

Presión osmótica de la solución nutritiva en la producción y calidad de liliium (*Lilium* sp.) 'Marlon'

Osmotic pressure of nutritive solution on production and quality of liliium (*Lilium* sp.) 'Marlon'

Elizabeth Urbina-Sánchez^{1*}, Edgar Jesús Morales-Rosales², Omar Franco-Mora²,
Juan Carlos Reyes-Alemán¹, Jaime Mejía-Carranza¹

RESUMEN

El cultivo de liliium (*Lilium* sp.) ocupa el tercer lugar de importancia económica a nivel mundial después del tulipán y el gladiolo. Debido a su clima, México tiene grandes posibilidades de incrementar el cultivo de esta especie. Sin embargo, existe escasa información sobre su nutrición mineral, un factor importante para obtener tallos florales de calidad y óptimo rendimiento. Se evaluó el efecto de tres presiones osmóticas (PO) de la solución nutritiva universal de Steiner (0.24, 0.48 y 0.72 atm) en la producción y calidad de flores de corte de liliium 'Marlon', cuyos bulbos se cultivaron en macetas de ocho pulgadas que contenían tezontle. Las plantas testigo se cultivaron en *peat moss* + perlita (70:30) y regadas con solución nutritiva universal de Steiner a PO de 0.24 atm. En general, la mayor longitud de tallo, número de hojas, diámetro de tallo, peso fresco de la inflorescencia, peso fresco del tallo, peso seco de la inflorescencia y peso seco del tallo se obtuvieron cuando los bulbos de liliium 'Marlon' se regaron con la solución universal de Steiner con presión osmótica de 0.24 atm, tanto en tezontle como en *peat moss* + perlita (70:30). Todas las variables evaluadas cumplieron con los estándares de calidad con excepción de longitud del tallo, que varió entre 40.4 y 44.8 cm.

PALABRAS CLAVE

hidroponía, sustratos, nutrición vegetal

ABSTRACT

The cultivation of lilies (*Lilium* sp.) ranks third in economic importance worldwide after the tulip and gladiolus. Because of its climate, Mexico has great potential for increasing crop farming of this species; however, there is scarce information about their mineral nutrition, which is an important factor for floral stems of quality and optimum performance. The effect of three osmotic pressures (OP) of universal nutrition solution of Steiner (0.24, 0.48 and 0.72 atm) on the production and quality of cut flowers of lilies 'Marlon', whose bulbs were grown in pots of eight inches, which contained tezontle (volcanic rock). Control plants were grown in peat moss + perlite (70:30) and watered with universal nutrition solution of Steiner with PO of 0.24 atm. In general, the greatest length of stem, number of leaves, stem diameter, fresh weight of the inflorescence stem fresh weight, dry weight and dry weight inflorescence stem were obtained when the bulbs were watered with Steiner's universal solution osmotic pressure 0.24 atm, both tezontle + peat moss and perlite (70:30). All variables evaluated met the quality standards, except for stem length, which ranged between 40.4 and 44.8 cm.

KEYWORDS

hydroponics, substrates, plant nutrition

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Tenancingo. Tenancingo, Estado de México.

² Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas, Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento, Campus Universitario El Cerrillo. El Cerrillo Piedras Blancas. Estado de México, México.

* Autor para correspondencia. Carretera Tenancingo-Villa Guerrero km 1.5. Correo electrónico: elizaurbina@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El género *Lilium* pertenece a la familia de las liliáceas y es extensamente distribuido por todo el planeta. El liliium (*Lilium* sp.) es una especie de gran importancia económica para la producción y comercialización de flores de corte en el mercado internacional. Actualmente ocupa el tercer lugar a nivel mundial entre las flores de bulbo después del tulipán y el gladiolo; su cultivo se ha expandido a países de climas templados y subtropicales.

México posee regiones de clima templado, de manera que el liliium tiene grandes posibilidades de expansión. Es una especie de fácil manejo con pocas exigencias ambientales y nutrimentales. Sin embargo, existe poca información en relación con el cultivo hidropónico de liliium. Treder (2001) indica que la nutrición es un factor importante en la calidad de liliium. Ortega *et al.* (2006) mencionan que existen pocos estudios de nutrición vegetal en los diferentes cultivares de liliium, sobre todo para los cultivares de corte. También destacan que las recomendaciones son limitadas y contradictorias.

De acuerdo con Dole y Wilkins (2004), el liliium no es una planta exigente en factores nutrimentales pero una fertilización apropiada es esencial para producir plantas de buena calidad. Al respecto, Ortega *et al.* (2006) indican que los nutrimentos que aporta el bulbo no son suficientes para completar el ciclo de cultivo de *Lilium* spp., para flor de corte y que su déficit es inversamente proporcional al tiempo de engrosamiento del bulbo. El cálculo de los requerimientos se puede hacer a través de un balance de los nutrimentos extraídos por la planta y los acumulados en el bulbo, a través de un análisis químico del material vegetativo. Los mismos autores mencionan que para un programa de nutrición y fertilización de liliium, para flor de corte, se deben considerar las curvas de crecimiento y absorción de nutrimentos para cada cultivo, las cuales deben estar en función de su estado de desarrollo (elongación del tallo, iniciación de la floración, desarrollo de la flor y senescencia) e indicar la época más adecuada para el suministro de nutrimentos de acuerdo con sus demandas diarias. Por su parte, Álvarez (2008) y Benton (1997) mencionan que existe escasa información en cuanto a soluciones nutritivas estandarizadas por especies, cultivares, estados de desarrollo, condiciones climáticas o métodos de cultivo e indican que el suministro adecuado de nutrimentos y el requerimiento por el cultivo son factores que hay que considerar para ajustar la composición y precisar el control de la solución nutritiva para alcanzar el máximo rendimiento.

Steiner (1973) demostró que la absorción nutrimental de la relación mutua de aniones y cationes de la solución nutritiva está determinada por la fase de crecimiento y potencial osmótico de la solución nutritiva, la cual depende del tipo de planta y clima. Steiner (1961, 1984) consideró que la composición química de la solución nutritiva está determinada por la relación mutua de aniones y cationes, la concentración iónica total expresada como potencial osmótico y el pH, y que, en función de estos factores, se dará la respuesta de la planta en cuanto a crecimiento y desarrollo.

Preciado *et al.* (2003) señalan que el potencial osmótico de la solución nutritiva es una de las características más importantes, pues afecta la absorción de agua y nutrimentos, y por consiguiente, el crecimiento y nutrición de la planta. Un alto potencial osmótico disminuye la energía libre del agua y por lo tanto restringe la absorción de ésta y de algunos nutrimentos (Marschner, 2012). Wallender y Tanji (2011) indican que la disminución de crecimiento de las plantas debido a un aumento en la presión osmótica de la solución nutritiva se debe en parte al aumento en el gasto de energía realizado por la planta para adquirir agua y realizar el aporte bioquímico para sobrevivir: se desvía energía que debe ser usada en el crecimiento, elongación celular, síntesis de metabolitos y componentes celulares. Steiner (1973) comenta que una presión osmótica baja puede inducir deficiencias nutrimentales y reducir el crecimiento. El mismo autor (1961) reporta que la presión osmótica de la solución nutritiva en el orden de 0.2 atm provoca cambios considerables en el rendimiento de los cultivos.

Marin *et al.* (2010) indican que la solución nutritiva juega un rol importante en la tasa de absorción por la raíz debido a una interacción entre la regulación interna y los nutrimentos. Asimismo indican que las plantas de liliium muestran una demanda moderada de N (92 a 211 mg·L⁻¹) y de K⁺ (119 a 211 mg·L⁻¹), y una muy baja demanda de Ca⁺² (34 a 126 mg·L⁻¹). Señalan también que esta baja demanda puede ser el resultado de una removilización de nutrimentos almacenados en el bulbo y citan que el liliium es capaz de mantener una concentración relativamente constante de K⁺ y Ca⁺² a pesar de que la solución tenga una concentración baja de estos nutrimentos.

Por lo anterior, el objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de tres presiones osmóticas (0.24, 0.48 y 0.72 atm) de la solución nutritiva universal de Steiner en la producción y calidad de flores de liliium (*Lilium* sp.) 'Marlon'.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en un invernadero con cubierta plástica, ubicado en el CU-Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México. Éste se localiza en la parte noreste del estado de México, en las coordenadas 19° 43' 10'', 19° 54' 52'' LN, y 98° 58' 12'', 99° 11' 36'' LO. La temperatura promedio que se registró durante la producción del cultivo en invernadero fue de 38 a 43 °C.

Establecimiento del cultivo

Bulbos de liliium para flor de corte (*Lilium* sp.) oriental holandés 'Marlon' calibre 18/20 se plantaron el 7 de abril de 2013 en macetas de 8". Como sustrato se empleó arena de tezontle y como testigo se utilizó *peat moss* + agrolita en una relación 70:30. Las características de este cultivar son las flores de color rosa con borde blanco, con periodo de crecimiento de 90 a 100 días, altura de planta de 110 a 120 cm, posición de la flor hacia enfrente y de cinco a siete botones florales grandes.

Los riegos se realizaron diariamente con la solución nutritiva universal de Steiner (1984). Las concentraciones de la solución nutritiva fueron de 12, 1, 7, 7, 9 y 4 meq L⁻¹ de NO₃⁻, HPO₄⁻, SO₄²⁻, K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺, respectivamente, presión osmótica de 0.72 atm; las concentraciones de los micronutrientes en mg L⁻¹ fueron: 4, 0.865, 1.6, 0.023 y 0.011 de Fe, B, Mn, Zn y Cu, respectivamente. Además, se evaluaron las presiones osmóticas de 0.24 y 0.48 atm. El testigo se regó con solución a 0.24 atm; la cantidad del riego varió entre 100 y 200 mL por maceta, diariamente. El pH de las soluciones nutritivas se ajustó diariamente a 5.5 ± 0.2 con H₂SO₄ o NaOH 1N, según fuera el caso.

Diseño experimental

El experimento se estableció con un diseño completamente al azar con tres tratamientos (0.24, 0.48, 0.72 atm con tezontle) y un testigo (0.24 atm con *peat moss* + perlita (70:30)), con cuatro repeticiones.

El 17 de julio de 2013 se cosecharon los tallos de liliium, cuando tenían un botón abierto y se evaluaron las siguientes variables: longitud del tallo (LT), diámetro de tallo (DT), número de hojas (NH), peso fresco de la inflorescencia (PFI), peso fresco del perianto (PFP), peso fresco del botón (PFB) peso fresco del tallo (PFT), peso seco de la inflorescencia

(PSI), peso seco del perianto (PSP), peso seco del botón (PSB), peso seco del tallo (PST), número de botones (NB), longitud del perianto (LP), diámetro del perianto (DP), longitud del botón floral (LBF) y diámetro del botón floral (DBF).

Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con tres tratamientos (0.24, 0.48, 0.72 atm con tezontle) y un testigo (0.24 atm con *peat moss* + perlita [70:30]), con cuatro repeticiones. Todas las variables se evaluaron mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existieron diferencias significativas por efecto de la presión osmótica de la solución nutritiva, para las variables longitud de tallo y número de hojas (figura 1). Cabe destacar que la mayor longitud de tallo se obtuvo en bulbos que fueron regados con la solución nutritiva de Steiner (1961), cuya presión osmótica fue de 0.24 atm, y en el testigo, para el cual lo único que cambió fue el medio de crecimiento. Estos resultados sugieren que el sustrato no tuvo efecto sobre el crecimiento. La longitud del tallo varió entre 40.4 y 44.8 cm en plantas cultivadas en tezontle y en el testigo, respectivamente. De acuerdo con la descripción varietal del cultivar 'Marlon' con calibre 18/20, ésta puede alcanzar una altura de planta de 110 hasta 120 cm. En contraste, el tamaño de los tallos obtenidos fue inferior a los reportados para este cultivar. Es importante mencionar que estos resultados pudieron haberse debido a las altas temperaturas (38-43 °C) que se presentaron durante la producción del cultivo, ya que los híbridos de liliium tienen un óptimo desarrollo a temperaturas nocturnas de entre 12 y 15 °C, y diurnas de 25 °C. Si no se mantienen estas temperaturas durante la producción, es posible que se presenten efectos negativos en las plantas.

Algunos autores como Dole y Wilkins (2004) señalan que el liliium no es una planta exigente en cuestiones nutrimentales. De acuerdo con Marin *et al.* (2010), esto se debe a que existe una removilización de los nutrientes en el bulbo; según Ortega *et al.* (2006), está en función del tamaño del bulbo: los de mayor tamaño ofertarán un mayor contenido de nutrientes. Sin embargo, los mismos autores indican que los nutrientes aportados por el bulbo no son suficientes

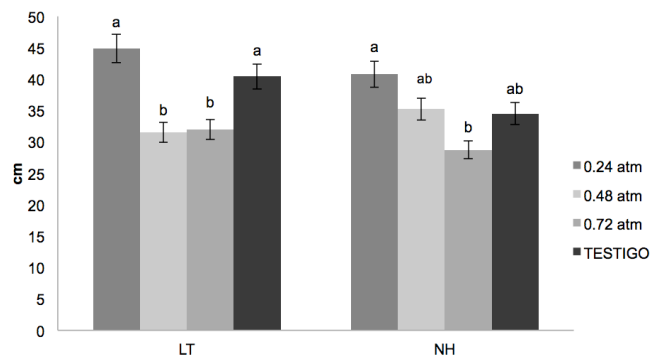


Figura 1. Efecto de la presión osmótica de la solución nutritiva en las variables longitud de tallo (LT) y número de hojas (NH) de liliium (*Lilium sp.*) 'Marlon'.

para completar el ciclo de cultivo del liliium; por tanto, estos requerimientos nutrimentales deben ser satisfechos por una solución nutritiva adecuada en cuanto a su potencial osmótico. Al respecto, de acuerdo con Marschner (2012), cuanto más alta sea la presión osmótica de la solución nutritiva, mayor será la disminución de la energía libre del agua y de su absorción, lo que provoca una reducción del crecimiento.

En cuanto a la variable número de hojas (figura 1), se observa que existieron diferencias significativas entre los tratamientos; destacaron como los mejores aquéllos que fueron regados con solución nutritiva de Steiner con presión osmótica de 0.24 y 0.48 atm y no existieron diferencias significativas con el testigo; el potencial más alto fue el que, en menor medida, favoreció la producción de hojas. Preciado *et al.* (2003) señalan que la presión osmótica de la solución nutritiva es una de las características más importantes de evaluar, pues afecta la absorción de agua, el estado nutrimental y el crecimiento vegetal. Wallender y Tanji (2011) exponen que la energía que debería ser usada en el crecimiento vegetal, elongación celular, síntesis de metabolitos y componentes celulares se desvía para la absorción de agua. Por otra parte, Dole y Wilkins (2004) y Marin *et al.* (2010) mencionan que el cultivo de liliium tiene bajos requerimientos nutrimentales, resultados que coinciden con los obtenidos en este experimento.

Es importante mencionar que las hojas superiores mostraron algunos síntomas de quemaduras (figura 2), lo cual pudo ser consecuencia de deficiencias de calcio, inducidas por las altas temperaturas (38-43 °C). Al respecto, Álvarez *et al.* (2008) y Chang y Miller (2003) coinciden en que algunos cultivares desarrollan síntomas visuales como quemaduras en hojas jóvenes y problemas de calidad como flacidez de tallo y



Figura 2. Efecto de temperatura alta (38-43 °C) en el cultivo de liliium (*Lilium sp.*) 'Marlon'.

menor vida de florero, síntomas que son atribuidos a la deficiencia de calcio. Los autores indican que los requerimientos de este nutriente son distintos entre cultivares de liliium. Niedziela *et al.* (2008) coinciden en que existe una correlación negativa entre altas temperaturas y absorción de calcio.

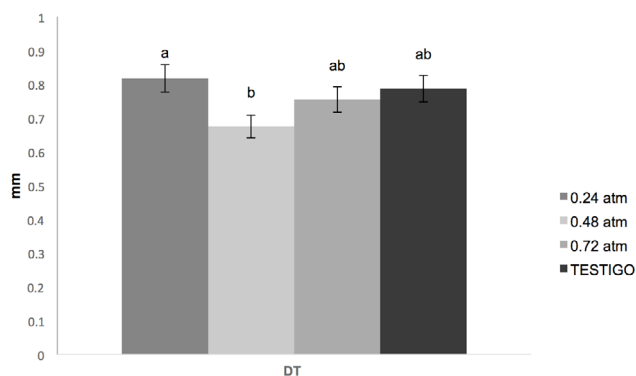


Figura 3. Efecto de la presión osmótica de la solución nutritiva en el diámetro de tallo de liliium (*Lilium sp.*) 'Marlon'.

Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el diámetro de tallo (figura 3). Los mayores valores para este parámetro se presentaron en las plantas regadas con solución nutritiva, cuya presión osmótica fue de 0.24 y 0.72 atm (0.81 y 0.75, respectivamente), y en el testigo (0.76 mm).

En la figura 4 se observa que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables peso fresco del perianto y peso fresco del botón; éstos presentaron variaciones de 14.3 a 23.0 g y de 10.1 a 14.1 g, respectivamente. En cuanto al peso fresco de la inflorescencia y el peso fresco del tallo, la figura 4 muestra que existieron diferencias significativas entre los tratamientos para estas variables; es importante mencionar que los mejores resultados

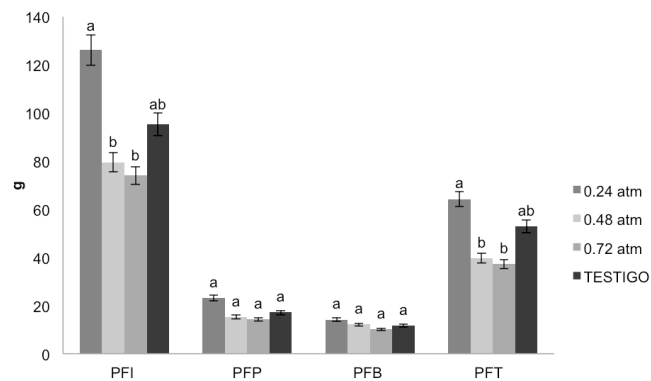


Figura 4. Efecto de la presión osmótica de la solución nutritiva en el peso fresco de la inflorescencia (PFI), del perianto (PFP), del botón floral (PFB) y del tallo (PFT) de lilium (*Lilium sp.*) 'Marlon'.

se presentaron cuando las plantas fueron regadas con solución de Steiner con presión osmótica de 0.24 atm y en el testigo. El peso fresco de la inflorescencia fue de 126.15 g con la solución de presión osmótica de 0.24 atm y de 95.2 g con el testigo. Los mayores valores del peso fresco del tallo fueron de 64.2 y 52.8 g en solución con presión osmótica de 0.24 y en testigo, respectivamente. Estos resultados coinciden con los reportados por Dole y Wilkins (2004), quienes indican que el lilium responde a bajos requerimientos nutrimentales. De acuerdo con Preciado *et al.* (2003) la presión osmótica baja permite una adecuada absorción de agua y, por lo tanto, un buen crecimiento y desarrollo vegetal. Steiner (1961; 1984) concluye que el crecimiento está en función de la presión osmótica principalmente y que cada especie vegetal responde diferente a este factor.

Existieron diferencias significativas para las variables peso seco de la inflorescencia, peso seco del perianto y peso seco del tallo, pero no para la variable peso seco del botón (figura 5). Cabe destacar que el mayor peso de la inflorescencia, se presentó cuando los bulbos fueron regados con solución nutritiva de Steiner con presión osmótica de 0.24 atm. En cuanto a la variable peso seco del perianto, las mejores respuestas fueron con solución nutritiva de Steiner con presión osmótica de 0.24 atm y con el testigo, el cual se regó con la misma solución.

Los mejores resultados para la variable peso seco del tallo se tuvieron con los tratamientos donde los bulbos se regaron con la solución a presión osmótica de 0.24, 0.72 atm y en el testigo, que se regó con la primera solución. De aquí se destaca que el cultivo de lilium tiene bajos requerimientos nutrimentales ya que, en general, el mayor peso seco de la in-

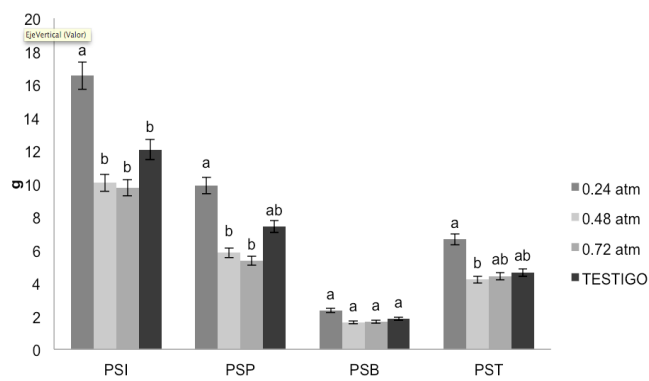


Figura 5. Efecto de la presión osmótica de la solución nutritiva en el peso seco de la inflorescencia (PSI), del perianto (PSP), del botón floral (PSB) y del tallo (PST) de lilium (*Lilium sp.*) 'Marlon'.

florescencia, del perianto y del tallo se obtuvieron cuando los bulbos se regaron con solución nutritiva de 0.24 atm y en el testigo. Estos resultados coinciden con lo reportado por Dole y Wilkins (2004), quienes señalan que el lilium tiene bajos requerimientos nutrimentales.

Cabe mencionar que no existieron diferencias significativas para las variables número de botones (NB), longitud y diámetro del perianto (LP y DP), y longitud y diámetro del botón floral (LBF y DBF) de lilium. El número de botones florales fue de 3 a 4 en los distintos tratamientos, y el mayor número se obtuvo con la solución nutritiva de 0.24 atm; sin embargo, en esta variedad y con el calibre de 18/20, las plantas pueden producir de 5 a 7 botones por tallo. La abscisión de los botones florales (figura 2), pudo haber sido consecuencia de las altas temperaturas que se presentaron en el invernadero. Al respecto, Francescangeli (2008) reporta que esta condición puede provocar la abscisión y aborto de los botones florales. Por su parte, Berghoef (1986) y Niedziela *et al.* (2008) reportan que las altas temperaturas conllevan una deficiencia de calcio, que provoca la caída de flores y la quemadura de las hojas. La LP varió entre 12.5 y 15.2 cm, y el DP entre 11.7 y 25.2 cm, entre los tratamientos. En relación con la LBF, fue de 9.9 a 11.4, y el DBF de 3.1 a 3.5. Los valores antes mencionados son considerados adecuados en flores de lilium.

Con base en los resultados del presente estudio, se recomienda hacer más investigación para valorar soluciones nutritivas para el cultivo de lilium tomando en consideración el cultivar, estado de desarrollo, condiciones climáticas y el potencial osmótico de la solución nutritiva.

CONCLUSIONES

En general, los mayores valores de longitud del tallo, número de hojas, diámetro del tallo, peso fresco de la inflorescencia, peso fresco del tallo, peso seco de la inflorescencia y peso seco del tallo se obtuvieron cuando los bulbos de liliium 'Marlon' se regaron con la solución universal de Steiner con presión osmótica de 0.24 atm, tanto en tezontle como en *peat moss* + agrolita (70:30). Todas las variables evaluadas cumplieron con los estándares de calidad, con excepción de longitud del tallo, que varió entre 40.4 y 44.8 cm.

LITERATURA CITADA

- Álvarez S. M., E. Maldonado, R. García, G. Almaguer, J. Rupit, F. Zavala. 2008. Suministro de calcio en el desarrollo y nutrición de liliium asiático. *Agrociencia* 42: 881-889.
- Benton, J. Jr. 1997. Nutrient solution. pp: 55-87. En: *Hydroponics. a practical guide for the soilless grower*. St. Lucie Press. Boca Raton, Florida. USA.
- Berghoef, J. 1986. Effect of calcium on tipburn of *Lilium* 'Pirate'. *Acta Horticulturae* 177: 433-438.
- Chang, Y. C., W. B. Miller. 2003. Growth and calcium partitioning in *Lilium* Star Gazer in relation to leaf calcium deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128: 788-796.
- Dole, J. M., H.F. Wilkins. 2004. *Floriculture Principles and Species*. 2nd edition. Prentice Hall. New Jersey, USA. 1023 p.
- Francescangeli, N. 2008. El cultivo de liliium. Centro Regional de Buenos Aires Norte, Buenos Aires, Argentina. En línea: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-jornada_lilium_cultivo_lilium.pdf (consulta: 23 de julio de 2014).
- Marin, M., L. A. Valdez-Aguilar, A. M. Castillo-González, J. Pineda-Pineda, J. J. Galván-Luna. 2010. Modeling growth and ion concentration of liliium in response to nitrogen:potassium:calcium mixture solutions. *Journal of Plant Nutrition* 34: 12-26.
- Marschner, P. 2012. *Mineral nutrition of higher plants*. 3th edition. Elsevier Academic Press. San Diego, CA, USA. 651 p.
- Niedziela, C. E., S. H. Kim, P. V. Nelson, A. A. De Hertogh. 2008. Effects of N-P-K deficiency and temperature regime on the growth and development of *Lilium longiflorum* 'Nellie White' during bulb production under phytotron conditions. *Scientia Horticulturae* 116: 430-436.
- Ortega B. R., M. Correa, E. Olate. 2006. Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivos de *Lilium* spp. para flor de corte. *Agrociencia* 40: 77-88.
- Preciado-Rangel, P., G. A. Baca-Castillo, J. L. Tirado-Torres, J. Kohashi-Shibata, L. Tijerina-Chávez, A. Martínez-Garza. 2003. Presión osmótica de la solución nutritiva y la producción de plántulas de melón. *Terra* 21(4): 461-470.
- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* 15: 134-154.
- Steiner, A. A. 1973. The selective capacity of plant for ions and its importance for the composition of nutrient solution. pp. 43-53. In: I.S.O.S.C. Proceedings. 3rd International Congress on Soilles Culture. Sassari, Italy.
- Steiner, A. A. 1984. The Universal Nutrient Solution. pp. 633-649. In: I.S.O.S.C. Proceedings. 6th International Congress on Soilles Culture. The Netherlands.
- Wallender, W. W., K. K. Tanji. 2011. *Agricultural salinity assessment and management*. American Society of Engineer. New York, USA. 1094 p.
- and poisonous plants of southern and eastern Africa. 2a edición. E. and S. Livingstone, Edinburgo y Londres. 1457 pp.