Rev. Fitotec. Mex. Vol. 44 (3): 471 - 476, 2021

APLICACIÓN DE SALES MINERALES PARA LA CONSERVACIÓN DE FLORES CORTADAS DE LISIANTHUS

APPLICATION OF MINERAL SALTS FOR CONSERVATION OF CUT FLOWERS OF LISIANTHUS

Itzel Leana-Rojas[1], Gloria A. Pérez-Arias[1]*, Iran Alia-Tejacal[1], Luis A. Valdez-Aguilar[2], Alyn M. Palacios-Sosa[1] y Porfirio Juárez-López[1]

[1]Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. [2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Autor de correspondencia* (yoyaly@hotmail.com)

RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto por separado de cinco sales minerales en la conservación de dos cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). Para ello, inflorescencias de las variedades ABC Blue Rim y Mariachi Carmine se colocaron por 12 h en soluciones de nitrato de calcio 0.1 %, cloruro de cobalto 0.2 mM, sulfato de aluminio 100 mg L^{-1}, ácido bórico 100 mg L^{-1}, cloruro de níquel 0.5 mM y agua destilada como control. Se evaluó el consumo de agua, peso fresco relativo y respiración durante su vida en florero. El nitrato de calcio y el sulfato de aluminio incrementaron el consumo de agua en las inflorescencias de Mariachi Carmine (25-31 mL/tallo) y ayudaron a mantener valores más altos y por más tiempo de peso fresco relativo en ambos cultivares (96.9 % por 9-11 días). Estos compuestos también disminuyeron la tasa respiratoria de las inflorescencias de ABC Blue Rim y Mariachi Carmine en 45-67 y 51-59 %, respectivamente. Los resultados sugieren que estas sales preservaron las relaciones hídricas y la función de los tejidos conductores en las dos variedades, lo cual, aunado a las tasas respiratorias más bajas, mejoraron significativamente la vida en florero de lisianthus.

Palabras clave: *Eustoma grandiflorum*, consumo de agua, peso fresco relativo, respiración.

ABSTRACT

In this research the effect of five mineral salts on the conservation of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) was evaluated. For this, inflorescens of ABC Blue Rim and Mariachi Carmine cultivars were placed for 12 h in solutions of 0.1 % calcium nitrate, 0.2 mM cobalt chloride, 100 mg L^{-1} aluminum sulfate, 100 mg L^{-1} boric acid, 0.5 mM nickel chloride and distilled water as control. Water consumption, relative fresh weight and respiration were evaluated during their vase life. Calcium nitrate and aluminum sulfate increased water consumption in Mariachi Carmine inflorescens (25-31 mL/stem) and helped in maintaining higher relative fresh weight values for a longer period of time in both cultivars (96.9 % for 9-11 days). These compounds also decreased the respiration rate of ABC Blue Rim and Mariachi Carmine inflorescences by 45-67 and 51-59 %, respectively. Results suggest that these salts preserve the hydric relationships and the function of conductive tissues in the two varieties, which, along with the lower respiration rates, significantly improved the vase life of lisianthus.

Index words: *Eustoma grandiflorum*, fresh relative weight, respiration, water consumption.

INTRODUCCIÓN

Lisianthus [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shin.] es un cultivo relativamente nuevo en el mercado internacional, que se ha ubicado rápidamente entre las principales flores de corte (Fernández-Pavía y Trejo-Téllez, 2018), debido a su belleza y gran variedad de colores (Castillo-González *et al*., 2017). Esta importancia contrasta con la baja producción en México, de donde es originario (López-Guerrero *et al*., 2020), ya que sólo se cultivan cerca de 4 ha a nivel nacional en lugares como Arteaga, Coahuila, Zacatepec, Morelos, Villa Guerrero, Estado de México, Tecamachalco, Puebla y Guadalajara, Jalisco (Castillo-González *et al*., 2017).

En México, después del corte, las inflorescencias de lisianthus se transfieren al área de empaque, donde se eliminan las hojas basales y se seleccionan los tallos con base en su calidad, para luego colocarse en bouquets o arreglos florales y finalmente en agua, para su posterior transporte y venta (Pérez-Arias *et al*., 2014). En estas condiciones, la vida poscosecha promedio de las flores varía entre 9.8 y 16.2 días (Clark *et al*., 2010).

Algunas sales como las de aluminio, boro, cobalto, calcio, cobre, níquel, plata o zinc, aplicadas en solución en concentraciones apropiadas, se han utilizado para mejorar la vida y la calidad postcosecha de varias flores de corte (Arief *et al*., 2016). El calcio funciona como mejorador del estado hídrico de las flores, mantiene la integridad de la membrana, la estructura de la pared celular y actúa como segundo mensajero en la célula (Arief *et al*., 2016; Marschner, 2012); aplicado en solución pulso, aumenta la vida y calidad poscosecha de crisantemo (Souri *et al*. 2018). El cobalto favorece el consumo de agua, mantiene el balance hídrico, retrasa la pérdida de peso fresco y reduce la producción y la sensibilidad al etileno (Arief *et al*.,

Recibido: 06 de marzo de 2018
Aceptado: 31 de agosto de 2021

2016); su aplicación mejora la vida poscosecha de lilium y gladiola (Mandujano-Piña *et al*., 2012; Trejo-Téllez *et al*., 2014). El catión Al^{3+}, por su parte, inhibe la transpiración en las hojas y muestra actividad antimicrobiana al acidificar la solución de florero (Damunupola y Joyce, 2008). El boro, aplicado en solución pulso a crisantemo inhibe la producción de etileno, disminuye la tasa de respiración y mejora su vida poscosecha (Serrano *et al*., 2001). Finalmente, el níquel incrementa la conductancia de agua en el tallo de *Phalaenopsis* (Arief *et al*., 2016) y actúa como germicida e inhibidor de la biosíntesis de etileno (Halevy y Mayak, 1981).

De acuerdo con Shimizu-Yumoto e Ichimura (2010), la producción de etileno y la aplicación de soluciones pulso son aspectos importantes a considerar en el manejo poscosecha de esta especie. Con la finalidad de incrementar su vida poscosecha, se han aplicado soluciones pulso o de florero conteniendo benciladenina y sacarosa (Huang y Chen, 2002), ácido peroxiacético (de la Riva *et al*., 2009), ácido naftalenacético y aminoetoxivinil glicina (Shimizu-Yumoto e Ichimura, 2010), glucosa y fructosa (Chuang y Chang, 2013), calcio quelatado con aminoácidos (Saeedi *et al*., 2015), nanopartículas de óxido de zinc y óxido de zinc/grafeno (Soriano-Melgar *et al*., 2018) y oligosacarinas (López-Guerrero *et al*., 2020); sin embargo, no se ha evaluado todavía el efecto de soluciones minerales en las relaciones hídricas y fisiología de estas flores. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de algunos minerales en el consumo de agua, el peso fresco relativo y la respiración de dos variedades de lisianthus, con el fin de contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías de manejo poscosecha para esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Producción Agrícola, Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Se utilizaron inflorescencias de lisianthus ABC Blue Rim y Mariachi Carmine germinadas de la empresa Plántulas de Tetela S. A. de C. V. Estos cultivares producen tallos de 76 a 114 cm de longitud, flores dobles, de color uniforme, poco propensas al arrosetamiento, de gran vigor y un periodo de crecimiento de 13 a 16 semanas. Las inflorescencias, cultivadas en suelo con cubierta plástica (Pérez-Arias *et al*., 2014), se cosecharon entre las 7:00 y 8:00 a.m., con un 100 % de apertura en las dos primeras flores basales y se trasladaron en agua destilada al laboratorio. Los tallos se recortaron a una altura de 45 cm, se eliminaron las hojas basales de los primeros 20 cm, se seleccionaron por ausencia de daños y se colocaron por 12 h en las soluciones de los minerales a evaluar o agua destilada en el caso del control (Cuadro 1). Se contó con ocho repeticiones por tratamiento, dos tallos florales por repetición y el diseño experimental fue completamente al azar.

Cuadro 1. Soluciones de minerales evaluadas en dos variedades de lisianthus.

Solución mineral	Concentración
Nitrato de Calcio	0.1 %
Cloruro de Cobalto	0.2 mM
Sulfato de Aluminio	100 mg L^{-1}
Ácido Bórico	100 mg L^{-1}
Cloruro de Níquel	0.5 mM
Agua	Control

Las flores se mantuvieron en agua destilada en una cámara de crecimiento a 20 °C, humedad relativa del 80 % e intensidad luminosa de 120 µm m^{-2} s^{-1}, simulando la vida en florero con 12 h de oscuridad y 12 h de luz de día.

El volumen de agua consumido se cuantificó colocando cada inflorescencia en 250 mL de agua destilada y midiendo al tercer día el volumen de agua remanente, después de lo cual se renovó el agua completamente. El peso fresco relativo se obtuvo pesando cada inflorescencia al inicio y cada tercer día durante su vida útil, con una balanza digital (Ohaus®, Parsippany, New Jersey, EUA); el resultado se expresó como el porcentaje de cambio en peso con respecto al peso inicial.

La velocidad de respiración en mL de CO_2 kg^{-1} h^{-1} se determinó colocando las flores pesadas dentro de un recipiente hermético de volumen conocido durante 1 h; posteriormente, se extrajo del espacio de cabeza 1 mL del gas con ayuda de una jeringa y se inyectó en un cromatógrafo de gases Agilent (Agilent Technologies®, Santa Clara, California, EUA). Las temperaturas del inyector, horno y detector de conductividad térmica fueron 150, 80 y 170 °C, respectivamente; el nitrógeno fue utilizado como gas de arrastre. Para la cuantificación del CO_2 en las muestras se usó el método de calibración absoluta utilizando un estándar Praxair® a 460 mg L^{-1} de CO_2. Los datos se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de agua de las flores de lisianthus ABC Blue Rim y Mariachi Carmine disminuyó constantemente durante el periodo de evaluación en todos los tratamientos (Figuras 1 A y B). De acuerdo con Arief (2016), esta

disminución se debe a una reducción de la conductividad del tallo ocasionada por oclusión, cavitación, lignificación o por la presencia de algunas macromoléculas en la solución. En las flores de ABC Blue Rim el consumo de agua fluctuó de 28 a 42, 12 a 21 y 5 a 10 mL por tallo a los 3, 5 y 11 días, respectivamente, sin que se detectaran diferencias significativas (P > 0.05) entre tratamientos (Figura 1 A). En Mariachi Carmine, las flores tratadas con cloruro de níquel mostraron el mayor consumo de agua (57 mL por tallo) en el día 3, mientras que las sometidas a los tratamientos restantes consumieron sólo entre 27 y 38 mL por tallo (Figura 1 B). En el día 5, el consumo de agua en las flores tratadas con nitrato de calcio, sulfato de aluminio y cloruro de níquel varió entre 25 y 31 mL por tallo, en tanto que las flores de los demás tratamientos absorbieron sólo entre 13 y 22 mL por tallo (Figura 1 B). En los días posteriores, el consumo de agua promedio de las flores sometidas a estos tres tratamientos fue significativamente mayor (P ≤ 0.05) al resto de los tratamientos, siendo este aumento más evidente con el nitrato de calcio (Figura 1 B).

Similarmente, Liao *et al*. (2001) reportaron un mayor consumo de agua en flores de lisianthus HeiHou tratadas con sulfato de aluminio (150 mg L^{-1}), consumo que se mantuvo elevado hasta por 15 días. Este efecto positivo se adjudicó a la capacidad germicida del sulfato de aluminio, que evitó el bloqueo por bacterias de los haces vasculares. Por otra parte, Souri *et al*. (2018) encontraron que el nitrato de calcio (100 y 500 mg L^{-1}), aplicado como solución pulso, incrementó el consumo de agua. En este caso, el efecto se atribuye al catión calcio que retrasa la pérdida de permeabilidad de la membrana plasmática, manteniendo por más tiempo su integridad y funcionalidad; además, Van Doorn (2012) indicó que el calcio favorece el consumo de agua en flores de corte, debido a la mayor facilidad de expansión y contracción de las pectinas y de los compuestos polihidroxilados de la pared celular como la lignina. En cuanto al cloruro de níquel, su efecto positivo probablemente obedece a su acción germicida; de hecho, se le utiliza para evitar el taponamiento del xilema de los tallos florales por crecimiento bacteriano (Khuraijam *et al*., 2017).

En general, el peso fresco relativo (PFR) de los tallos florales de ABC Blue Rim fue significativamente mayor (P ≤ 0.05) con sulfato de aluminio y cloruro de níquel que con agua (control) (Figura 2 A). Al cabo de 3 días, el PFR aumentó en promedio 105 % en todos los tratamientos, y de los 5 a los 9 días sólo en las flores tratadas con sulfato de aluminio y en el caso de los tratamientos con cloruro de níquel, ácido bórico y nitrato de calcio éste se mantuvo constante (102 % en promedio), mientras que en las tratadas con cloruro de cobalto se redujo (Figura 2 A). En cuanto a las flores control, su PFR se redujo después del día 3, mostrando valores promedio menores a 100 % y cercanos a 80 % a los 5 y 9 días de evaluación, respectivamente (Figura 2 A).

En Mariachi Carmine el PFR promedio fue significativamente mayor en las flores tratadas con nitrato de calcio, sulfato de aluminio y cloruro de cobalto (P ≤ 0.05), manteniéndose de 97 a 110 % y 91 a 102 % al cabo de 7 y 11 días, respectivamente (Figura 2 B). Las flores control y las tratadas con ácido bórico mostraron valores menores de PFR (90 y 81-83 % después de 7 y 11 días, respectivamente) y las tratadas con cloruro de níquel

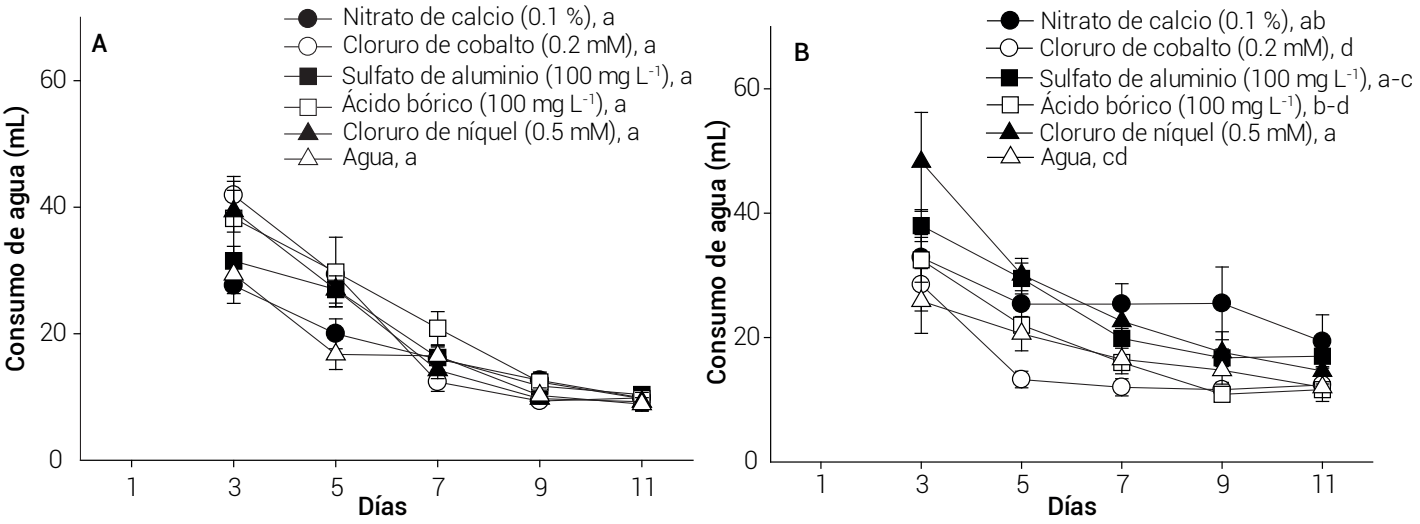


Figura 1. Consumo de agua de flores de lisianthus ABC Blue Rim (A) y Mariachi Carmine (B) tratadas con diferentes minerales. Cada punto representa la media de ocho observaciones y su error estándar. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, P ≤ 0.05). DSH: 7.62 (A) y 7.37 (B).

presentaron los valores más bajos (83 y 76 % después de 7 y 11 días, respectivamente).

La vida poscosecha de lisianthus se puede alargar con tratamientos que incrementen el contenido de agua en los tallos florales (Alves *et al*., 2015), por lo que la evaluación del peso fresco en postcosecha es un buen indicador de la duración de las flores (Kamiab *et al*., 2017). La aplicación de sulfato de aluminio ayudó a mantener el PFR en ambas variedades de lisianthus, debido a su acción genérica como germicida, en tanto que el cloruro de níquel y el nitrato de calcio parecen tener actividades más específicas, pues favorecieron un mayor PFR sólo en los cultivares ABC Blue Rim y Mariachi Carmine, respectivamente. En cualquiera de estos casos, la mayor duración de las flores está asociada con valores de PFR más altos.

En cuanto a la respiración, la velocidad inicial promedio de las flores ABC Blue Rim en todos los tratamientos fue de 109 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1}, pero después de 3 días disminuyó significativamente a 21-33 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1} en las flores tratadas con cloruro de cobalto, nitrato de calcio y sulfato de aluminio y a sólo 58-67 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1} en las control y en las tratadas con cloruro de níquel y ácido bórico (Figura 3 A). Posteriormente, la respiración se incrementó significativamente en las flores de estos tres últimos tratamientos, con máximos de entre 121 y 244 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1} a los 9 días, en tanto que en las flores tratadas con nitrato de calcio, sulfato de aluminio y cloruro de cobalto también se incrementó la respiración, pero el máximo fue significativamente menor, de sólo 64-79 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1} (Figura 3 A).

En las flores Mariachi Carmine la respiración al tercer día de evaluación fluctuó entre 11 y 20 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1} (Figura 3 B). Posteriormente, de manera similar a lo ocurrido en el cultivar ABC Blue Rim, la respiración de las flores control y de las tratadas con cloruro de níquel y ácido bórico se incrementó constantemente hasta alcanzar un máximo de 51-52 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1} a los 11 días. Finalmente, en las flores tratadas con nitrato de calcio y sulfato de aluminio, el máximo también ocurrió a los 11 días, pero los valores fueron significativamente ($P \leq 0.05$) menores (21 y 26 mL CO_2 kg^{-1} h^{-1}; Figura 3 B).

Los datos anteriores indican que el sulfato de aluminio y el nitrato de calcio redujeron la velocidad de respiración en las flores de los dos cultivares. La respiración, al igual que el PFR, es un buen indicador de la vida útil de las flores, pero en este caso una velocidad alta ocasiona una rápida disminución de la calidad y vida poscosecha del producto, debido a que los sustratos disponibles para generar energía se consumen más rápidamente (Saltveit, 2016). El efecto reportado para el sulfato de aluminio en el incremento de la vida poscosecha de flores de corte se debe parcialmente a su efecto como germicida y en mayor proporción como inhibidor de la transpiración (Damunupola y Joyce, 2008). El efecto del nitrato de calcio se atribuye al calcio que libera en la solución y que es absorbido por los tallos florales, retrasando el deterioro de las membranas y paredes celulares (Sairam *et al*., 2011); sin embargo, es necesario realizar más estudios para esclarecer el efecto o la participación de este catión en el proceso respiratorio.

En conclusión, la aplicación de sulfato de aluminio y nitrato de calcio mejoraron el consumo de agua y mantuvieron el peso fresco relativo de los tallos florales;

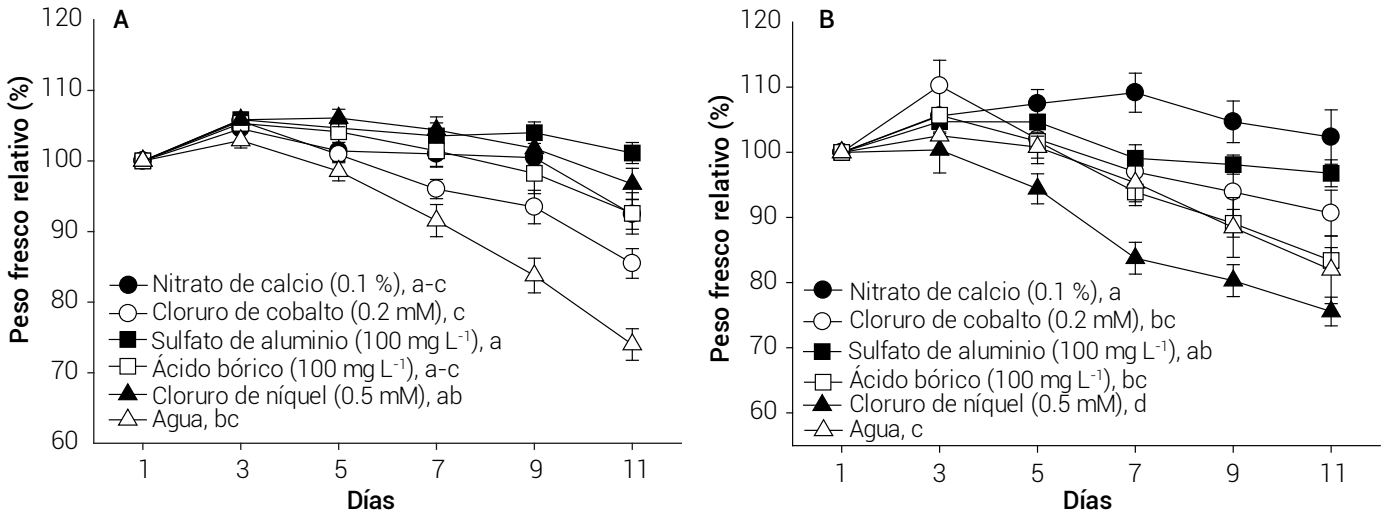


Figura 2. Peso fresco relativo de flores de lisianthus ABC Blue Rim (A) y Mariachi Carmine (B) tratadas con diferentes minerales. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$). Cada punto representa la media de ocho observaciones y su error estándar. DSH: 3.84 (A) y 5.63 (B).

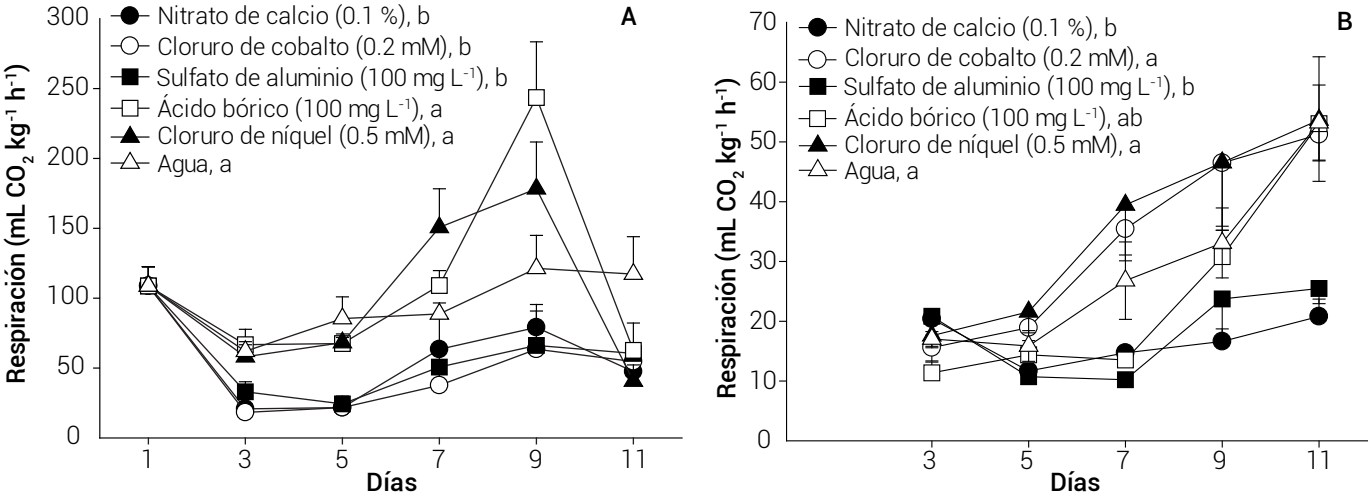


Figura 3. Velocidad de respiración de flores de lisianthus ABC Blue Rim (A) y Mariachi Carmine (B) tratadas con diferentes minerales. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, P ≤ 0.05). Cada punto representa la media de ocho observaciones y su error estándar. DSH: 36.44 (A) y 34.25 (B).

además, redujeron la tasa de respiración. Por lo tanto, estas sales pueden usarse en formulaciones para extender la vida en florero de lisianthus, contribuyendo así al desarrollo de nuevas técnicas de manejo para la conservación de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT, por el financiamiento para el desarrollo del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Alves C. M. L., J. G. Barbosa, P. G. Sá, F. L. Finger, J. A. S. Grossi, M. A. Muniz and P. R. Cecon (2015) Efficiency of preservative solutions on the postharvest life/longevity of lisianthus flowers 'ABC'. *Acta Horticulturae* 1060:275-280, https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1060.41

Arief M. Z. (2016) Postharvest Physiology and Handling of Cut Flowers. Scholars Press. Saarbrücken, Alemania. 108 p.

Castillo-González A. M., E. Avitia-García, L. A. Valdez-Aguilar and J. Velásquez-Maldonado (2017) Extracción nutrimental en lisianthus (*Eustoma grandiflora* [Ralf.] Shinn) cv. Mariachi Pink. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8:345-354, https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.55

Clark E. M. R., J. M. Dole, A. S. Carlson, E. P. Moody, I. F. McCall, F. L. Fanelli and W. C. Fonteno (2010) Vase life of new cut flower cultivars. *HortTechnology* 20:1016-1025, https://doi.org/10.21273/HORTSCI.20.6.1016

Chuang Y. C. and Y. C. A. Chang (2013) The role of soluble sugars in vase life solutions during the vase life of *Eustoma grandiflorum*. *HortScience* 48:222-226, https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.2.222

Damunupola J. W. and D. C. Joyce (2008) When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial? *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 7:211-228, https://doi.org/10.2503/jjshs1.77.211

de la Riva F., P. Mazuela, J. E. Álvaro and M. Urrestarazu (2009) Treatment with peracetic acid extends the base life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) flowers. *HortScience* 44:418-420, https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.2.418

Fernández-Pavía Y. L. y L. I. Trejo-Téllez (2018) Biología, importancia económica y principales líneas de investigación de lisianthus: una especie ornamental nativa de México. *Agroproductividad* 11:177-182, https://doi.org/10.32854/agrop.v11i8.1115

Halevy H. A. and S. Mayak (1981) Senescence and postharvest physiology of cut flowers-Part 2. *In*: Horticultural Reviews Vol. 3. J. Janick (ed.). AVI Publishing Company. Westport, Connecticut, USA. pp:59-143, https://doi.org/10.1002/9781118060766.ch3

Huang K. L. and W. S. Chen (2002) Bencil adenine and sucrose increase vase life of cut *Eustoma* flowers. *HortScience* 37:547-549, https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.3.547

Kamiab F., S. S. Fahreji and E. Z. Bahramabadi (2017) Antimicrobial and physiological effects of silver and silicon nanoparticles on vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflora* cv. Echo) flowers. *International Journal of Horticultural Science and Technology* 4:135-144, https://doi.org/10.22059/IJHST.2017.228657.180

Khuraijam J. S., S. C. Sharma and R. K. Roy (2017) Orchids: potential ornamental crops in North India. *International Journal of Horticultural & Crop Science and Research* 1:1-8.

Liao L. J., Y. H. Lin, K. L. Huang and W. S. Chen (2001) Vase life of *Eustoma grandiflorum* as affected by aluminum sulfate. *Botanical Bulletin – Academia Sinica Taipei* 42:35-38.

López-Guerrero A. G., A. M. Rodríguez-Hernández, O. Mounzer, T. Zenteno-Savín, F. Rivera-Cabrera, H. Izquierdo-Oviedo and L. A. A. Soriano-Melgar (2020) Effect of oligosaccharins on the base life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. 'Mariachi blue'. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 95:316-324, https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1674698

Mandujano-Piña M., M. T. Colinas-León, A. M. Castillo-González, I. Alía-Tejacal y L. A. Valdez-Aguilar (2012) Cobalto como retardante de la senescencia de Lilium híbrido oriental en postcosecha. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18:239-252, https://10.5154/r.rchsh.2010.09.034

Marschner P. (2012) Marschner´s Mineral Nutrition of Higher Plants. Elsevier-Academic Press. San Diego, California, USA. 651 p.

Pérez-Arias G. A., I. Alía-Tejacal, L. A. Valdez-Aguilar, M. T. Colinas-León, V. López-Martínez y M. J. Sainz-Aispuro (2014) La refrigeración en húmedo y seco afecta la vida poscosecha de flores de corte de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) 'ABC Blue Rim'. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5:1247-1260, https://doi.org/10.29312/remexca.v5i7.869

Saeedi R., N. Etemadi, A. Nikbakht, A. H. Khoshgoftarmanesh and M. R. Sabzalian (2015) Calcium chelated with aminoacids improves quality and postharvest life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*

cv. Ciderella lime). *HortScience* 50:1394-1398, https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.9.1394

Sairam R. K., B. Vasanthan and A. Arora (2011) Calcium regulates gladiolus flower senescence by influencing antioxidative enzymes activity. *Acta Physiologiae Plantarum* 33:1897-1904, https://doi.org/10.1007/s11738-011-0734-8

Saltveit M. E. (2016) Respiratory metabolism. *In*: Postharvest Ripening Physiology of Crops. S. Pareek (ed.). CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. pp:139-156.

Serrano M., A. Amorós, M. T. Pretel, M. C. Martínez-Madrid and F. Romojaro (2001) Preservative solutions containing boric acid delay senescence of carnation flowers. *Postharvest Biology and Technology* 23:133-142, https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00108-9

Shimizu-Yumoto H. and K. Ichimura (2010) Combination pulse treatment of 1-naphthalene acetic acid and aminoethoxyvinylglycine greatly improves postharvest life in cut *Eustoma* flowers. *Postharvest Biology and Technology* 56:104-107, https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.10.001

Soriano-Melgar L. A. A., A. G. López-Guerrero, G. Cortéz-Mazatán, E. Mendoza-Mendoza y R. D. Peralta-Rodríguez (2018) Nanopartículas de óxido de zinc y óxido de zinc/grafeno empleadas en soluciones florero durante la vida poscosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Agroproductividad* 11:137-144, https://doi.org/10.32854/agrop.v11i8.1109

Souri M. K., S. Goodarzadeh, M. Ahmadi and N. Hatamian (2018) Characteristics of postharvest quality of chrysanthemum cut flowers under pretreatment with nitrogenous compounds. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 17:83-90, https://doi.org/10.24326/asphc.2018.3.8

Trejo-Téllez L. I., F. C. Gómez-Merino, V. Gómez-Pérez y F. A. Castro-García (2014) Cobalto en poscosecha de varas florales de gladiola (*Gladiolus grandiflorus* Hort.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Pub. Esp. Núm. 9:1575-1587, https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1049

Van Doorn G. W. (2012) Water relations of cut flowers. An update. *In:* Horticultural Reviews Vol. 48. J. Janick (ed). Wiley-Blackwell. Hoboken, New Jersey pp:55-106.