

RESPUESTA DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) CV. ECHO BLUE A DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO

RESPONSE OF LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) CV. ECHO BLUE TO DIFFERENT NITROGEN APPLICATIONS

Castillo-González A. M.^{1*}; Hernández-Hernández C.¹; Pineda-Pineda J.¹; Valdez-Aguilar L. A.²; Trejo-Téllez L. I.³; Avitia-García E.¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura. km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. ³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Edafología. km 36.5, Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, México.

*Autor de correspondencia: anasofiacasg@hotmail.com

ABSTRACT

Lisianthus is an ornamental species that is little known in Mexico, probably because it is not widely cultivated by flower growers; due to its attractive flowers and extended vase-life it has been well received by consumers and it is gaining an important status in the cut flower market. Adequate nutrition plays a key role to sustain plant growth and development; however, research on mineral nutrition on lisianthus is scarce. The objectives of the present study were to determine the response of lisianthus to varying concentrations of nitrogen (N) in the nutrient solution, to determine the N concentration associated with higher quality of cut flowers, and to define the distribution of dry mass and nutrients in the different plant parts. Using a completely randomized experimental design and mean comparison according to Tukey's procedure ($P \leq 0.05\%$) the effect of N concentration in the nutrient solution (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 500, and 600 mg L⁻¹) was evaluated on growth, nutrient status, dry mass and mineral nutrient distribution. Plants grown with solutions containing N at 100 and 250 mg L⁻¹ exhibited the best growth, biomass accumulation and floral bud number. These nitrogen concentrations improved plant concentrations of P, K, Ca and Mg, and they impacted dry mass and nutrient distribution in plants. Dry mass distribution exhibited the following ranking: stems>leaves>roots=flowers.

Keywords: macronutrients, dry mass distribution, floral bud number.

RESUMEN

El lisianthus es una especie poco cultivada en México, que gracias a la elegancia de sus flores y larga conservación en florero ha logrado una adecuada aceptación en el mercado, por lo que día a día adquiere mayor importancia dentro de la horticultura ornamental. La nutrición es un factor fundamental para soportar el desarrollo del cultivo, pero las investigaciones al respecto son escasas. Los objetivos del presente trabajo fueron determinar la respuesta de lisianthus a diferentes dosis de nitrógeno, establecer las concentraciones relacionadas con la mayor calidad del cultivo y conocer la distribución de materia seca y nutrimentos en la planta. Bajo un diseño experimental completamente al azar, acompañado de una prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05\%$), se evaluó el efecto de 10 dosis de N (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 500 y 600 mg L⁻¹) en la solución nutritiva, sobre el crecimiento, estado nutricional de la planta, distribución de materia seca y de nutrimentos. Las dosis entre 100 y 250 mg L⁻¹ de N presentaron las plantas con la mejor respuesta en crecimiento, acumulación de biomasa y número de botones florales. Estas dosis de N mejoraron el contenido en la planta de P, K, Ca y Mg e influyeron en la distribución de materia seca y de nutrimentos en la planta. El orden de acumulación de materia seca fue: tallo>hoja>raíz=flor.

Palabras clave: macronutrientes, distribución de materia seca, número de botones florales.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 8, agosto. 2018, pp: 13-18.

Recibido: enero, 2018. **Aceptado:** junio, 2018.



INTRODUCCIÓN

El lisianthus es una especie ornamental poco cultivada en México, se reportan solamente cuatro hectáreas en producción distribuidas en: Arteaga, Coahuila; Zacatepec, Morelos; Villa Guerrero, Estado de México; Tecamachalco, Puebla; y Guadalajara, Jalisco (Domínguez, 2008). Recientemente, está tomando importancia porque ofrece una flor muy atractiva al consumidor, gracias a la elegancia y delicadeza de sus flores y su excelente conservación en florero. La flor puede presentar tres colores básicos: azul, rosa y blanco (Halevy y Kofranek, 1984). Existen cultivares precoces como Heidi (flor sencilla) con 10 nudos y Echo (flor doble) con 10 nudos y no precoces como Flamenco (flor sencilla) con 13 nudos y Mariachi (flor doble) con 13 nudos. El lisianthus requiere de altas cantidades de nutrimentos como N, K y Ca, y la insuficiencia de alguno de ellos resulta en plantas pequeñas, reducción en el desarrollo de brotes axilares basales y pocas flores, aun cuando no presente síntomas de deficiencia (Dole y Wilkins, 2005). Los programas de fertilización deben basarse en la demanda nutrimental de las especies en sus diferentes etapas fenológicas (Bertsch, 2003). En México las investigaciones acerca de este cultivo son escasas, lo que marca la necesidad de generar el conocimiento sobre el proceso de producción que incluya aspectos de nutrición. El presente estudio tuvo como objetivos determinar la respuesta de lisianthus a diferentes dosis de N, conocer la distribución de la materia seca y nutrimentos en la planta y establecer las concentraciones que se relacionen con una mayor calidad de la flor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El experimento se estableció en un invernadero de cristal en Chapingo, Estado de México, localizado en las coordenadas geográficas 19° 29' de latitud norte y 98° 53' longitud oeste, con una altitud de 2 250 m. Las condiciones de temperatura y humedad relativa máximas y mínimas promedio fueron de 32.5 °C y 12.3 °C y 98.4% y 36.0%, respectivamente.

Material vegetal utilizado. Se trabajó con plantas de lisianthus cultivar Echo Blue, obtenidas a partir de semilla; durante la germinación y producción de las plántulas se fertilizó el sustrato (turba) con solución nutritiva usando como base la solución de Hoagland y Arnon (1950) de la manera siguiente: al 25% de su concentración, de la germinación hasta los 15 días, al 50% hasta los 30 días y de ahí en adelante al 100%. A los 100 días después de la

siembra, las plantas se colocaron en contenedores negros de 1 L de capacidad con solución nutritiva preparada con base en la solución de Steiner (1961).

Diseño experimental. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 10 tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. Dichos tratamientos consistieron en diferentes dosis de N: 0 (testigo), 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 500 y 600 mg L⁻¹ de N. La unidad experimental consistió en una planta por contenedor con 1 L de solución nutritiva. La oxigenación de la solución nutritiva se llevó a cabo mediante bombas para pecera de la marca Élite 801 con capacidad de 15 galones. La cantidad de oxígeno promedio entrante al sistema fue de 5.9 mg L⁻¹, evaluado con un medidor de oxígeno en solución (oxímetro) marca HANNA HI9142.

Soluciones nutritivas. Las fuentes utilizadas en la elaboración de las soluciones nutritivas para los diferentes tratamientos fueron, para N: KNO₃, NH₄NO₃ y Mg(NO₃)₂, P: KH₂PO₄, K: KNO₃ y KH₂PO₄, Ca: Ca(NO₃)₂·4H₂O, S: MgSO₄·7H₂O y K₂SO₄ y Mg: MgSO₄·7H₂O y Mg(NO₃)₂. Las soluciones nutritivas se cambiaron cada ocho días durante el primer mes y posteriormente cada quince días. El pH de la solución se ajustó a 5.5. La conductividad eléctrica (CE) en dS m⁻¹ para cada tratamiento fue: testigo, 1.9; 50 mg L⁻¹ de N, 1.8; 100 mg, 1.9; 150 mg, 2.1; 200 mg, 2.4; 250 mg, 2.6; 300 mg, 3.0; 350 mg, 3.3; 500 mg, 4.4 y 600 mg, 5.1.

Variables evaluadas. Al final del experimento (121 días después del trasplante, ddt) se evaluaron las variables siguientes (con excepción de la altura y número de hojas):

Altura (cm) y número de hojas por planta. Se evaluaron semanalmente en las 10 repeticiones de cada tratamiento. La altura se midió con una cinta métrica.

Área foliar (cm²). De cada una de tres plantas por tratamiento, seleccionadas al azar, se separaron todas las hojas del tallo y se evaluó el área foliar con un integrador de área foliar LI-COR 3100.

Volumen de raíces (cm³). Se evaluó en las 10 repeticiones de cada tratamiento, por medio del método de desplazamiento de agua.

Número de botones. Se contó el número de botones florales de cada una de las 10 repeticiones por tratamiento.

Diámetro de tallo (mm). Con la ayuda de un vernier digital se midió el diámetro basal del tallo de las 10 repeticiones de cada tratamiento.

Diámetro de flor (mm). Esta variable se midió con un vernier digital en una muestra de tres plantas por tratamiento. Para esto se consideró la primera flor (flor apical) cuando abrió completamente.

Materia seca (g). Para esta variable se utilizó la muestra con la cual se obtuvo el área foliar (tres plantas), la planta se seccionó por órganos (raíz, tallo, hojas y flores), las que se secaron en un horno con circulación de aire forzado a 75 °C por 76 horas; se pesó cada órgano en una balanza granataria marca Sartorius.

Contenido de macronutrientes (mg planta⁻¹). Se realizó en tres plantas por tratamiento, se tomó una muestra de 0.1 g de materia seca de cada órgano, se realizó una digestión húmeda con una mezcla de ácido sulfúrico y ácido perclórico (relación 2:1) y peróxido de hidrógeno. La determinación de la concentración de N se hizo por el método microkjeldahl; la de P por el método colorímetro de molibdovanadato amarillo, la absorbancia se leyó a 470 nm en un espectrofotómetro (Thermo Spectronic) y la determinación de K, Ca y Mg se realizó con un espectrómetro de absorción atómica Varian modelo SpectraAA 220, en todos los casos se utilizó la metodología descrita por Alcántar y Sandoval (1999).

Análisis estadístico. Se realizó análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) con el programa Statistical Analysis System versión 9.0 (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS

Altura de planta y número de hojas. La mayor altura (87.2 cm) se presentó con el tratamiento de 150 mg L⁻¹ de N, que superó al testigo en 31.8%. El tratamiento con 600

mg L⁻¹ de N no presentó diferencia significativa con el testigo (Figura 1A). El mayor número de hojas por planta se observó con los tratamientos de 100 a 250 mg L⁻¹ de N (54 a 60 hojas), los que presentaron diferencias estadísticas significativas con el testigo (34.7 hojas) (Figura 1B).

Área foliar. El tratamiento con 150 mg L⁻¹ de N presentó aproximadamente cinco veces más área foliar que el testigo, que fue el tratamiento con la menor área foliar (Cuadro 1).

Diámetro de tallo. El mayor diámetro de tallo se obtuvo con el tratamiento con 100 mg L⁻¹ de N, aunque sin diferencias estadísticas significativas con los tratamientos de 50 y de 150 a 350 mg L⁻¹ de N en la solución; el menor diámetro se registró con el tratamiento testigo (Cuadro 1).

Volumen de raíces. El volumen con 100 mg L⁻¹ de N superó al testigo en 71%, pero fue similar al de los tratamientos con 150 y 200 mg L⁻¹ de N (Cuadro 1). Con las dosis por debajo de 100 mg L⁻¹ de N, las plantas de *lisianthus* presentaron pobre crecimiento y las hojas fueron pálidas y pequeñas, debido a que la deficiencia de N limita el desarrollo foliar (Mackadam et al., 1989) y el crecimiento de las plantas cuando no es abastecido en la cantidad suficiente para cubrir su demanda (Scott, 2008). El crecimiento de las plantas del testigo dependió sólo del N que absorbieron con la fertilización que se les dio durante la germinación de las semillas.

Número de botones florales y diámetro de flor. El número de botones florales en los tratamientos con 150 y 200 mg L⁻¹ de N duplicó al del testigo, pero fue estadísticamente similar al resto de los tratamientos. El diámetro de la flor con 50 mg L⁻¹ de

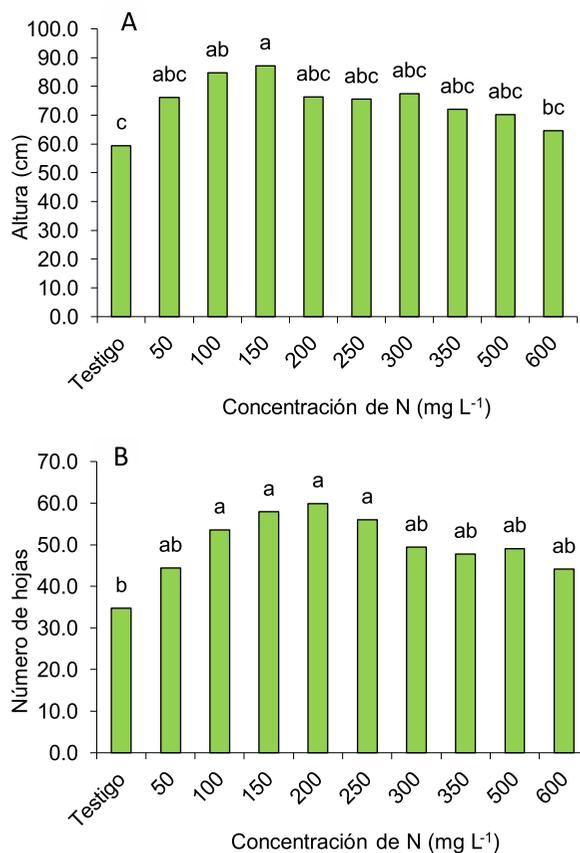


Figura 1. Altura (A) y número de hojas (B) promedio en plantas de *lisianthus* cv. Echo Blue cultivadas con diferentes concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva. Letras diferentes, son diferentes estadísticamente de acuerdo con la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1. Valores promedio de variables de crecimiento y floración en plantas de *lisianthus* cv. Echo Blue cultivadas con diferentes concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva.

Nitrógeno (mg L ⁻¹)	AF (cm ²)	DT (mm)	VR (mm ³)	NB	DF (mm)
Testigo	280.90 c ^z	4.42 c	13.0 bcd	4.0 b	54.85 b
50	685.20 bc	6.09 abc	17.3 abc	7.4 ab	83.58 a
100	908.20 ab	7.37 a	22.7 a	9.3 ab	74.47 ab
150	1314.10 a	6.71 ab	18.2 ab	9.9 a	71.46 ab
200	1185.90 ab	6.69 ab	19.6 a	10.9 a	80.15 a
250	648.10 bc	6.41 abc	12.7 bcd	8.3 ab	78.10 a
300	815.10 abc	5.93 abc	12.3 cde	8.6 ab	68.95 ab
350	1105.50 ab	6.51 ab	11.7 de	6.4 ab	67.23 ab
500	853.40 abc	5.01 bc	6.9 e	7.6 ab	72.34 ab
600	835.90 abc	5.08 bc	10.0 de	6.3 ab	72.18 ab
DMS	591.67	2.00	5.60	5.78	23.20

^zMedias con la misma letra, para una misma columna, no son diferentes estadísticamente (Tukey, P≤0.05). AF: área foliar. DT: diámetro de tallo. VR: volumen de raíces. NB: número de botones florales. DF: diámetro de flor. DMS: diferencia mínima significativa.

N superó significativamente al observado en el testigo y fue estadísticamente similar al obtenido con los demás tratamientos (Cuadro 1).

Materia seca. La acumulación de biomasa y las dosis de N presentaron una asociación cuadrática, en la que se observa que los tratamientos que condujeron a la mayor acumulación fueron los que contenían de 100 a 250 mg L⁻¹ de N (9.2 a 10.0 g); con concentraciones más bajas y más altas de N, la biomasa disminuyó gradualmente (Figura 2). La mayor acumulación de materia seca en raíz y flor se presentó con 250 mg L⁻¹ de N; mientras que la del tallo y hojas fue con 150 mg (4.5 y 3.61 g, respectivamente).

Los órganos que tuvieron la mayor acumulación fueron el tallo y las hojas (Figura 3). Más del 90% de la materia seca de la planta consiste de compuestos orgánicos tales como celulosa, almidón, lípidos y proteínas.

Los mejores resultados en las variables de crecimiento (altura y diámetro del tallo, nú-

mero de hojas, área foliar, volumen radical, número de botones florales, diámetro de flor y materia seca) de *lisianthus* se obtuvieron con las dosis de 100 a 250 mg L⁻¹ de N, lo que indica que con estas dosis la planta tuvo el abastecimiento adecuado de N.

Contenido de macronutrientos por planta. El contenido de N, P, K, Ca y Mg en la planta se incrementó hasta la dosis de 250 mg L⁻¹ de N, con las dosis superiores se observó disminución (Cuadro 2). La absorción de NO₃⁻ estimula la absorción de P, K y Ca (Jones, 1998; Fageria, 2001). Las interacciones entre elementos se presentan cuando el suplemento de uno afecta la absorción y utilización de otros elementos. Estas interacciones son más comunes cuando uno de los nutri-

mentos está en exceso en el medio de crecimiento (Fageria, 2001); como se observó con las dosis altas de N en la solución nutritiva utilizada para *lisianthus*; además del efecto de la CE alta en estas soluciones que limitaron la absorción de agua y minerales. La interacción negativa entre N y Mg también se ha reportado por García-Hernández *et al.* (2007) en Chile (*Capsicum frutescens* cv. Chiltepin) y Chang *et al.* (2012) en anturio (*Anthurium andraeanum* Lind.).

Distribución de materia seca y nutrientes. El tallo fue el órgano que acumuló más materia seca, seguido por la hoja; la raíz y la flor acumularon cantidades similares de materia. La mayor acumulación de N y Mg se encontró

en las hojas, en la raíz se encontró el mayor contenido de P y Ca. La raíz, tallo y hojas presentaron contenidos similares de K. La flor presentó el menor contenido de P, K y Ca y similar de N y Mg al de raíz y tallo (Figura 3). El N se acumuló en hojas y flores, el K en raíz, tallo y hojas y el Mg en hojas, debido a que son elementos móviles en la planta

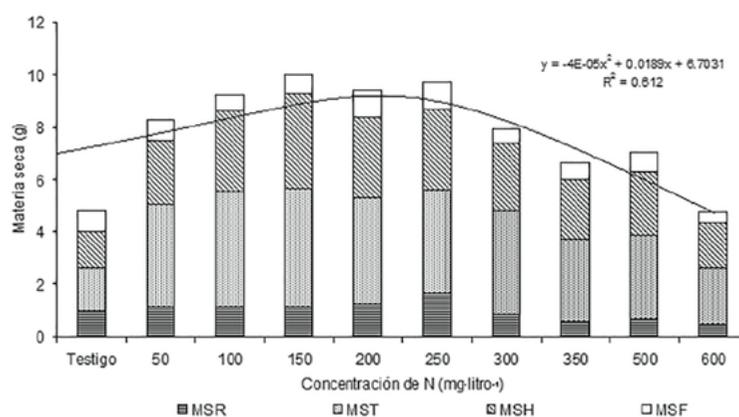


Figura 2. Distribución de materia seca en plantas de *lisianthus* cv. Echo Blue cultivadas con diferentes niveles de nitrógeno en la solución nutritiva. Materia seca de raíz (MSR), materia seca de tallo (MST), materia seca de hojas (MSH) y materia seca de flor (MSF).

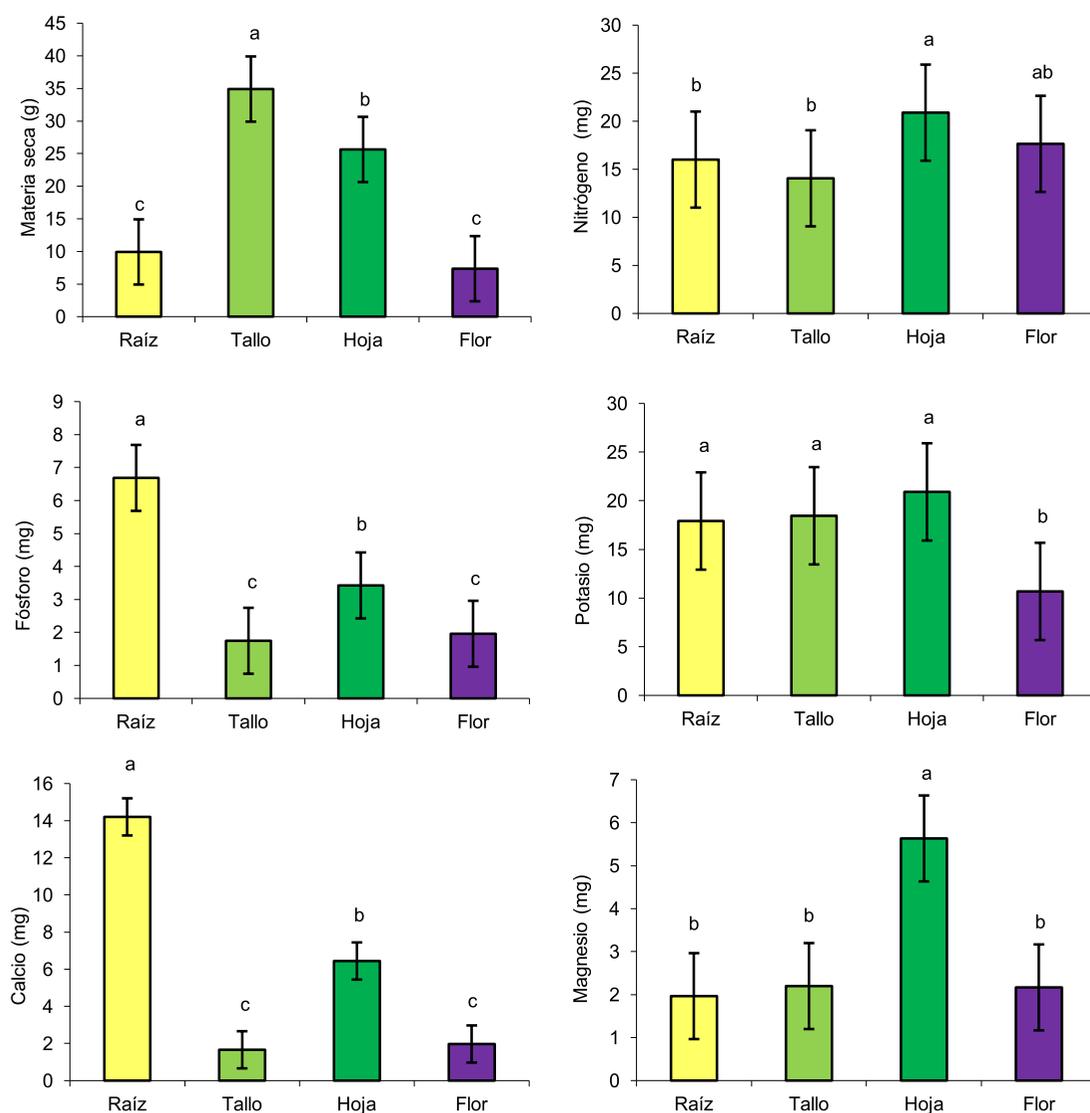


Figura 3. Distribución de materia seca y de elementos en plantas de lisianthus cv. Echo Blue cultivadas con diferentes concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva. $n=3 \pm$ error estándar.

Cuadro 2. Contenido de macronutrientes (mg planta^{-1}) en plantas de lisianthus cv. Echo Blue cultivadas con diferentes concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva.

Nitrógeno (mg L^{-1})	N	P	K	Ca	Mg
Testigo	34.35 f ²	7.41 d	44.95 e	16.71 ab	9.13 bc
50	60.70 de	15.28 abc	66.96 bcd	28.25 ab	13.90 a
100	72.85 cd	18.78 ab	80.13 abc	30.08 a	15.20 a
150	78.88 bc	17.65 abc	84.24 ab	32.00 a	16.64 a
200	88.72 ab	19.33 a	82.60 abc	27.89 ab	15.30 a
250	94.57 a	17.51 abc	88.81 a	27.36 ab	14.06 a
300	69.36 cd	12.35 bcd	73.25 abc	22.00 ab	10.73 b
350	63.55 de	11.18 cd	47.62 de	25.98 ab	9.23 b
500	72.50 cd	11.32 cd	62.87 cde	19.88 ab	9.36 b
600	50.64 e	7.37 d	48.24 de	12.67 b	6.13 c
DMS	14.92	6.74	21.29	15.89	3.07

²Medias con la misma letra, para una misma columna, no son diferentes estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS: diferencia mínima significativa.

(Marschner, 1995); el P y Ca se concentraron en la raíz, lo que indica que son elementos poco móviles (Jones, 1998).

CONCLUSIONES

Las plantas de lisianthus que presentaron la mejor respuesta en crecimiento y número de botones florales; así como en la biomasa acumulada fueron aquellas tratadas con dosis de 100 a 250 mg L⁻¹ de N en la solución nutritiva. Las dosis de 50 a 250 mg L⁻¹ de N mejoraron el contenido de P, K, Ca y Mg en la planta e influyeron en la distribución de materia seca y de nutrimentos en la planta. El orden de acumulación de materia seca fue; tallo>hoja>raíz=flor. El N y Mg se acumularon en las hojas, el P y Ca en la raíz y el K se distribuyó en cantidades similares en raíz, tallo y hojas.

LITERATURA CITADA

- Alcántar G.G., Sandoval V.M. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México. 156 p.
- Bertsch F. 2003. Absorción de Nutrimentos por los Cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 307 p.
- Chang K.H., Wu R.Y., Chang G.P., Hsieh T.F., Chung R.S. 2012. Effects of nitrogen concentration on growth and nutrient uptake of *Anthurium andraeanum* Lind. cultivated in coir under different seasonal conditions. HortScience 47: 515-521.
- Dole J.M., Wilkins H.F. 2005. Floriculture Principles and Species. Second Edition. Ed. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 1023 p.
- Domínguez R.A. 2008. Lisianthus: una especie con alto potencial. Consejo Mexicano de la Flor. Ornamentales. Primera Parte. 16 (3): 24-25.
- Fageria V.D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. Journal of Plant Nutrition 24:1269-1290.
- García-Hernández J.L., Valdez-Cepeda L.D., Servín-Villegas R., Troyo-Dieguéz B., Murillo-Amador B., Rueda-Puente E.O., Rodríguez-Ortiz J.C., Magallanes-Quintanar R. 2007. Interacciones nutrimentales y normas de diagnóstico de nutrimento compuesto en un cultivar semidomesticado de *Capsicum frutescens*. Revista Chapingo Serie Horticultura 13:133-140.
- Halevy H.A. Kofranek M.A. 1984. Evaluation of Lisianthus as a new flower crop. HortScience 19:845-847.
- Hoagland D.R., Arnon D.I. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Circular 347. California Agricultural Experiment Station, University of California. Berkeley. 32 p.
- Jones J.B. 1998. Plant Nutrition. Manual. CRC Press. Boca Raton. 149 p.
- Mackadam J.W., Volene J.J., Nelson C.J. 1989. Effect of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. Plant Physiology 89: 549-556.
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Press. San Diego. 889 p.
- SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT Guide for personal computers. Versión 9. SAS Institute North Caroline. 890 p.
- Scott, P. 2008. Physiology and Behaviour of Plants. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, England. 305 p.
- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and Soil 15:134-154.

