CORE
Metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
Provided by Revista Agro Productividad

https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1671

Foliar fertilization in the quality of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (raf.) Shinners.) 'Flamenco purple' stems

Fertilización foliar en la calidad de tallos de lisianthus 'flamenco purple' (*Eustoma grandiflorum* (raf.) Shinners.)

Cruz-Crespo, Elia[1]; Jaen-Contreras, David[2], Cadena-Iñiguez, Jorge[3], Gaytan-Acuña, Aracely, Arévalo-Galarza, Ma. de Lourdes[2*]

[1]Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9 Carretera Tepic-Compostela, Xalisco Nayarit. [2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura km 36.5 Carretera México- Texcoco C. P. 56230, Texcoco, Estado de México. [3]Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, 78622, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

***Autor para correspondencia**: larevalo@colpos.mx

ABSTRACT

Objetive: Evaluate two sources of foliar fertilization to improve the quality and post-harvest life of lisianthus stems (*Eustoma grandiflorum*) 'Flamenco Purple'.

Design/methodology/approach: Lisianthus plants were sprayed with different sources of fertilization (T1: Bayfolan Forte®; T2: Humifert® (Cosmosel) (10 mL L^{-1}); T3: ($Ca(NO_3)_2$+ KNO_3) and T4: Humifert® (Cosmosel) (20 mL L^{-1}) every week, from the appearance of the first flower buds, with four applications. The variables evaluated in pre-harvest were: plant height, stem diameter, number of leaves and number of flower buds, and in post-harvest: vase life, fresh weight of the stems, and nutritional analysis (N, P, K, Ca, Mg, Cu and Zn) of flowers, leaves and stem. An experimental design used was completely randomized and comparison of means (Tukey, α=0.05) with 8 replicates.

Results: The treatment with Humifert® (20 mL L^{-1}) significantly increased the stem length (16 %) related to the control, this treatment implied the presence of humic acids that improve the absorption of nutrients in the leaf. Also the $Ca(NO_3)_2$+ KNO_3 treatment increased the vase life by 2.8 days more than the control stems.

Study limitations/implications: Establish a cost-benefit relationship to determine the minimum number of foliar fertilizer applications that guarantee higher stem quality.

Findings/conclusions: The application of Humifert® (20 mL L^{-1}) and $Ca(NO_3)_2$+ KNO_3 improved the quality of the lisianthus stems 'Flamenco Purple', are a good option for flower growers.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar dos fuentes de fertilización foliar para mejorar la calidad y vida postcosecha de tallos de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) 'Flamenco Purple'.

Diseño/metodología/aproximación: Plantas de lisianthus fueron asperjadas con diferentes fuentes de fertilización (T1: Bayfolan Forte®; T2: Humifert® (Cosmosel) (10 mL L^{-1}); T3: ($Ca(NO_3)_2$+ KNO_3) y T4: Humifert® (Cosmosel) (20 mL L^{-1}) cada semana, a partir de la aparición de los primeros botones florales, realizando cuatro aplicaciones. Las variables evaluadas en precosecha fueron: altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y número de botones florales; y en postcosecha: vida de florero, peso fresco de los tallos, y análisis nutrimental (N, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn) de flores, hojas y tallo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y comparación de medias (Tukey, α=0.05) con 8 repeticiones.

Agroproductividad: *Vol. 13, Núm. 3, marzo. 2020. pp: 83-90.*
Recibido: *septiembre, 2019.* **Aceptado:** *febrero, 2020.*

Resultados: El tratamiento con Humifert® (20 mL L^{-1}) incrementó significativamente la longitud del tallo (16 %) con relación al testigo, este tratamiento implicó la presencia de ácidos húmicos que mejoran la absorción de nutrimentos en la hoja. Por otro lado, el tratamiento de $Ca(NO_3)_2$+ KNO_3 aumentó 2.8 días más la vida de florero con relación a los tallos testigo.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Establecer una relación costo beneficio para determinar el número mínimo de aplicaciones de fertilizantes foliares que garanticen mayor calidad de tallos.

Hallazgos/conclusiones: La aplicación de Humifert® (20 mL L^{-1}) y $Ca(NO_3)_2$+ KNO_3 mejoraron la calidad de los tallos de lisianthus 'Flamenco Purple', por lo cual son una buena opción para los floricultores.

INTRODUCCIÓN

La nutrición de la planta es de vital importancia durante el crecimiento y desarrollo, ya que un aporte insuficiente provoca aparte de desórdenes fisiológicos, la reducción en el crecimiento. Esto es particularmente importante en las flores de corte, ya que a mayor altura del tallo floral mejor precio de venta. El lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) es una especie originaria de Norteamérica, con amplia aceptación en los mercados debido a los atractivos colores de sus flores y larga vida de florero (Figura 1).

Se ha probado que la fertilización foliar es una alternativa efectiva que complementa los requerimientos que no pueden abastecerse mediante la fertilización al suelo por diversos problemas, entre los que destaca el pH, que afecta la disponibilidad de algunos nutrimientos. Autores como Harbaugh y Woltz, (1991) reportan que el crecimiento de *E. grandiflorum* 'Saga Purple', se vio afectado por cambios de pH, donde plántulas cultivadas en sustratos con pH 5.4 tuvieron una reducción significativa en el peso con relación a las cultivadas a pH 6.4. Hanks (2014) reportó que lisianthus tiene alta demanda de fertilización a base de nitrógeno y potasio, sugiriendo utilizar altas dosis de nitrógeno antes de la formación del botón floral y alta dosis de potasio después de esta etapa, tomando en cuenta que pueden presentarse deficiencias de calcio. Sin embargo, existen pocos estudios que reporten cual es la demanda nutricional de lisianthus y su relación con la calidad del tallo floral. Por ello la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación pre cosecha de diferentes fertilizantes foliares con y sin ácidos húmicos (AH) sobre el contenido nutrimental y calidad postcosecha de tallos florales de *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple'.

Figura 1. Diversidad de colores de lisianthus (*Eustoma grandiflora*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en los invernaderos de la empresa 'Los Maguitos' localizado en el poblado de Xocotlán, municipio de Texcoco, México. Se emplearon semillas de *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple' comercializadas por la empresa Sakata Seed de México. La variedad Flamenco Purple es tardía y la época de plantación se recomienda entre los meses de marzo y agosto. Este cultivar se caracteriza por tener corolas sencillas (una hilera de pétalos) con cinco pétalos y 13 nudos. La siembra se realizó en marzo, en charolas para 200 plantas, colocando una semilla por celda. Como sustrato se utilizó la mezcla de vermiculita y suelo (1:1). Los riegos se realizaron cada tercer día por periodo de un mes. Posteriormente las plantas se trasplantaron en un suelo de textura franco-arenoso en proporción: arena: limo: arcilla (45:25:30), con pH 8.1. Las condiciones de crecimiento, a partir del trasplante en el invernadero fueron de 30 a 40% de HR, temperatura de 25 a 30 °C, durante el día y fotoperiodo de 12 h. Durante la primera semana después del trasplante, se regaron diariamente, después cada tercer día. La aplicación de fertilizantes de los tratamientos se realizó semanalmente (Cuadro 1), a partir de la

aparición de los primeros botones florales, empleando mochila de aspersión manual con capacidad de 18 L (Cuadro 2).

Antes de cada aplicación, el pH de las soluciones se ajustó a 6.5 (con solución Indicate-5®) y se adiciono 1 mL L^{-1} de surfactante Inex- A®. En total se realizaron cuatro aplicaciones hasta el momento del corte de la flor. Para el caso del tratamiento testigo, la aplicación de fertilizante foliar se realizó conforme a la práctica del productor. La primera aplicación fue una vez transcurrido un mes del trasplante y, posteriormente, se realizaron dos aplicaciones más, cada 30 d después de la primera aplicación. En el caso de los tratamientos se realizó una aplicación semanal por periodo de un mes en cada uno de los tratamientos, a partir del momento de la aparición del botón floral hasta el momento de la cosecha. También se realizó el despunte (corte de la primera flor) con el objetivo de lograr un mejor desarrollo de los botones de las ramificaciones laterales.

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización foliar para lisianthus (*E. grandiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple'.

Tratamiento	Descripción
T1 (testigo)	Fertilización realizada por el productor con el producto comercial Bayfolan Forte® (11-8-6) con una dosis de 3 mL L^{-1} disueltos en agua, resultando en la aplicación de N, P (P_2O_5) y K (K_2O) a 0.33, 0.24 y 0.18 g L^{-1}, respectivamente.
T2	Aplicación de Humifert® (Cosmosel) (10-5-5) a 10 mL L^{-1} disueltos en agua, lo cual implico la aplicación de N, P (P_2O_5) y K (K_2O) a 1.0, 0.5 y 0.5 g L^{-1}, respectivamente.
T3	Nitrato de calcio + nitrato de potasio ($Ca(No_3)_2$+ KNO_3) a una dosis de 0.29 g L^{-1} de N, 0.25 g L^{-1} de Ca y 0.25 g L^{-1} de K.
T4	Aplicación de Humifert® (Cosmosel) (10-5-5) a 20 mL L^{-1} disueltos en agua, implicando la aplicación N, P (P_2O_5) y K (K_2O) de 2.0, 1.0 y 1.0 g L^{-1}, respectivamente.

Variables

Precosecha: antes de la cosecha se seleccionaron 16 tallos por tratamiento y se les midieron algunas variables como: altura de planta, realizada con cinta métrica, que se midió a partir del nivel del suelo hasta la altura alcanzada por el tallo. Diámetro del tallo, se midió en tallos 5 cm arriba del nivel del suelo, empleando un vernier. Número de hojas: se contabilizó desde la base del tallo hasta las hojas más pequeñas del tallo principal. Número de botones florales, contando el número total de cada tallo, y el diámetro de la primera flor (única flor completamente abierta) se midió con un vernier.

Postcosecha: Los tallos de lisianthus se cosecharon el 27 de agosto tomando como criterio una flor completamente abierta y la segunda flor semiabierta. Se seleccionaron ocho tallos para realizar el análisis nutrimental y otros ocho para evaluar la vida de florero y peso fresco por tratamiento, realizando la evaluación de cada variable como se describe a continuación:

Peso fresco del tallo (Pf_t). Los tallos se cortaron al nivel del suelo con tijeras de poda y después se pesaron en una balanza electrónica (MDF. BY A&d CO LTD Tokio, Japón). Después del corte de los tallos se lavaron con agua destilada. Una vez secos, la planta se seccionó en tres niveles (apical, media y basal) para realizar el análisis nutrimental en los diferentes órganos de la planta: flores, hojas y tallo.

Contenido de N, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn. Cada parte seccionada de la planta se secó a 70 °C por un periodo de 72 h en estufa Lab-line Imperial modelo 3500. Una vez secas, las muestras se molieron y se guardaron en bolsas de papel. El análisis nutrimental de N, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn se realizó de acuerdo con los métodos establecidos para cada nutrimento (Alcántar y Sandoval, 1999; Chapman, 1973; Brandfield y Spencer, 1965).

Cuadro 2. Composición química de los fertilizantes foliares aplicados en plantas de lisianthus (*E. grandiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple'.

Fórmula comercial	Análisis Garantizado	Presentación
Humifert® (10-5-5)	Nitrógeno 100 g L^{-1}, Fósforo (P_2O_5) 50 g L^{-1}, Potasio (K_2O) 50 g L^{-1}, Ácidos húmicos 3%, Hierro (Fe) 0.60 g L^{-1}, Zinc (Zn) 0.80 g L^{-1}, Manganeso (Mn) 0.40 g L^{-1}, Cobre (Cu) 0.40 g L^{-1}, Molibdeno (Mo) 0.05 g L^{-1}, Magnesio (Mg) 0.25 g L^{-1}, Ácido giberélico 6.5 mg k^{-1}, Tiamina 1.50% mg k^{-1}, Azufre (S) 1.50 g L^{-1}, Calcio (Ca) 0.25 g L^{-1}	Suspensión acuosa
Bayfolan Forte® (11-8-6)	Nitrógeno total 114 g L^{-1}, Fósforo (P_2O_5) 80 g L^{-1}, Potasio (K_2O) 60 g L^{-1}, Hierro (Fe) 0.50 g L^{-1}, Zinc (Zn) 0.80 g L^{-1}, Manganeso (Mn) 0.36 g L^{-1}, Cobre (Cu) 0.40 g L^{-1}, Molibdeno (Mo) 0.05 g L^{-1}, Magnesio (Mg) 0.25 g L^{-1}, Ácido indolacético 0.03 g L^{-1}, Tiamina (Vitamina B_1) 0.04 g L^{-1}, Azufre (S) 2.3 g L^{-1}, Calcio (Ca) 0.25 g L^{-1}	Suspensión acuosa

Fuente: Nota técnica de cada producto.

Vida de florero. Los primeros tres pares de hojas de la base del tallo se eliminaron y se cortó 5 cm de la base de tallo y cada tallo se colocó en un florero con agua destilada. Las condiciones en las que permanecieron fueron: 18 °C, 65% HR y 14 μmol m^{-2} s^{-1} de luz. Se realizaron cambios de agua cada tercer día. Se contó el número de días que permanecieron los tallos en florero, se consideró el término de vida de florero cuando el 50% del follaje a partir de la base del tallo perdió turgencia.

Peso fresco del tallo en florero (Pf_{tf}). En los mismos tallos utilizados para evaluar vida de florero, se realizaron mediciones diarias del peso, en cada unidad experimental, empleando una balanza electrónica MDF. BY A&d CO LTD Tokio, Japón.

Diseño Experimental. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con ocho repeticiones por tratamiento por variable evaluada. La unidad experimental fue un tallo de *E. grandiflorum*. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos para longitud de tallo, donde las plantas tratadas con Humifert® (20 mL L^{-1}) tuvieron mayor altura en comparación con los demás tratamientos, con diferencias significativas respecto al testigo en 17% (Cuadro 3). Ahmad *et al*. (2012) evaluó la respuesta de la aplicación de nitrógeno (NH_4NO_3) y el número de aplicaciones sobre la calidad de tallo de cuatro especies de flores de corte, registrando un aumento significativo en la longitud de tallos como respuesta a mayor número de aplicaciones de N en cosmos (*Cosmos bipinnatus* Cav.), y girasol (*Helianthus annuus* L.) 'Sunbright' y 'Sunrich Orange', pero sin respuesta significativa en celosía (*Celosia cristata* L.) y zinnia (*Zinnia elegans* L.). Lo anterior sugiere que existen concentraciones umbrales en las cuales las plantas pueden responder mejor y dicha respuesta depende de la especie y cultivar, además de que no es proporcional al incremento de la concentración del nutrimento aplicado. En estudios realizados en algunas plantas ornamentales se ha observado que un aumento en la concentración de algunos nutrientes en solución aplicada a las plantas, incrementan significativamente su altura; así, por ejemplo, en *E. grandiflorum* 'Kiri no Mine', se observó que aumentando la concentración de N de 0.1 hasta 0.5 g L^{-1} en la solución nutritiva resultó en un aumento en la altura del tallo del 80% (Frett *et al*., 1988). También en *Osteospermum* 'Denebola' se registró un incremento significativo en altura (71%) de la planta, conforme el suministro de P aumentó desde 0 hasta 1.61 mM (Nowak, 2001).

Diámetro del Tallo

Respecto a diámetro del tallo, se detectaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, donde los tallos tratados con Humifert® (20 mL L^{-1}) tuvieron mayor diámetro que los tallos testigo y Humifert® (10 mL L^{-1}) (Cuadro 2). Considerando que Humifert® implicó la presencia de macro y micronutrimentos los resultados para esta variable guardan relación con lo encontrado *L. esculentum* que al ser fertilizada vía foliar con Eko-Fer (macro, micronutrimentos más AH) (0 hasta 400 cc/da) el diámetro del tallo incrementó 25% (Padem y Ocal, 1999). De la misma manera en *L. sativa*, la fertilización foliar de nutrimentos incrementó el diámetro del tallo en 20% en comparación al testigo (Guvenc *et al*., 1999).

Número de hojas

Respecto al número de hojas, se observaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos donde los tratamientos Humifert® (20 mL L^{-1}) y $Ca(NO_3)_2$+ KNO_3 presentaron 14% más hojas que los tallos testigo y Humifert® (10 mL L^{-1}) (Cuadro 2). En *D. maculata* 'Perfection' el incremento de N (1.4 a 4.2 g m^{-2}) se relacionó con un aumento en el número de hojas (8%) respecto a los tratamientos con menor concentración (Conover y Poole, 1987). También en *I. hawkeri* 'Pago Pago' el mayor número de hojas (32%) se relacionó con un mayor suministro de P, el cual varió de 0 hasta 0.90 mM (Nowak y Stroka, 2001).

Número y Diámetro de Flores

El número y diámetro de flores no registraron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos. Esta variable es considerada muy importante durante la comercialización. Diversos estudios han mostrado el beneficio de aumentar la concentración de N en promover mayor número de flores como en *R. hybrida* 'Royalty' (Cabrera, 2000) y en P en *I. Hawkeri* 'Pago Pago' (Nowak y Stroka, 2001), los resultados obtenidos muestran poco efecto en la aplicación de estos nutrimentos. Sin embargo, es posible que ésta respuesta se deba a que los requerimientos nutritivos de *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple', sean mayores, por lo cual se sugiere que en futuros trabajos se considere mayor concentración de nutrimentos o mayor número de aplicaciones para obtener una respuesta más clara. De la misma forma no existieron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos en el diámetro de la primera flor (Cuadro 3). En algunas especies se ha encontrado que la aplicación

Cuadro 3. Variables precosecha evaluadas en tallos lisianthus (*E. grandiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple' con fertilización foliar.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Número de flores	Diámetro de flor (cm)	Peso fresco de tallo (Pf_t)
Testigo	66.33 b[z]	6.60 b	22.26 c	10.73 a	8.10 a	49.22b
Humifert® (10 mL L^{-1})	67.00 b	6.40 b	23.73 bc	11.26 a	8.50 a	55.20a
$Ca(NO_3)_2$+KNO_3 (0.25g L^{-1})	69.40 b	6.86 ab	25.33 ab	13.00 a	8.52 a	56.00a
Humifert® (20 mL L^{-1})	77.40 a	7.26 a	26.80 a	13.73 a	9.12 a	55.47a

[z]Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas (Tukey p≤0.05).

de algunos macronutrimentos influye en el diámetro de la flor como en *Osteospermum* 'Denebola' donde hubo incremento significativo de hasta 400% conforme el suministro de P fue mayor (0 hasta 2.24 mM) (Nowak, 2001). Es importante considerar que para poder obtener una respuesta mayor en variables como diámetro de la flor y numero de flores, la dosis y el tiempo de aplicación de los fertilizantes foliares debe llevarse a cabo antes de la aparición del botón floral, de tal forma que la planta pueda responder el estímulo dado y promover su crecimiento. Puesto que la aplicación de los fertilizantes inició a partir de la aparición del botón floral la respuesta de estas variables no fue definitiva, pero mostró cierta tendencia favorable en las variables de calidad evaluadas.

Peso Fresco del Tallo (Pf_t)

Se detectaron diferencias (p≤0.05) en peso fresco del tallo (Pf_t) en donde los tratamientos mostraron un aumento de 13.7% respecto al Pf_t del tratamiento testigo. Lo anterior sugiere que la aplicación de nutrimentos en mayor concentración estimula al crecimiento vegetativo de la planta reflejándose en mayor peso fresco, lo cual concuerda con lo reportado en *S. melongena* donde la aplicación foliar de una solución rica en macro y micronutrimentos incrementó el peso fresco en 8.2% con respecto a las plantas que no se fertilizaron (Padem y Ocal, 1999).

Contenido de N, P, K y Ca

La concentración de N en flores mostró diferencias (p≤0.05) entre tratamientos, donde Humifert® (20 mL L^{-1}) y $Ca(NO_3)_2$ + KNO_3 tuvieron una acumulación mayor (13.5%) respecto a los tallos testigo. Para el caso de hojas se obtuvieron diferencias (p≤0.05) en los tres niveles de muestreo ápice, intermedio y base, siendo Humifert® (20 mL L^{-1}) el tratamiento con mayor acumulación de N en 47.5, 31.0 y 22.5%, respectivamente en relación al testigo. En tallo a nivel intermedio, Humifert® (20 mL L^{-1}) fue diferente (p≤0.05) del resto de los tratamientos con una acumulación 24.5% superior al testigo (Cuadro 4).

El contenido de P en flores no mostró diferencias (p>0.05) entre tratamientos con excepción del testigo con la concentración menor. En hojas el contenido de P fue superior (p≤0.05) en el tratamiento Humifert® (20 mL L^{-1}) en 41 y 32% a nivel de ápice y base, pero sin diferencia en la parte media de la planta (Cuadro 5).

En lo que se refiere al contenido de K se obtuvieron diferencias entre tratamientos (p < 0.05) en las flores, siendo los tallos del tratamiento con $Ca(NO_3)_2$+KNO_3 los de mayor concentración (86%), sin diferencias estadísticas en los diferentes niveles del tallo. No obstante, al obtener el promedio del contenido nutrimental de K en hojas en cada tratamiento se observó que los tallos tratados con $Ca(NO_3)_2$+KNO_3 tuvieron ma-

Cuadro 4. Acumulación de N (%) en lisianthus (*E. grandiflorum*) 'Flamenco Purple' cultivada en invernadero y con fertilización foliar.

Órgano analizado	Tratamiento	Nivel de la planta muestreada			
		Completa	Ápice	Medio	Base
Flor	Testigo	2.35 bz			
	Humifert® (10 mL L^{-1})	2.35 b			
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3	2.67 a			
	Humifert® (20 mL L^{-1})	2.67 a			
Hoja	Testigo		2.66 b	2.58 b	2.27 b
	Humifert® (10 mL L^{-1})		2.74 b	2.62 b	2.30ab
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3		3.78 a	2.67 b	2.57ab
	Humifert® (20 mL L^{-1})		3.92 a	3.39 a	2.78a
Tallo	Testigo		1.87 a	1.17 b	1.05 a
	Humifert® (10 mL L^{-1})		1.72 a	1.17 b	1.00 a
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3		1.94 a	1.26 ab	1.45 a
	Humifert® (20 mL L^{-1})		2.00 a	1.46 a	1.18a

[z] Letras diferentes dentro de columna y órgano denotan diferencias significativas (Tukey p<0.05).

Cuadro 5. Acumulación de P (%) en lisianthus (*E. grandiflorum*) 'Flamenco Purple' cultivada en invernadero y con fertilización foliar.

Órgano analizado	Tratamiento	Nivel de la planta muestreada			
		Completa	Ápice	Medio	Base
Flor	Testigo	0.10 b[z]			
	Humifert® (10 mL L^{-1})	0.14 a			
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3	0.15a			
	Humifert® (20 mL L^{-1})	0.16 a			
Hoja	Testigo		0.07 c	0.06 a	0.04 b
	Humifert® (10 mL L^{-1})		0.07 bc	0.07 a	0.04 b
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3		0.09 ab	0.06 a	0.05ab
	Humifert® (20 mL L^{-1})		0.10 a	0.07 a	0.06 a
Tallo	Testigo		0.10 ab	0.03 a	0.01 b
	Humifert® (10 mL L^{-1})		0.09 b	0.04 a	0.01 b
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3		0.11 ab	0.05 a	0.02 a
	Humifert® (20 mL L^{-1})		0.13 a	0.04 a	0.02 a

[z] Letras diferentes dentro de columna y órgano denotan diferencias significativas (Tukey $p<0.05$).

yor acumulación de K respecto al testigo en 42% en hojas y 17% en tallos (Cuadro 6).

Se ha señalado que el contenido de K o Ca en hojas aumenta conforme aumenta la concentración de éstos en la solución nutritiva, lo cual se reflejó solo de forma parcial en nuestros resultados. En plantas de *P. hybrida* 'Dreams Mix' y *B. semperflorens-culturum* 'Ambassador Scarlet' la aplicación de K (0 a 365 mg L^{-1}) provocó la acumulación de este nutrimento en 10 y 188%, respectivamente (James y van Iersel, 2001). El contenido de Ca en flores mostró diferencias significativas en todos los tratamientos con respecto al testigo, teniendo valores para Humifert® (20 mL L^{-1}) de 0.93 % y en las flores del tratamiento testigo de 0.45%. En hojas, la concentración de Ca tendió a ser mayor en las hojas de la base de los tallos en los cuatro tratamientos, pues al ser un elemento de poca movilidad, tiende a acumularse en las partes con mayor senectud de la planta (Reuter y Robinson, 1988). Cabe señalar que las concentraciones más altas de N, P y K en *E. grandiflorum* 'Flamenco Purple', en los cuatro tratamientos se encontraron en hojas nuevas, mientras que los menores contenido de éstos se registraron en la base de la planta. Lo anterior se debe a que el N, P y K se translocan desde las hojas maduras hacia los nuevos puntos de crecimiento (Reuter y Robinson, 1988). Estudios realizados por Mills y Scoggins (1998) revelaron que en hojas de diferentes cultivares de *A. andraeanum* 'Kaumana', 'Kozohara', y 'Nitta Orange' el contenido de N, P y K fue mayor en hojas jóvenes en comparación con las maduras en aproximadamente 60, 70 y 50%, respectivamente. Dependiendo de la especie, el estado de desarrollo y del órgano, el contenido de N, P, K y Ca requerido para un crecimiento óptimo se ubica en ciertos límites siendo para N entre 2.0 y 5.0%, para P entre 0.15 a 1.0%, para K entre 1.0 y 5.0% y para Ca entre 0.2 y 3.0% (Benton *et al*., 1991). En este sentido el intervalo de variación en el contenido de N en todos los tratamientos varió entre 2.3 y 3.9% en hojas, y de 1.0 a 2.0% en tallos. De la misma forma la concentración de P en hoja, en todos los tratamientos, tuvo variación de 0.04 y 0.1%. Para K el contenido de hojas y tallos varió de 1.2 a 3.5%, mientras que para Ca fue de 0.42 a 0.94%.

Cuadro 6. Acumulación de K (%) en lisianthus (*E. grandiflorum*) 'Flamenco Purple' cultivada en invernadero y con fertilización foliar.

Órgano analizado	Tratamiento	Nivel de la planta muestreada			
		Completa	Ápice	Medio	Base
Flor	Testigo	1.07 cz			
	Humifert® (10 mL L^{-1})	1.79 b			
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3	2.00 a			
	Humifert® (20 mL L^{-1})	1.86 ab			
Hoja	Testigo		2.64 a	2.30 a	1.22 b
	Humifert® (10 mL L^{-1})		3.13 a	2.52 a	2.38 a
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3		3.46 a	2.80 a	2.47 a
	Humifert® (20 mL L^{-1})		2.77 a	2.46 a	2.43 a
Tallo	Testigo		2.10 b	2.12 a	2.00 a
	Humifert® (10 mL L^{-1})		1.96 b	2.25 a	1.96 a
	$Ca(NO_3)_2$+KNO_3		3.06 a	2.21 a	2.01 a
	Humifert® (20 mL L^{-1})		2.68 ab	2.33 a	2.36 a

[z] Letras diferentes dentro de columna y órgano denotan diferencias significativas (Tukey $p<0.05$).

No existió diferencia estadística entre tratamientos para la acumulación de Mg en tallos, mientras que, para Cu y Zn, la mayor acumulación se registró en flores y parte del ápice del tallo, principalmente en los tratamientos de Humifert® (20 mL L^{-1}) y $Ca(NO_3)_2$+KNO_3. En resumen, los tallos tratados con Humifert® (20 mL L^{-1}) tuvieron la mayor concentración de macro y micronutrimentos con relación al resto de los tratamientos. Además, este tratamiento implicó la presencia de AH, los cuales, entre otros mecanismos, contribuye a la absorción de nutrimentos en la hoja (Tattini *et al*.,

1991). En plantas de *L. sativa* 'Yedikule' fertilizadas vía foliar con 1 mL L^{-1} del producto comercial EKOFEL (AH más macro y micronutrimentos) se compararon con las plantas tratadas con el fertilizante foliar Tricset-CB (conteniendo sólo macro y micronutrimientos) observando mayor acumulación de nutrimentos (Guvenc *et al.*, 1999).

Vida de Florero y Peso Fresco del Tallo en Florero (Pf_{tf})

Se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, donde los tallos del testigo registraron menor vida de florero con 11 d, en tanto que los tallos tratados con $Ca(NO_3)_2$+KNO_3, tuvieron 13.8 d, seguido Humifert® (20 mL L^{-1}) con 13.0 d (Figura 2). En plantas de *G. jamesonii* 'Campitano', 'Sangria' y 'Testarossa' la aplicación de $CaCl_2$ (1.0 y 1.5%) tuvieron 3.5 días de vida de florero en relación a los tallos testigo (Gerasopoulos y Chebli, 1999). En este sentido la aplicación de Ca pudo contribuir a esta respuesta, pues el Ca^{2+} ha mostrado respuesta favorable en diversas especies ornamentales prolongando la vida de pétalos, protegiendo a las membranas celulares de la senescencia (Arévalo-Galarza *et al.*, 2012). Con respecto al peso fresco, se observó que al día 14 después de la cosecha, los tallos del tratamiento $Ca(NO_3)_2$+KNO_3 tuvieron 5.0% más peso fresco que los tallos testigo, lo cual se reflejó en mayor número de días (vida del florero de 2.8 d). Lo anterior concuerda con lo reportado por Picchioni y Valenzuela-Vazquez (2002) quienes al aplicar Ca (10 mM) en plantas de *L. havardii* 'Texas Sapphire' no observaron diferencias con respecto al testigo, pero en los últimos días la vida de florero las plantas tratadas con Ca tuvieron 11% menor pérdida de peso. Se ha mencionado que aplicaciones de K incrementan vida de florero de algunas plantas ornamentales al influir positivamente en el balance hídrico (Roychowdhury y Roychowdhury, 1995).

Correlación de Variables Evaluadas y Nutrimentos

El contenido de N presentó correlación positiva ($p \leq 0.05$) con las variables: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y número de flores ($r=0.76$, 0.58, 0.83, 0.75 respectivamente). La concentración de P mostró relación positiva ($p \leq 0.05$) con altura de la planta, número de hojas y número de flores ($r=0.77$, 0.61, 0.65, respectivamente) no siendo significativos ($p > 0.05$) los valores de la correlación con diámetro de flor, Pf_{tf} y vida de florero. Además, se presentó una correlación positiva ($p \leq 0.05$) entre Ca y Pf_{tf} ($r=0.67$) y tanto el contenido de K y Ca tuvieron correlación positiva ($p \leq 0.05$) con la vida en florero ($r=0.75$, 0.71, respectivamente).

CONCLUSIONES

El tratamiento con Humifert® (20 mL L^{-1}) y el tratamiento $Ca(NO_3)_2$ + KNO_3 incrementaron la concentración de los diferentes nutrimentos en el tejido de las hojas. Las concentraciones de N y P en el tejido de las hojas tuvieron alta correlación con altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y flores. La aplicación de $Ca(NO_3)_2$ + KNO_3 tuvo un efecto positivo en prolongar la vida de florero y reducir las pérdidas de peso de los tallos florales en postcosecha. La fertilización foliar de Humifert® y $Ca(NO_3)_2$ + KNO_3 pueden considerarse una opción factible de suministro de nutrimentos pues mejora la calidad de las plantas ornamentales.

LITERATURA CITADA

Ahmad, I., Dole, J.M., & Nelson, P. (2012). Nitrogen application rate, leaf position and age affect leaf nutrient status of five specialty cut flowers. Scientia Horticulturae 142:14-22. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.04.009

Arévalo Galarza L., García Osorio C., & Rosas-Saito G.H. (2012). Factores que afectan la vida de florero en flores de corte. Agroproductividad 5(3):28-35.

Alcántar, G.G. & Sandoval, M. (1999). Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guia de muestreo, reparación análisis e interpretación. Publicación 10. Sociedad México de la Ciencia del Suelo A.C. Chapingo México, 158 p.

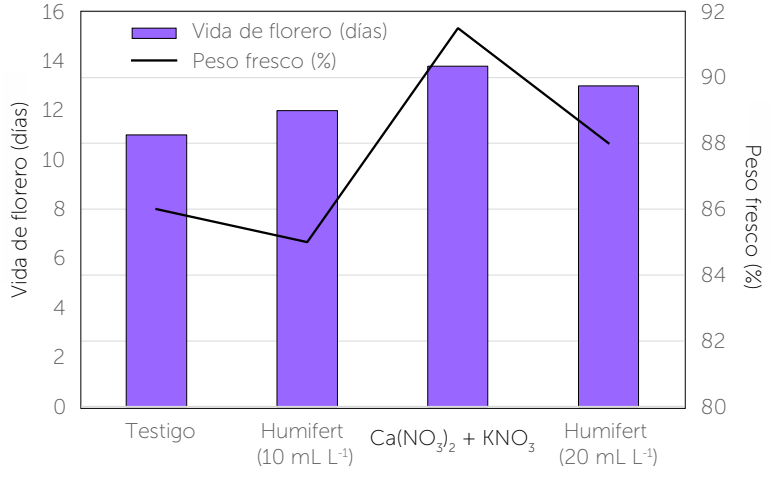

Figura 2. Vida de florero de tallos lisianthus (*E. grandfiflorum* Raf.) 'Flamenco Purple' y peso fresco relativo (%) al día 14 de la cosecha. Los valores representan la media de 8 repeticiones.

Benton, J.J., Wolf, B., & Mills, H.A. (1991). Plant analysis Handbook. A practical sampling, preparation analysis and interpretation guide. Micro-Magro Publ. USA. 212 p.

Bradfield, E.G. & Spencer, D. (1965). Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops: Determination of magnesium, zinc and copper by atomy absorption spectroscopy. J. Sci. Food Agric. 16:33-38. doi.org/10.1002/jsfa.2740160105

Cabrera, R.I. (2000). Evaluating yield and quality of roses with respect to nitrogen fertilization and leaf nitrogen status. Acta Horticulturae. 511: 133-142. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.511.15

Chapman, H. (1973). Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas, México 195 p.

Conover, C.A., & Poole, R.T. (1987). Growth of *Dieffenbachia maculate* ´Perfection´as affected by air and soil temperatures and fertilization. HorScience 22:893-895.

Frett, J. J., Kelly, J. W., Harbaugh B. K., & Roh, M. (1988). Optimizing nitrogen and calcium nutrition of lisianthus. Commun. in Soil Science and Plant Analysis. 19:13-24.

Gerasopoulus, B.D., & Chebli, B. (1999). Effects of pre and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. J. Hort. Sci. Biotech. 74: 78-81. doi.org/10.1080/14620316.1999.11511076

Guvenc, I., Dursun, A., & Turan, M. (1999). Effects of different foliar fertilizers on growth, yield and nutrient content of lettuce and crisp lettuce. Acta Horticulturae 486: 247-252. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.491.36

Hanks, G. (2014). Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a cut flower crop grown in polythene tunnels. National Cut Flower Centre/ HDC Information sheet 6. 6 p.

Harbaugh, B.K., & Woltz, S.S. (1991). Eustoma quality is adversely affected by low pH of root medium. HortScience 26:1279-1280.

James, E., & van Iersel, M. (2001). Fertilizer concentration affects growth and flowering of subirrigated petunia and begonias. HortScience 36:40-44.

Mills, H.A., & Scoggins, H.L. (1998). Nutritional levels for anthurium: young versus mature leaves. J. Plant Nut. 21:199-203. doi.org/10.1080/01904169809365394

Nowak, J. (2001). The effect of phosphorus nutrition on growth, flowering and leaf nutrient concentration of *Osteospermum*. Acta Horticulaturae 548:557-560. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.548.68

Nowak, J., & Stroka, S. (2001). The effect of phosphorus nutrition on growth flowering and chlorophyll fluorescence of new guinea Impatients ´Pago´´Pago´. Acta Horticulturae 548: 561-566. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.548.69

Padem, H., & Ocal, A. (1999). Effects of humic acid application on yield and some characteristics of processing tomato. Acta Horticulturae 487:159-163. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.487.20

Picchioni, G.A., & Valenzuela-Vázquez, M. (2002). Calcium and 1-methylcyclorpopene delay dessication of *Lupinus havardii* cut racimes. HortScience 37:122-125.

Reuter, D.J., & Robinson, J.B. (1988). Plant Analysis. An interpretation. Manual. 1 Edition Inkata press, Australia, 218 p.

Roychowdhury, N., & Roychowdhury, P. (1995). The effect of field application of K on postharvest behavior of gladiolus. Acta Horticulturae 405:170-172. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.405.21

Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A., & Traversi, M.L. (1991). Effect of humic acids on growth and biomass partitioning of container grown olive plants. Acta Horticulturae 294: 75-80. DOI:10.17660/ActaHortic.1991.294.7