

Efecto del 1-MCP en la vida poscosecha de *Lilium* spp. fertilizado foliarmente con calcio y boro*

Effect of 1-MCP on postharvest life of *Lilium* spp. foliar fertilized with calcium and boron

Ana del Carmen Rodríguez-Landero¹, Omar Franco-Mora^{1§}, Edgar Jesús Morales-Rosales², Delfina de Jesús Pérez-López² y Álvaro Castañeda-Vildózola²

¹Laboratorio de Horticultura, Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento (CIEAF). Tel. 722-2965518. Ext. 153. (rodriguez_landana@hotmail.com). ²Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Campus Universitario El Cerrillo, Toluca, México, 50200. Ext. 148. (ejrosalesm@uaemex.mx), (djperezl@uaemex.mx), (acastanedav@uaemex.mx). [§]Autor para correspondencia: ofrancom@uaemex.mx.

Resumen

Bajo condiciones de invernadero, en Toluca, México, 2009, en la presente investigación se estudió el efecto de la fertilización foliar con calcio (Ca) y boro (B) en el crecimiento y vida de anaquel de *Lilium* 'Nueva Escocia'. Se fertilizó foliarmente con 43 mg L⁻¹ CaO y 15 mg L⁻¹ B o 130 mg L⁻¹ CaO y 30 mg L⁻¹ B, además, se tuvo un control sin fertilización foliar. Después de la cosecha se aplicó 0 o 500 nl L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP), un antagonista del etileno, por 8 h en un contenedor de plástico herméticamente cerrado, y se evaluó la vida poscosecha. A la cosecha, generalmente, el contenido de Ca y B así como de azúcares totales en los tejidos vegetales fue mayor en las plantas con 130 mg L⁻¹ CaO y 30 mg L⁻¹ B o con 43 mg L⁻¹ CaO y 15 mg L⁻¹ B que en el control. El 1-MCP aumentó ($p < 0.05$) 2.5 días la vida en florero de los tallos no fertilizados foliarmente; en los tallos tratados con 43 mg L⁻¹ CaO y 15 mg L⁻¹ B aquellos con 1-MCP duraron hasta 4.5 días más en comparación de tallos no tratados. Mientras que en tallos tratados con 130 mg L⁻¹ CaO y 30 mg L⁻¹ B no hubo diferencias de vida en florero por efecto del 1-MCP.

Palabras clave: *Lilium* 'Nueva Escocia', calidad de flor, nutrición, senescencia.

Abstract

Under greenhouse conditions, in Toluca, Mexico, 2009, in this research was studied the effect of foliar fertilization with calcium (Ca) and boron (B) on growth and shelf life of *Lilium* 'Nova Scotia'. Foliar fertilized with 43 mg L⁻¹ CaO and 15 mg L⁻¹ B or 130 mg L⁻¹ CaO and 30 mg L⁻¹ B, moreover, there was a control without foliar fertilization. After harvest was applied 0 or 500 nl L⁻¹ of 1-methylcyclopropene (1-MCP), an ethylene antagonist, for 8 h in a sealed plastic container, and evaluated postharvest life. At harvest, generally, the content of Ca and B as well as of total sugars in the plant tissues was higher in plants with 130 mg L⁻¹ CaO and 30 mg L⁻¹ B or with 43 mg L⁻¹ CaO and 15 mg L⁻¹ B than control. The 1-MCP increased ($p < 0.05$) 2.5 days the vase life of stems foliar unfertilized; in stems treated with 43 mg L⁻¹ CaO and 15 mg L⁻¹ B, those with 1-MCP lasted up to 4.5 days more in comparison with untreated stems. While in stems treated with 130 mg L⁻¹ CaO and 30 mg L⁻¹ B no differences were found in vase life by effect of 1-MCP.

Key words: *Lilium* 'Nova Scotia', flower quality, nutrition, senescence.

* Recibido: marzo de 2012
Aceptado: septiembre de 2012

A pesar del incremento en la producción de *Lilium*, se reportan pocos trabajos con recomendaciones de fertilización (Ortega *et al.*, 2006). La adición de calcio (Ca) busca incrementar la calidad de corte y postcosecha de flores al mejorar la estructura de sus células y otras cualidades sensoriales (Martín-Diana *et al.*, 2007). Por otro lado, el boro (B) interviene en la resistencia de los tejidos vegetales, debido a su relación con la estructura de la pared celular y en la integridad de la membrana plasmática, etc. (Blevins y Lukaszewski, 1998). Por otro lado, recientemente, dentro del manejo poscosecha de ornamentales, entre ellas *Lilium*, se recomienda la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP); compuesto gaseoso que se ha identificado como un inhibidor de la acción del etileno (Çelikel *et al.*, 2002). Por ello, en la presente investigación se estudió el efecto de la fertilización foliar con Ca y B en el desarrollo vegetal y la vida de anaquel de flores de *Lilium* 'Nueva Escocia'; además, se evaluó la acción del 1-MCP en la vida postcosecha de tallos fertilizados con dichos nutrimentos.

Lilium 'Nueva Escocia' fue cultivado en Toluca, México, del 13 de agosto al 21 de octubre de 2009, bajo condiciones de invernadero. Se emplearon bulbos ya vernalizados, calibre 14/16, adquiridos en la empresa "Bulbos Holanda", distribuidora de la empresa "Van den Bos Flowerbulbs". Previo a la siembra se desinfectó el material vegetal por inmersión durante 5 min en una solución de orthodifolathán 2 g L⁻¹ y benomilo 1 g L⁻¹. Se utilizó 1 L de agrolita como sustrato en bolsas de plástico; las bolsas se mantuvieron separadas a 10 cm en todas sus direcciones y distribuidas en bancales de cemento de 1.2 x 1.8 m. El invernadero es de cubierta de vidrio con un largo de 25 m y ancho de 3.2 m; la altura máxima de 3.5 m. Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, el riego se realizó cada tercer día aplicando 100 ml por planta. A los 20 d después de la siembra (DDS), y posteriormente cada 20 d, se fertilizó al sustrato con 40 ml por maceta de una solución de 48 g L⁻¹ CaNO₃ (Franco *et al.*, 2009). La fertilización foliar durante el crecimiento fue con tres dosis denominadas: sin fertilización (SF); fertilización media (FM; 43 mg L⁻¹ de Ca y 15 mg L⁻¹ de B); y fertilización alta (FA; 130 mg L⁻¹ de Ca y 30 mg L⁻¹ de B). La aplicación del Ca (Calbit C; CaO 15%; Vanagro, Italia) y B (Boroplus; B 11%, Vanagro, Italia) foliar se realizó de manera alternada cada 10 d después de los 20 DDS y durante todo el ciclo del cultivo. Durante el crecimiento del cultivo se tuvieron temperaturas promedio mensuales de 27.3 ± 4.5, 27.5 ± 5.0 y 28.3 ± 3.5 °C para agosto, septiembre y octubre, respectivamente. La humedad relativa promedio fue de 52.0 ± 12, 34.7 ± 7 y 37.0 ± 4%, para los mismos meses.

Despite the increase in production of *Lilium*, few studies are reported with fertilizer recommendations (Ortega *et al.*, 2006). The addition of calcium (Ca) seeks to increase quality of cut and postharvest of flowers to improve the structure of their cells and other sensorial qualities (Martin-Diana *et al.*, 2007). On the other hand, boron (B) is involved in plant tissue resistance because of its relationship with the cell wall structure and integrity of the plasma membrane, etc. (Blevins and Lukaszewski, 1998). Moreover, recently, within the ornamental postharvest management, among them *Lilium* is recommended the application of 1-methylcyclopropene (1-MCP); a gaseous compound that has been identified as an inhibitor of ethylene action (Celikel *et al.*, 2002). Therefore, in this research it was studied the effect of foliar fertilization with Ca and B in plant development and shelf life of flowers of *Lilium* 'Nova Scotia'; also, it was evaluated the action of 1-MCP in postharvest life of fertilized stems with these nutrients.

Lilium 'Nova Scotia' was grown in Toluca, Mexico from August 13 to October 21, 2009, under greenhouse conditions. Vernalized bulbs were used, caliber 14/16, acquired from the company "Holland Bulbs" wholesaler from the company "Van den Bos Flowerbulbs". Before sowing the plant material was disinfested by immersion for 5 min in a solution of orthodifolathán 2 g L⁻¹ and benomyl 1 g L⁻¹. 1 L of perlite was used as substrate in plastic bags; the bags were kept separated to 10 cm in all directions and distributed concrete terraces of 1.2 x 1.8 m. The greenhouse has a glass cover over 25 m and width of 3.2 m; maximum height of 3.5 m. During the growth and development of the crop, the irrigation was performed every third day applying 100 ml per plant. At 20 days after planting (DAP), and then every 20 days, the substrate was fertilized with 40 ml per pot of a solution of 48 g L⁻¹ CaNO₃ (Franco *et al.*, 2009). Foliar fertilization during growth was with three doses denominated: without fertilization (WF); intermediate fertilization (IF, 43 mg L⁻¹ of Ca and 15 mg L⁻¹ of B); and high fertilization (HF, 130 mg L⁻¹ of Ca and 30 mg L⁻¹ of B). Foliar application of Ca (Calbit C; CaO 15%; Vanagro, Italy) and B (Boroplus; B 11%, Vanagro, Italy) was made alternately every 10 days after 20 DAP and throughout the crop cycle. During crop growth, were maintained a monthly average temperatures of 27.3 ± 4.5, 27.5 ± 5.0 and 28.3 ± 3.5 °C for August, September and October, respectively. The average relative humidity was 52.0 ± 12, 34.7 ± 7 and 37.0 ± 4%, for the same months.

A los 30, 60 y 70 DDS, se realizaron determinaciones de azúcares totales, contenido de Ca y B en bulbo, tallo, hoja y flor, en ésta última sólo en las dos últimas fechas. Para la determinación de azúcares se usó tejido fresco y el método de Antrona (Whitam *et al.*, 1971). La determinación de B se realizó por el método de Azometina H (Manjula y Yichang, 2006) y para determinar Ca se empleó el método de cationes intercambiables (ONN, 2000).

Posterior a la cosecha, y previo a la aplicación de 1-MCP (Ethyl Block, 1-MCP 0.014%, USA), los tallos de los tres tratamientos fueron homogenizados a 25 cm de altura; cada tratamiento se dividió en dos lotes de 21 tallos para aplicarles 0 o 500 nL L⁻¹ de 1-MCP, durante 8 h. En ese tiempo, los tallos se mantuvieron en un contenedor de plástico de 100 L herméticamente sellado y con agua corriente para evitar su deshidratación. Después, los tallos se colocaron en recipientes de plástico conteniendo agua corriente y se procedió a medir el número de días de vida poscosecha. Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar; y cuando el valor de F fue significativo, las medias se compararon con la prueba de Tukey al 0.05. Adicionalmente, los tratamientos de 1-MCP, dentro de cada tratamiento de fertilización, se compararon con la prueba t de Student al 0.05.

Para los cuatro órganos, tallo, hoja, bulbo y flor, se observó un incremento en el contenido de azúcares totales de los 60 a los 70 DDS (Figura 1). La mayor ganancia de azúcares generada por la aplicación de Ca y B, posiblemente esté relacionada con el hecho de que, estos nutrimentos mejoran el transporte de carbohidratos (Jones, 1998; Camacho-Cristóbal y González-Fontes, 1999) y sugiere que los tallos fertilizados con Ca y B posiblemente tengan mayor potencial para la vida en florero, ya que son sustratos de la respiración y se emplean en la apertura floral (Cruz *et al.*, 2006; Walton *et al.*, 2007).

Durante el crecimiento de la planta, en los cuatro órganos analizados, el contenido de Ca aumentó generalmente al final de esta etapa (Cuadro 1). A los 70 DDS, el contenido de B en la FA fue superior estadísticamente a SF y FM para todos los órganos. Mientras que, para el contenido de Ca, a los 70 DDS no se encontró un patrón consistente ya que para FA y SF se presentó un comportamiento similar en los tres órganos, y sus valores fueron superiores al de FM (Cuadro 1).

At 30, 60 and 70 DAP, determinations were made of total sugars, Ca and B content in bulb, stem, leaf and flower, in the latter only in the last two dates. For the determination of sugars were used fresh tissue and the Anthrone method (Whitam *et al.*, 1971). The determination of B was made by the method of Azomethine H (Manjula and Yichang, 2006) and to determine Ca was used the method of exchangeable cations (ONN, 2000).

After the harvest, and before the application of 1-MCP (Ethyl Block, 1-MCP 0.014%, USA), the stems of the three treatments were homogenized to 25 cm of height, each treatment was divided into two lots of 21 stems to apply 0 or 500 nL L⁻¹ 1-MCP for 8 h. At that time, the stems were kept in a plastic container of 100 L hermetically sealed with tap water to avoid dehydration. Then, the stems were placed in plastic containers containing tap water and proceeded to measure the number of days of shelf life. Data were analyzed in a completely randomized design; and when the F value was significant, the means were compared with Tukey's test at 0.05. Additionally, 1-MCP treatments within each fertilization treatment were compared with the Student t test at 0.05.

For the four organs, stem, leaf, bulb and flower, was observed an increase in the total sugar content of 60 to 70 DAP (Figure 1). Most sugars gain generated by the application of Ca and B, is possibly related to the fact that these nutrients improve transport of carbohydrates (Jones, 1998; Camacho-Cristobal and González-Fontes, 1999) and suggests that the stems fertilized with Ca and B may have greater potential for vase life since they are substrates of respiration and used in floral opening (Cruz *et al.*, 2006; Walton *et al.*, 2007).

During growth of the plant, the four organs analyzed, the Ca content generally increased at the end of this stage (Table 1). At 70 DAP the content of B in HF was statistically superior to WF and IF for all organs. While, for the content of Ca, at 70 DAP was not found a consistent pattern since for HF and WF showed similar behavior in the three organs, and their values were higher than for IF (Table 1).

Mills and Benton (1996) mentioned that Ca content in *Lilium* for an optimal growth is 2 to 15 g kg⁻¹ of plant dry matter. Subsequently, Betancourt *et al.* (2005) reported in *Lilium* 'Stargazer' an average of 4.3 g kg⁻¹. In this paper,

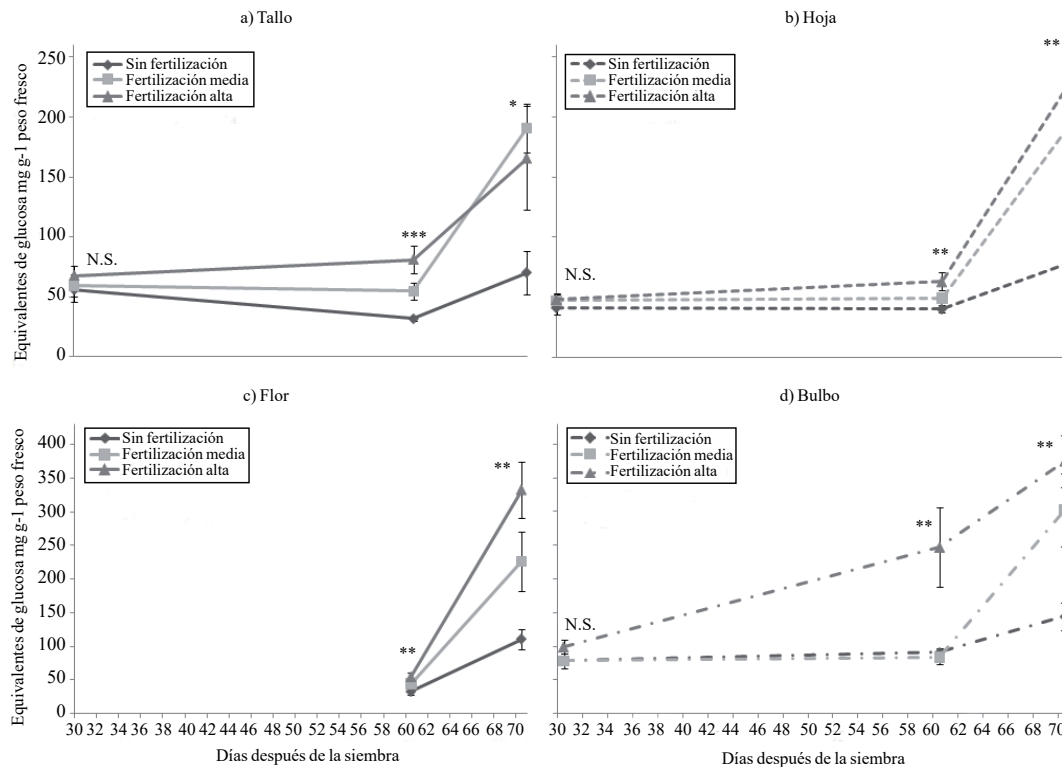


Figura 1. Cinética de azúcares totales en el crecimiento de *Lilium* ‘Nueva Escocia’ fertilizados foliarmente con calcio y boro. Los datos son la media de tres repeticiones ± E. E.

Figure 1. Kinetics of total sugars in the growth of *Lilium* “Nova Scotia” foliar fertilized with calcium and boron. The data are the means of three replications ± E. E.

Cuadro 1. Cinética del calcio y boro en órganos vegetales durante el crecimiento de *Lilium* ‘Nueva Escocia’ fertilizados foliarmente con ambos nutrientes.

Table 1. Kinetics of calcium and boron in plant organs during the growth of *Lilium* “Nova Scotia” foliar fertilized with both nutrients.

Fertilización	Ca (mg g ⁻¹ peso seco)			B (mg L ⁻¹ en planta)		
	Tallo	Bulbo	Hoja	Tallo	Bulbo	Hoja
30 días de después de la siembra						
Sin fertilización	0.95 b	1.45 a	1.03 c	13.68 b	30.77 a	58.90 b
Media	1.72 a	1.08 a	1.42 b	31.21 a	13.88 b	79.41 a
Alta	1.58 a	1.08 a	2.05 a	27.16 ab	26.39 a	57.47 b
60 días de después de la siembra						
Sin fertilización	1.95 b	2.58 b	2.78 a	26.60 a	39.95 a	72.45 a
Media	1.52 b	2.32 b	2.82 a	39.79 a	31.37 a	84.70 a
Alta	3.52 a	4.82 a	2.18 a	29.12 a	31.45 a	92.79 a
70 días de después de la siembra						
Sin Fertilización	2.95 a	4.52 ab	2.65 a	33.29 c	68.87 b	31.95 c
Media	2.22 b	4.11 b	2.02 b	66.54 b	28.29 c	97.79 b
Alta	3.1 a	5.34 a	2.58 a	110.94 a	96.12 a	312.04 a

Medias con diferente letra en la columna y para cada fecha son estadísticamente diferentes con la prueba de Tukey al 0.05. Los datos son la media de tres repeticiones.

Mills y Benton (1996) mencionaron que el contenido de Ca en *Lilium* para un óptimo crecimiento es de 2 a 15 g kg⁻¹ de la materia seca vegetal. Posteriormente, Betancourt *et al.*

during growth, the Ca content was at the lower limit than reported by these authors; however, the indicated content here is what was available in the plant. For the HF flower for

(2005) reportó en *Lilium* 'Stargazer' un promedio de 4.3 g kg⁻¹. En este trabajo, durante el crecimiento, el contenido de Ca estuvo en el límite inferior de lo reportado por dichos autores; sin embargo, el contenido aquí indicado es el que estuvo disponible en la planta. Para la flor de FA, tanto Ca y B aumentaron su contenido de 60 a 70 DDS, mientras que para FM y SF dicho contenido permaneció constante o bien decreció; por otro lado, el contenido de B en el presente trabajo es superior a las concentraciones crítica y media, 20, y de 30 a 40 mg B kg⁻¹ materia seca, respectivamente (Piaggese, 2004).

Sin tomar en cuenta la aplicación de 1-MCP, no hubo diferencia estadística en la vida en florero para las tres fertilizaciones 21.2, 19.8 y 20.4 d, para FA, FM y SF, respectivamente. Lo anterior indica que, contrario a lo indicado por Cruz *et al.* (2006), la mayor acumulación de azúcares no contribuyó a prolongar la vida de florero. La vida en florero de tallos sin fertilización foliar y con fertilización media (43 mg L⁻¹ de CaO y 15 mg L⁻¹ de B), aumentó de manera significativa ($p < 0.05$) con la aplicación de 500 nL L⁻¹ 1-MCP por 8 h. Siendo la fertilización media la que tuvo una mejor respuesta al 1-MCP, con aproximadamente 4.5 días más de vida poscosecha. Estos datos son similares a lo indicado por Verdugo *et al.* (2003) quienes prolongaron aproximadamente 20% la vida poscosecha de *Lilium* asiático cv. Her Grace. Por otro lado, los tallos fertilizados con 130 mg L⁻¹ de CaO y 30 mg L⁻¹ de B, no generaron respuesta a la aplicación de 1-MCP; sugiriendo que una adecuada fertilización con Ca y B, permite alcanzar una vida en poscosecha en *Lilium* 'Nueva Escocia' similar con o sin la aplicación de 500 nL L⁻¹ 1-MCP durante 8 h (Cuadro 2).

Agradecimientos

El presente trabajo fue financiado por el proyecto PROMEP-SEP-México clave 103.5/07/2572 a cargo de OFM. ACRL fue becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México.

Literatura citada

Betancourt, O. M.; Rodríguez, M. M. N.; Sandoval, V. M. y Gaytán, A. E. A. 2005. Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de *Lilium* cv. Stargazer. Rev. Chapingo Serie Horticultura 11:371-378.

both Ca and B increased its content from 60 to 70 DAP, while for IF and WF said content remained constant or decreased; on the other hand, the content of B in the present study is superior to the critic and average concentrations 20, and 30 to 40 mg B kg⁻¹ dry matter, respectively (Piaggese, 2004).

Regardless of the application of 1-MCP, there was no statistical difference in vase life for the three fertilizations 21.2, 19.8 and 20.4 d, for HF, IF and WF, respectively. This indicates that, contrary to what is indicated by Cruz *et al.* (2006), the largest accumulation of sugars did not contribute to prolong the vase life. The vase life of stems without foliar fertilization and intermediate fertilization (43 mg L⁻¹ of CaO and 15 mg L⁻¹ of B) increased significantly ($p < 0.05$) with the application of 500 nL L⁻¹ 1-MCP for 8 h. Being the intermediate fertilization which had a better response to 1-MCP, with approximately 4.5 days longer postharvest life. These data are similar to that indicated by Verdugo *et al.* (2003) who extended about 20% postharvest life of Asiatic *Lilium* cv. Her Grace. Furthermore, the stems fertilized with 130 mg L⁻¹ of CaO and 30 mg L⁻¹ of B, generated no response to the application of 1-MCP, suggesting that proper fertilization with Ca and B, allows to reach a postharvest life in *Lilium* 'Nova Scotia' similar with or without the application of 500 nL L⁻¹ 1-MCP for 8 h (Table 2).

Cuadro 2. Días de vida poscosecha en *Lilium* 'Nueva Escocia' fertilizado foliarmente con tres niveles de boro y calcio y tratado con 1-MCP en poscosecha.

Table 2. Days of postharvest life in *Lilium* 'Nova Scotia' foliar fertilized with three levels of boron and calcium and treated with 1-MCP on postharvest.

Fertilización foliar	1-MCP	Vida en florero (días) ^y			T ^w
Ca 130 mg L ⁻¹	sin	20.4	±	2.2	N.S.
B 30 mg L ⁻¹	con	21.9	±	1.9	
Ca 43 mg L ⁻¹	sin	17.6	±	1.0	***
B 15 mg L ⁻¹	con	22.0	±	2.2	
Ca 0 mg L ⁻¹	sin	19.1	±	1.5	*
B 0 mg L ⁻¹	con	21.6	±	2.7	

^yLos datos son la media de 7 repeticiones ± EE; ^w***. Significativo a 0.001; *, significativo a=0.05; NS= no significativo, para la comparación de medias entre el mismo nivel de fertilización con la prueba t de Student.

End of the English version



- Blevins, D. G. and Lukaszewski, K. M. 1998. Boron in plant structure and function. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.* 49:481-500.
- Camacho-Cristóbal, J. J. and González-Fontes, A. 1999. Boron deficiency causes a drastic decrease in nitrate content and nitrate reductase activity, and increases the content of carbohydrates in leaves from tobacco plants. *Planta*. 209:528-536.
- Çelikel, F. G.; Dodge, L. L. and Reid, M. S. 2002. Efficacy of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and Promalin for extending the post-harvest life of Oriental lilies (*Lilium* x 'Mona Lisa' and 'Stargazer'). *Sci. Hortic.* 93:149-155.
- Cruz, C. E.; Arévalo, G. L.; Cano, M. R. y Gaytán, A. E. A. 2006. Soluciones pulso en la calidad postcosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* raf.) cv. 'Echo blue'. *Agric. Téc. Méx.* 32:191-200.
- Franco, M. O.; Torres, M. E.; Morales, R. E. J. y Pérez, L. D. J. 2009. Vida en florero de *Lilium* x 'Brindisi' y 'Menorca' fertilizado con nitrato y oxido de calcio. *Ciencias Agrícolas Informa.* 18:4-12.
- Jones, J. B. Jr. 1998. *Plant nutrition manual*. CRC. Boca Raton, Florida. USA. 149 p.
- Manjula, V. N. and Yichang, S. 2006. *Methods for plant analysis, a guide for conducting plant analysis in Missouri*. Division of Plant Sciences. University of Missouri-Columbia. Missouri, USA. 18 p.
- Martín-Diana, A. B.; Rico, D.; Frías, J. M.; Barat, J. M.; Henehan, G. T. M. and Barry-Ryan, C. 2007. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Trends in Foods Science and Technology.* 18:210-218.
- Mills, A. H. and Benton, J. Jr. 1996. *Plant analysis handbook II*. MicroMacro Publishing. Athens, Georgia, USA. 422p.
- Oficina Nacional de Normalización (ONN). 2000. *Norma cubana, calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio cationico y de los cationes intercambiables del suelo*. Gobierno de Cuba. La Habana, Cuba. 9 p.
- Ortega, R.; Correa, B. M. y Olate, M. E. 2006. Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* ssp. *Agrociencia.* 40:77-88.
- Piaggese, A. 2004. *Los microelementos en la nutrición vegetal*. Meta srl. Lanciano, Italia. 71 p.
- Verdugo, G.; Araneda, L. y Riffo, M. O. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. *Ciencia e Investigación Agraria.* 30:89-95.
- Walton, E. F.; Boldingh, H. L. and McLauren, G. F. 2007. Seasonal patterns of starch and sugar accumulation in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 82:365-370.
- Whitam, F. D.; Blaydes, D. F. and Devlin, R. M. 1971. *Experiments in plant physiology*. Van Nonstrand Reinhold C. New York, USA. 245 pp.