: 42-44.
- Hamrick, Debbie. 2003. *Crop culture. Part 2: Ball Redbook: Crop production*. Ball Publishing. Batavia, IL, USA.
- Jaén-Contreras, D., A. E. Becerril-Román, M. T. Colinas-León, and J. A. Santizo R. 1997. Growth and production of strawberry inoculated with *Glomus mosseae*, spray of AG sub3 and NPK fertilization. *Agrociencia* 31: 165-169.
- Jeong, B. R. 1990. Ammonium and nitrate nutrition of selected bedding plants. Colorado State University. Fort Collins, CO, USA.
- Koide, R. T. 1993. Physiology of the mycorrhizal plant. pp: 33-54. *In*: D.S. Ingram and P. H. Williams (eds.). *Advances in Plant Pathology* Vol. 9. Academic Press. London, UK.
- Koide, R. T. and I. A. Dickie. 2002. Effects of mycorrhizal fungi on plant populations. *Plant Soil* 244: 307-317.
- Manjarrez M., M. J., R. Ferrera C. y M. C. González Chávez. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra* 17: 9-15.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. New York, NY, USA.
- Mills, H. A and J. B. Jones. 1996. *Plant analysis. Handbook II: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. MicroMacro Publishing. Athens, GA, USA.
- Ortega, D. 1997. *Fertirrigación en cultivo de flores*. pp. 135-148. *In*: F. Silva (ed.). *Fertirrigación*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogota, Colombia.
- Pan American Seed. 1998. *Product information guide 1998*. Pan American Seed Co. PAS98057. Chicago, IL, USA.
- Pedraza S., M., D. Jaén C., A. Gutiérrez E, T. Colinas L. y C. López P. 2001. Crecimiento y nutrición de microplantas de gerbera inoculadas con hongos micorrízicos arbusculares. *Agrociencia* 35: 149-158
- Ravolanirina, F., S. Gianinazzi, A. Trouvelot, and M. Carre. 1989. Production of endomycorrhizal explants of micropropagated grapevine rootstocks. *Agric. Ecosyst. Environ.* 29: 323-327.
- Reid, C. P. 1997. Function of mycorrhizas in soil. pp. 392-408. *In*: A. Reidacker and J. Gagnaire-Michard (eds.). *Root physiology and symbiosis*. Vol. 6. A. Nancy, France.
- Reyes-Santamaría, M. I., A. Villegas-Monter, M. T. Colinas-León y G. Calderón-Zavala. 2000. Peso específico, contenido de proteína y de clorofila, en hojas de naranjo y tangerino. *Agrociencia* 34: 49-55.
- Rodríguez S., F. 1996. *Fertilizantes, nutrición vegetal*. AGT. México, D. F.

- Rodríguez-Elizalde, M. A., J. M. Mejía, R. Ferrera-Cerrato J. S. Ruiz y A. Alarcón. 2000. Micorriza arbuscular, fertilización y vermicomposta en el crecimiento vegetativo de *Gerbera jamesonii*. pp. 170-178. In: A. Alarcón y R. C. Ferrera. (eds.) Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Mundi-Prensa, México.
- Rojas V., Angel y J. A. Gutiérrez E. 2005. Cultivo de perrito en agricultura protegida Parte 2. Hacia una producción sostenida: fertilización mineral y biológica en la producción comercial de perrito. *Tecnoagro* 21: 30-33.
- Rubí A., M., V. Olalde P., B. G. Reyes R., A. González H., y L. I. Aguilera G. 2009. Influencia de *Glomus fasciculatum* en el crecimiento y desarrollo de *Lilium sp. cv orange pixie*. *Agric. Téc. Méx.* 32: 201-210.
- SAS Institute. 1999. User's guide. Version 8.1. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Simmonne, E. H. and C. M. Hutchinson. 2005. Controlled released fertilizers for vegetable production in the era of best management practices: Teaching new tricks to an old dog. *Hortechology* 15: 36-46.
- Smith, S. E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press. London, UK.
- Sohn, B. K., K. Y. Kim, S. J. Chung, W. S. Kim, S. M. Park, J. G. Kang, Y. S. Rim, J. S. Cho, T. H. Kim and J. H. Lee. 2003. Effect of different timing of AMF inoculation on plant growth and flower quality of chrysanthemum. *Sci. Hortic.* 98: 173-183.
- Sullivan, K. J. and C. C. Pasian. 2000. Evaluation of two growing systems for cut snapdragon production: tray vs. ground bed. *HortScience* 35: 25-27.
- Thingstrup, I., H. Kahiluoto, and I. Jakobsen. 2000. Phosphate transport by hyphae of field communities of arbuscular mycorrhizal fungi at two levels of P fertilization. *Plant Soil* 221: 181-187.
- Thompson, J. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. pp. 1-40. In: B. A. Stewart. *Advances in Soil Sciences*. New York, NY, USA