

MEMORIAS DEL PRIMER SIMPOSIO DE NUTRICIÓN DE ORNAMENTALES

COMPILADORES

Iran Alia-Tejocal

Victor López-Martínez

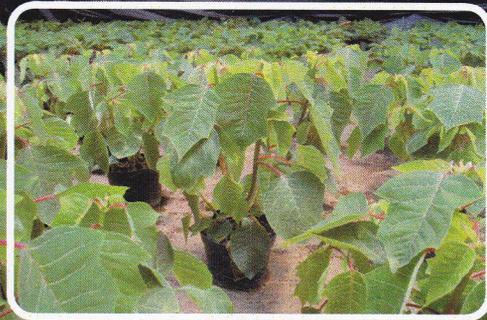
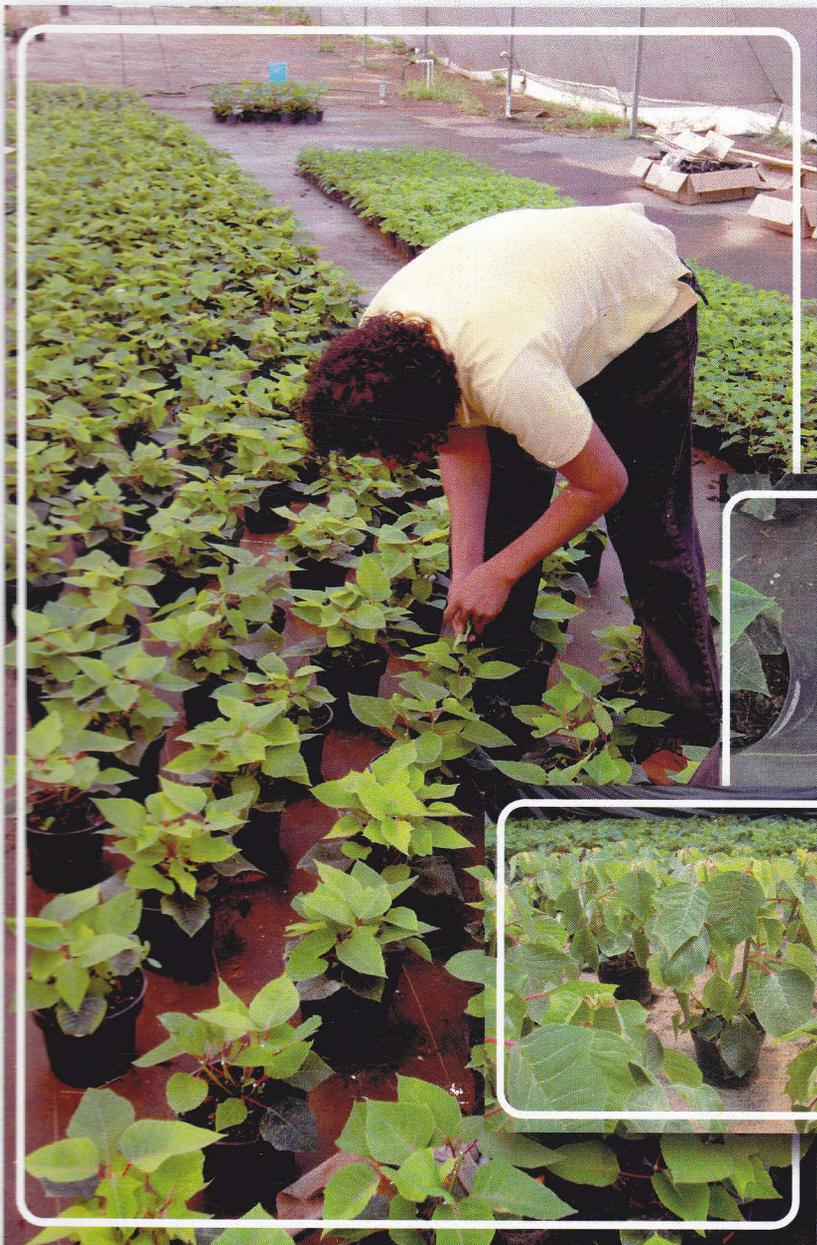
Gloria Alia Pérez-Arias

Luis Alonso Valdez-Aguilar

María Andrade-Rodríguez,

Oscar Gabriel Villegas-Torres

Dagoberto Guillén-Sánchez



ESTUDIOS DE NUTRICIÓN DE LILIUM Y LISIANTHUS EN SISTEMAS SIN SUELO

Luis Alonso Valdez-Aguilar¹, Ana María Castillo-González², Iran Alia Tejacal³, Juan
Jose Galván-Luna¹, Angel Natanael Rojas-Velázquez⁴

¹Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

²Instituto de Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo.

³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

⁴Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Correo electrónico: luisalonso_va@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Lilium (*Lilium* sp.) es una de las especies ornamentales de mayor valor y se le cultiva para producir flores de corte o plantas en maceta (Varshney *et al.*, 2001). En México, *lilium* es una especie ampliamente cultivada ya que es una de las especies más exportadas hacia los mercados de Estados Unidos y Canadá (SAGARPA, 2010). A nivel mundial, ocupa el quinto lugar en ventas dentro de los productos ornamentales, después de las rosas, crisantemo, tulipán y claveles (AIPH, 2005). En algunos países en desarrollo, como Colombia, Chile, Costa Rica y México, se han re-orientado los patrones de producción de flores de corte hacia la producción de especies de mayor atractivo y rentabilidad, tales como el *lilium*. En algunos otros países, el *lilium* se ha tornado en la especie más demandada y cultivada debido a que es altamente apreciada por los consumidores; de hecho, a nivel global, la superficie cultivada se ha triplicado en los últimos 10 años debido a este interés (AIPH, 2005).

Por su parte el *lisianthus* es una especie de relativamente reciente introducción, que ha ido penetrando en los mercados nacionales e internacionales con mayor intensidad. Esta especie es originaria de las zonas áridas del norte de México y sur de los Estados Unidos y en los ochentas, los japoneses introdujeron las primeras variedades mejoradas. En los Estados Unidos es una de las especies más importantes por lo que podría ser exportada por los floricultores mexicanos si se cumplen con las demandas de calidad (Valdez-Aguilar *et al.*, 2011).

Los sistemas modernos de producción incluyen el cultivo en condiciones de invernadero y en sustratos sin suelo; sin embargo, actualmente esta tecnología en México se encuentra particularmente enfocada a la producción de hortalizas y no hacia la producción de flores de corte. La incorporación de la floricultura a este patrón tecnológico permitiría lograr un abastecimiento de flores de calidad en los exigentes mercados como el de los Estados Unidos y la Unión Europea. No obstante, para lograr este objetivo hace falta llevar a cabo estudios suficientes sobre la producción de flores en sistemas sin suelo, ya que la casi totalidad de los estudios que se han realizado en esta área han sido principalmente en tomate, pepino y pimiento.

Para una adecuada producción de plantas ornamentales en sistemas sin suelo se requiere generar información básica que permita conocer la concentración óptima de los nutrientes esenciales, sin embargo, liliun y lisianthus no son la excepción en cuanto a la falta de estudios de nutrición, por lo que las recomendaciones de fertilización son limitadas a pesar de su importancia en el mercado internacional de las flores.

El Potasio (K) es especialmente importante por la gran cantidad que se demanda por las plantas. La importancia del K radica en su papel en procesos como la síntesis de proteínas, activación enzimática, el transporte y translocación de nutrientes y fotoasimilados, fotosíntesis, neutralización de aniones y regulación del potencial osmótico. Este último es uno de los mecanismos más importantes en el control de las relaciones hídricas de la planta (Pardo *et al.*, 2006) y favorece la turgencia y el crecimiento celular.

El Nitrógeno (N) es igualmente importante ya que es el nutriente mineral más demandado por todas las especies vegetales. En general, el N es utilizado para regular el crecimiento de las plantas, pues tiene funciones estructurales y funcionales. Se encuentra formando parte de todas las proteínas y enzimas que regulan el metabolismo, además de los ácidos nucleídos y ATP, por lo que interviene en la expresión genética de los organismos así como en el almacén y transferencia de energía (Marschner, 1995).

Los cultivares de liliun recientemente liberados muestran tendencias a desarrollar problemas fisiológicos caracterizados como una necrosis de las hojas jóvenes (Chang *et al.*, 2008), los cuales se han atribuido a desordenes en el

suplemento, absorción, y/o translocación del Calcio (Ca) en los tejidos vegetales (Chang y Miller, 2003). Como planta bulbosa, liliium almacena reservas de carbohidratos y nutrientes en el bulbo, los cuales son suficientes para producir una planta de las mismas características; sin embargo, debido a la escasa movilidad del Ca en el floema en combinación con ambientes poco favorables para su translocación, o condiciones morfológicas de la propia especie o cultivar, ciertas especies son muy susceptibles a desarrollar deficiencias de este nutrimento.

El liliianthus por su origen se plantea que es necesario definir la forma en la cual el N debe ser suministrado ya que las especies de ambientes áridos están adaptadas a altos niveles de N en forma de NO_3^- .

Por lo anteriormente mencionado, se han realizado una serie de estudios para determinar las dosis óptimas de los nutrientes más importantes en el cultivo hidropónico de liliium así como la forma de N.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron en condiciones de invernadero con cubierta plástica y control climático. Un total de 10 a 12 bulbos de liliium, previamente desinfectados con un fungicida, se plantaron en contenedores de plástico rígido ($48 \times 30 \times 27$ cm), los cuales se llenaron con perlita grado 4. Los bulbos se colocaron de tal forma que por encima del extremo apical del mismo existiera una capa de 7.5 cm de sustrato. La solución hidropónica se preparó con agua destilada en tanques de 50 L; las soluciones nutritivas bajo estudio fueron aplicadas mediante una bomba sumergible de $\frac{1}{8}$ HP y un sistema de distribución a base de emisores independiente para cada solución. Todos los tratamientos en estudio estuvieron distribuidos en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones.

En el estudio con K se emplearon bulbos vernalizados de liliium asiático Arcachoncalibre 16-18, en tanto que en el estudio con Ca los bulbos fueron del híbrido oriental 'Rio Negro' del mismo calibre. En el experimento con N:K:Ca se utilizó el liliium asiático 'Navona' calibre 12-14, mientras que en el experimento con el manejo de la solución nutritiva se empleó el híbrido oriental 'Sorbone' calibre 16-18.

En el experimento con K se prepararon las soluciones nutritivas con las siguientes concentraciones: 0, 2.5, 5.0, 7.5, 12.5, 17.5, 22.5 y 30.0 mM; en el experimento con Ca las soluciones evaluadas contenían Ca a una concentración de 0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, y 6.0 mM. En el experimento N:K:Ca se evaluaron 12 soluciones nutritivas en las que se varió la proporción de los tres nutrimentos para definir la concentración óptima de la mezcla; la mezcla total contenía un peso de 340 mg L⁻¹ de los tres nutrimentos. En todos los experimentos el resto de los nutrientes no incluidos en el estudio se mantuvieron constantes tomando como base la solución de Hoagland. Puesto que en los experimentos anteriormente señalados se observó que la biomasa iniciaba a acumularse cerca de la parte final del ciclo de crecimiento, se decidió diseñar un experimento con el objetivo de definir la longitud de la etapa de fertilización con solución nutritiva necesaria para obtener el máximo crecimiento; se empleó una sola solución nutritiva, pero esta se aplicó únicamente durante las siguientes fases: a) no fertilización durante todo el ciclo de crecimiento, b) fertilización por los primeros 30 días, c) fertilización por los primeros 45 días, d) fertilización por los primeros 60 días, y e) fertilización por todo el ciclo de crecimiento (110 días). Una vez finalizada la etapa de fertilización respectiva solo se aplicó una solución con K.

En los estudios con *lisianthus* se emplearon cultivares de la serie Mariachi y Echo Blue. Las plantas se colocaron en un sistema hidropónico con bloques de lana de roca. Un total de 10 plantas por bloque y cuatro repeticiones por tratamiento fueron distribuidas en el invernadero en un diseño en bloques completos al azar. Los tratamientos consistieron de cinco soluciones nutritivas con la formulación de Hoagland pero en N se suministró en forma de NO₃⁻ o NH₄⁺ o una mezcla de ambos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aumento en la concentración de K estuvo asociado con un aumento en el crecimiento de *lilium* 'Arcachon', lo cual ha sido comprobado en diversos estudios y es atribuido a que el nutriente contribuye al alargamiento celular debido a su función de regulador osmótico celular (Fricke *et al.*, 1994; Fricke y Flowers, 1998; Shabala *et al.*, 2000; Shabala, 2003). Sin embargo, altos niveles de K provocaron toxicidad y menor crecimiento de las plantas, como también lo reporta Varshney *et al.* (2001).

El K también causó incremento en el peso fresco, lo cual también puede ser explicado por su función como osmoregulador, pues se ha demostrado que la aplicación de K está asociada con un aumento en el contenido de agua (Egilla *et al.* 2005). En cuanto al peso seco de flor esta se comportó como órgano de demanda, incrementándose el peso seco drásticamente en los últimos 10 días. El peso seco total de hojas y peso seco aéreo se comportaron también como órganos de demanda, pero al final del ciclo, fueron órganos fuente de fotoasimilados tanto para el desarrollo de la flor como para la acumulación de reservas en el bulbo. Las altas concentraciones de K afectaron de manera positiva el diámetro de la flor, lo que pudiera relacionarse con el efecto sinérgico del K con el NO_3^- , lo que a su vez favorece la formación de compuestos esenciales que incrementan la biomasa y por ser destinada a aumentar el tamaño de la flor.

Para definir los niveles óptimos del K, estos dependerán del interés específico en alguna de las variables de crecimiento. En cuanto a la altura total de la planta, el nivel óptimo de K fue de 3.41 mM; mientras que el nivel de toxicidad se presenta al rebasar 22.5 y hasta 30 mM. La aplicación de 4.24 mM de K es el nivel óptimo para el peso seco total de la planta, de 4.24 a 22.5 mM se presenta el consumo de lujo, mientras que con 22.5 hasta 30 mM, se alcanza el nivel de toxicidad. Con 3.14 mM de K se logró la máxima área foliar y 3.14 a 22.5 mM representan el nivel de consumo de lujo, en tanto que el nivel de toxicidad se presentó al aplicar desde 22.5 hasta 30 mM. Para obtener el máximo diámetro de flor, el nivel óptimo corresponde a 6.68 mM de K, mientras que el consumo de lujo se encuentra desde 6.68 hasta 17.5 mM y el nivel de toxicidad desde 17.5 hasta 30 mM de K. Evidentemente, en flores para corte el tamaño de estas es una variable de primordial importancia para floricultores y consumidores. Si se considera esta variable para definir el nivel óptimo de K entonces se recomienda que *Lilium* deberá ser nutrido con una solución conteniendo 6.68 mM.

La máxima calidad de las flores cortadas de *Lilium* 'Rio Negro' fue observada cuando la concentración de Ca se encontró entre 2 y 4 mM ya que se obtuvo la mayor longitud de los tallos (109.6 a 112.5 cm) e inflorescencias. También en esta concentración de Ca se obtuvo el mayor diámetro y firmeza de tallos, con 7.20 y 7.64 mm, respectivamente. Asimismo, con estas concentraciones de Ca se obtuvieron

plantas con el mayor diámetro de flores, el cual osciló entre 24.9 y 25.4 cm, y área foliar, la cual varió entre 913 y 927 cm². Las plantas tratadas con 0 mM o bajas concentraciones de Ca resultaron con síntomas de deficiencia, incluyendo clorosis de las hojas jóvenes y aborción de flores; sin embargo, los mismos síntomas se detectaron en plantas tratadas con 6 mM, lo cual puede deberse a una toxicidad por exceso del nutrimento.

Plantas tratadas con soluciones de Ca entre 0 y 1 mM mostraron además reducción en el crecimiento en todos los parámetros evaluados, por lo que se puede considerar a este rango de concentración dentro de los niveles de deficiencia para liliun. Similarmente, una concentración mayor de 4 mM estuvo asociada con una reducción en todas las variables de crecimiento evaluadas, por lo que por encima de esta concentración se le puede considerar como la zona de toxicidad por Ca para liliun. El hecho de que aún las plantas irrigadas con soluciones conteniendo 0 mM Ca sugiere que el bulbo es un gran aportador de este y otros nutrimentos, lo que permite lograr completar su ciclo de crecimiento; sin embargo, las plantas que resultan de plantas no nutridas durante la fase de invernadero no contaron con los atributos de máxima calidad demandada en los mercados nacional y extranjero.

En un estudio diseñado para determinar la combinación óptima de N, K y Ca en la solución nutritiva se observó que liliun respondió a las mezclas de estos nutrimentos, lo que indica que los nutrimentos proporcionados por el bulbo no son suficientes para abastecer la demanda necesaria para un óptimo crecimiento. El peso fresco del vástago y hojas fueron más altos cuando las soluciones contenían niveles de N y K entre 9.7-12.1 mM y 3.0-3.5 mM, respectivamente, mientras que la demanda para la máxima área foliar y contenido relativo de clorofila (SPAD) fueron aun más altas en K (5.7 mM) y N (15.0 mM). Lo anterior indica que para una mayor acumulación de biomasa fresca el N y el K tienen una alta influencia, en tanto que para la expansión de la hoja se requiere de más K, probablemente debido al papel del K en el mantenimiento de las relaciones hídricas de la planta y la turgencia celular (Mengel y Kirkby, 2001).

Los modelos estimados indican que una concentración baja de Ca es suficiente para un crecimiento adecuado, entre 0.9 y 2.2 mM, lo cual coincide con los resultados del experimento con 'Rio Negro'. Estos resultados confirman que el bulbo puede

suplementar alguna porción importante de la demanda de Ca, pero las plantas deben recibir suplemento extra de N y K.

La integración de los modelos individuales permite definir un área en la cual el crecimiento de las plantas es mayor al 90 % del máximo posible. Considerando el peso fresco del vástago y foliar, así como el área foliar y el índice SPAD, el máximo crecimiento según estos parámetros se obtiene cuando el Ca se encuentra a una concentración de 0.9 mM a 3.2 mM, combinado con K a una concentración entre 3.1 mM a 5.4 mM y con N entre 6.6 mM y 15.1 mM.

En un estudio reciente, se ha detectado que las plantas de liliun desarrollan más raíces cuando se les fertiliza parcialmente durante los primeros 0-60 días comparado a cuando reciben la fertilización durante todo el ciclo de crecimiento. En el caso del tallo, sólo las plantas fertilizadas por los primeros 30-60 días superaron a las plantas fertilizadas en todo el ciclo, mientras que la biomasa foliar y el peso seco de flores fue similar o mayor a las de las plantas fertilizadas continuamente. El área foliar de las plantas fertilizadas por los primeros 30-60 días no fue afectada comparado con el área de plantas fertilizadas todo el ciclo. El factor más importante desde el punto de vista comercial es el diámetro de las flores; en este estudio se detectó que las plantas fertilizadas parcialmente durante los primeros 30-60 días superan el tamaño de las flores de las plantas fertilizadas en todo el ciclo, aunque el peso seco fue similar entre ambos grupos. Los resultados muestran que las plantas no fertilizadas durante todo el ciclo presentaron un crecimiento deficiente; la fertilización durante todo el ciclo resultó en un mayor crecimiento pero que es incluso superado por la fertilización parcial. Estas observaciones sugieren que el liliun demanda nutrientes para un óptimo crecimiento, pero que la fertilización durante todo el ciclo es innecesaria, pues incluso se obtienen mejores resultados con una fertilización parcial. Como complemento de este estudio se evaluó el efecto de la fertilización parcial en la duración en poscosecha de flores cortadas; los resultados muestran que las plantas fertilizadas parcialmente no tuvieron efectos negativos en la vida de florero. Los resultados de esta investigación son muy trascendentes ya que implican una mejora en la calidad de las plantas de liliun, pero con ahorro en la cantidad de fertilizantes aplicados.

Los *lisianthus* mostraron mejor crecimiento cuando fueron irrigados con soluciones en las que el N se encontraba en forma de NH_4^+ en altas proporciones por lo que se concluye que esta es una especie calcífuga.

LITERATURA CITADA

- AIPH. 2005. Union Fleurs: International Statistics Flowers and Plants.
- CHANG, Y.-C., ALBANO, J.P., MILLER, W.B. 2008. Oriental hybrid lily cultivars vary in susceptibility to upper leaf necrosis. *Acta Hort.* 766:433-440.
- CHANG, Y.-C., MILLER, W.B. 2003. Growth and calcium partitioning in *Lilium* 'Star gazer' in relation to leaf calcium deficiency. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:788-796.
- EGILLA, J.N., DAVIES, F.T., BOUTTON, T.W. 2005. Drought stress influences leaf water content, photosynthesis, and water-use efficiency of *Hibiscus rosa-sinensis* at three potassium concentrations. *Photosynthetica* 43: 135–140.
- FRICKE W., LEIGH, R.A., TOMOS, A.D. 1994. Concentrations of inorganic and organic solutes in extracts from individual epidermal, mesophyll and bundle-sheath cells of barley leaves. *Planta* 192: 310–316.
- FRICKE W., FLOWERS T.J. 1998. Control of leaf cell elongation in barley. Generation rates of osmotic pressure and turgor, and growth-associated water potential gradients. *Planta* 206: 53–65.
- MARSCHNER H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Ed. Academic Press. Limited, London. 889 p.
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A. 2001. *Principles of plant nutrition*. 5th Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- ORTEGA-BLU, R., CORREA, M., OLATE, E. 2006. Determination of nutrient accumulation curves in three cultivars of *Lilium* spp. for cut flower. *Agrociencia* 40: 77–88.
- PARDO, J.M., CUBERO, B., LEIDI, E.O., QUINTERO, F.J. 2006. Alkali cation exchangers: roles in cellular homeostasis and stress tolerance. *Journal of Experimental Botany* 57: 1181–1199.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2010. Aumenta producción de flores y plantas de ornato. Boletín

NUM.201/10.Tenancingo, Edomex., 6 de mayo de
2010.[http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines/Lists/Boletines%202010/
Attachments/593/B201.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines/Lists/Boletines%202010/Attachments/593/B201.pdf). Consultado el 12 de junio Del 2010.

SHABALA S., BABOURINA, O., NEWMAN I. 2000. Ion-specific mechanisms of osmoregulation in bean mesophyll cell. *Journal of Experimental Botany* 51: 1243–1253.

SHABALA S. 2003. Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. *Annals of Botany* 92:627–634.

VALDEZ-AGUILAR, L.A., C.M. GRIEVE, J. POSS. 2011. Response of lisianthus to salinity: plant growth. *Journal of Plant Nutrition* 34: EN PRENSA.

VARSHNEY A., SRIVASTAVA P.S., DHAWAN V. 2001. Effect of doses of nitrogen, phosphorus and potassium on the performance of *in vitro* propagated bulblets of *Lilium* sp. (Asiatic hybrids). *Current Science* 81: 1296–1298.