

El aluminio afecta la vida de florero de *Heliconia psittacorum*

JÁCOME-CHACÓN, María de los Ángeles, GÓMEZ-MERINO, Fernando C. y TREJO-TÉLLEZ, Libia I.

M. Jacome´, J. Gómez´´ y L. Trejo´´

´ Campus Córdoba. Colegio de Postgraduados. Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Amatlán de los Reyes, Veracruz. C. P. 94946. México

´´ Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5 Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. México
jacome.angeles@colpos.mx

E. Figueroa, L. Godínez, F. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología y Agronomía. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2015.

Abstract

In this research the effect of two concentrations of aluminum (0.3 and 0.6 mM) was evaluated parameters postharvest flower stalks of *Heliconia psittacorum* Lf cv. Andromeda. Aluminum was added from $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, and the control treatment consisted in applying distilled water. The experimental unit was a plastic container with 10 flowering stems and three repetitions per treatment, completely randomly distributed. For six days and at intervals of two days, the water absorption by the flower stems and the change in weight thereof was evaluated. The less water in the three samplings stems occurred in the control treatment; and therefore also accumulated less water. So in the witness, most weight loss was observed flowering stems. By contrast, the flower stems treated with Al, had an increased water consumption and less fresh weight loss. After two days in vase (def) an increase in the weight of the flower stalks only with the addition of 0.6 mM AlCl_3 it was observed. The results obtained indicate that aluminum has positive effects on postharvest quality of inflorescences *H. psittacorum*.

9 Introducción

Las heliconias son especies neotropicales que pertenecen a la familia Heliconiaceae, dentro del orden de los Zingiberales. El 98% de ellas se distribuye en Centro, Sudamérica y el Caribe, mientras que el resto se ubican en islas del Pacífico Sur (Berry y Kress, 1991).

En México existen 16 especies endémicas de heliconia (Gutiérrez-Báez, 2000), mismas que se distribuyen en el trópico húmedo, en los estados de Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Campeche y Tabasco; y en menor proporción en los estados de Guerrero, Michoacán, San Luis Potosí, Nayarit y Jalisco (Baltazar-Bernal *et al.*, 2011).

El estado de Veracruz ocupa el primer lugar a nivel nacional por número de especies de este género, las cuales incluyen *Heliconia adflexa* (Griggs) Standl., *H. bourgaeana* Petersen, *H. collisiana* Griggs, *H. latispatha* Bentham, *H. librata* Griggs, *H. schiedeana* Klotzsch, *H. spissa* Griggs, *H. uxpanapensis* y *H. wagneriana* Petersen (Gutiérrez-Báez, 2000).

Las heliconias tienen inflorescencia terminal con brácteas grandes, dísticas o aquilladas en forma de barco y usualmente bien separadas; cada bráctea sostiene y encierra casi completamente un monocasio compacto de pocas flores. La estructura exótica y el colorido de las brácteas de estas inflorescencias constituyen el principal atractivo ornamental de las heliconias, ya que las verdaderas flores y brácteas florales (blancas, verdes o pálidas) sólo a veces contribuyen a su valor estético, pero la mayoría son poco vistosas (Jerez, 2007).

En particular, *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda es considerada como uno de los genotipos con mayor potencial ornamental por su belleza, además de que produce inflorescencias todo el año (Baltazar-Bernal y Figueroa, 2009), lo que ha permitido su amplia utilización con el fin de proyectar una imagen innovadora (Orozco *et al.*, 2005).

Basados en distintos tipo de corte, en esta especie se reportan variaciones en la duración de vida de florero: 1) inflorescencia sin brácteas abiertas, 11 días en vida de florero; 2) inflorescencia con una o dos brácteas abiertas, nueve días; y 3) inflorescencia con dos brácteas mucho más abiertas dura ocho días (Baltazar-Bernal *et al.*, 2011).

En el mercado de las heliconias, para que el producto tenga aceptación, debe tener la mayor calidad posible, lo cual facilitará que las heliconias compitan con las flores tradicionales y se posicionen como las flores de corte preferidas por los floristas, gracias a su larga duración de vida de florero, su belleza y su calidad (Baltazar-Bernal *et al.*, 2011).

En inflorescencias de *H. latisphata* (Benth.) se evaluó el efecto de la aspersión del regulador de crecimiento benziladenina en concentraciones de 0, 100, 200 y 300 mg L⁻¹, en dos estados de desarrollo, y se encontró que la benziladenina incrementa la longevidad en comparación con las inflorescencias control, además de que hubo una correlación positiva entre la concentración de la benziladenina y la duración de la vida de florero (de Moraes *et al.*, 2005).

En *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch, Bahudali *et al.* (2014) evaluaron los efectos de soluciones de florero (citrato de 8-hidroxiquinolina, sacarosa, cloruro de calcio, ácido α -lipoico, benzoato de sodio, espermina, ácido cítrico y surfactante comercial), en la calidad poscosecha y vida de las inflorescencias. Concluyeron que la combinación de ácido α -lipoico, citrato de 8-hidroxiquinolina y sacarosa en concentraciones de 100 mg L⁻¹, 250 mg L⁻¹ y 3%, respectivamente; así como la combinación de espermina, citrato de 8-hidroxiquinolina y sacarosa a concentraciones de 100 mg L⁻¹, 250 mg L⁻¹ y 3%, incrementan de manera efectiva la absorción de agua y mantienen en consecuencia el peso en fresco de la inflorescencia y la concentración de pigmentos (carotenos) en brácteas.

Respecto a estudios sobre elementos benéficos como el aluminio (Al) en la biología de las plantas, desde la década de 1990, diversos investigadores han demostrado el efecto de este elemento en la estimulación del crecimiento en especies no hiperacumuladoras. Por ejemplo, en *Brassica rapa* L. subsp. *campestris* A. R. Clapham, Kinraide y Parker (1990) encontraron que la longitud de raíz se incrementó al aumentar los niveles de aluminio hasta 1.2 μ M en la solución nutritiva a un pH de 4.3. De manera similar, la aplicación de hasta 150 μ M de Al estimuló el crecimiento de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* Franco (Keltjens, 1990). En soya (*Glycine max* Merr.), la aplicación de hasta 10 μ M de Al incrementó la elongación de raíz y la absorción de N (Rufty *et al.*, 1995; Lazof y Holland, 1999). A partir de estos y otros hallazgos, Miysaka *et al.* (2006) postularon que la aplicación de Al a bajas concentraciones mejora la respuesta de las plantas al reducir los efectos tóxicos de iones como H⁺, estimular el transporte de nutrimentos y estabilizar la pared celular y las membranas en eventos de estrés.

Dado que el aluminio resulta tóxico para algunos microorganismos patógenos, su aplicación en plantas puede reducir la susceptibilidad a enfermedades. Por ejemplo, la germinación de esporas y el crecimiento de *Thielaviopsis basicola* Ferraris se inhibe al aplicar 350 μ M de Al a un pH de 5 (Meyer *et al.*, 1994). Lo mismo sucede con *Phytophthora infestans*, al aplicar 185 μ M de Al (Andrivon, 1994), lo que ha permitido postular su uso en el control de enfermedades en plantas.

Las investigaciones poscosecha en especies ornamentales tropicales son escasas y a la fecha, no se reportan estudios de metales en soluciones de florero en la especie *Heliconia psittacorum*, mismos que han mostrado ser efectivos en el incremento en la calidad poscosecha de otras especies ornamentales. En el contexto anterior, este estudio tiene como objetivo evaluar los efectos que la adición de aluminio en la solución de florero sobre algunos parámetros importantes poscosecha de la especie *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

9.1 Materiales y métodos

Se utilizaron tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda de entre 70 y 80 cm, obtenidos de las plantaciones de esta especie en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados, ubicado a 650 m de altitud, 18° 50' latitud norte 96° 51' longitud oeste, 18.4 °C de temperatura media anual y 78% de HR.

La especie *Heliconia psittacorum* es una herbácea erecta, rizomatosa perenne, con una altura que oscila de 0.5 a 1.5 m; posee hojas con pecíolo de 11 a 32 cm de largo. El color de su inflorescencia es roja-naranja, con flores anaranjadas, rojas o amarillas y ápices verde oscuro. Los frutos son drupas que alcanzan el color azul oscuro en su madurez, y poseen de 1 a 3 semillas (Kress *et al.*, 1999).

Los tallos fueron trasladados al Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados para la realización de la investigación bajo condiciones de laboratorio.

Figura 9 Vista de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda al ser trasladados de campo al laboratorio (a) y tratados con distintas concentraciones de aluminio en florero, bajo condiciones de laboratorio (b)

(a)



(b)



Previo a la colocación de los tallos florales en los tratamientos asignados, se midió la longitud y el peso de éstos.

Como soluciones de florero, se evaluaron dos concentraciones de Al: 0.3 y 0.6 mM, suministrado a partir de $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ grado reactivo (Marca Fermont). Las soluciones fueron formuladas utilizando agua destilada. Como tratamiento testigo se utilizó agua destilada.

En el periodo de conducción del experimento, las temperaturas medias durante el día y la noche fueron de 26.5 y 25.8 °C, respectivamente; las humedades relativas fueron de 31.9 y 37.5%, diurnas y nocturnas, respectivamente. La intensidad luminosa promedio fue de 21 lumens en el día y de 2 lumens por la noche.

Cada una de las soluciones en evaluación tuvo tres repeticiones, mismas que fueron distribuidas en el laboratorio en un arreglo completamente al azar. La unidad experimental consistió en un contenedor de plástico de 2.6 L de capacidad conteniendo 10 tallos florales.

Durante la vida de florero se realizaron tres evaluaciones (2, 4 y 6 días en florero, def) de peso de tallo y consumo de agua. Después de seis def, los tallos florales fueron fraccionados en tallo, hojas e inflorescencia y secados en una estufa de aire forzado (Riossa, HCF-125D, México), a una temperatura de 70 °C durante 72 h, para la obtención de los pesos de biomásas secas.

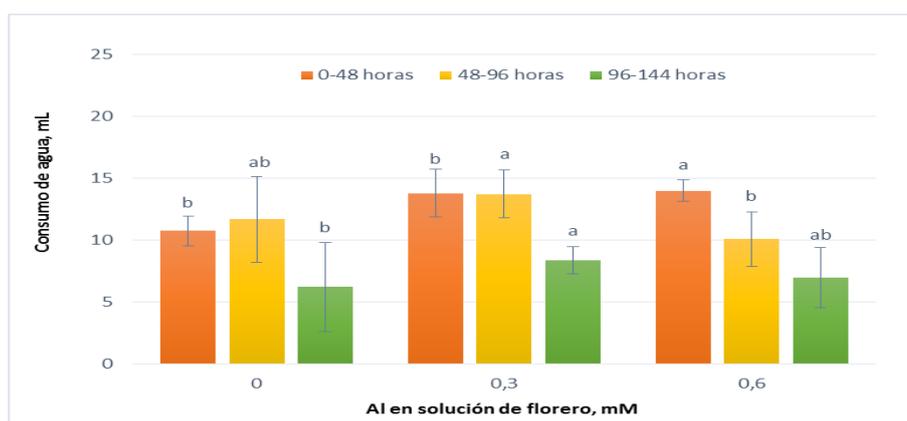
Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, para lo que se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias usando Tukey ($\alpha=0.05$), empleando el software SAS.

9.2 Resultados

En la Figura 9.1 se presentan los volúmenes consumidos por tallo floral durante seis días de evaluación. De manera general, en los tres tratamientos evaluados se observa un decremento en los volúmenes de absorción a medida que transcurre el tiempo en florero.

Después de 48 h en florero, los tallos del tratamiento testigo absorbieron volúmenes de agua significativamente menores a los registrados con los tratamientos con aluminio. Destaca que el volumen promedio registrado en el tratamiento consistente en la adición de 0.6 mM, es superior en 30.43% al registrado en el tratamiento testigo.

Figura 9.1 Consumo de agua en florero en intervalos de 24 h durante seis días, de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, 0.05)

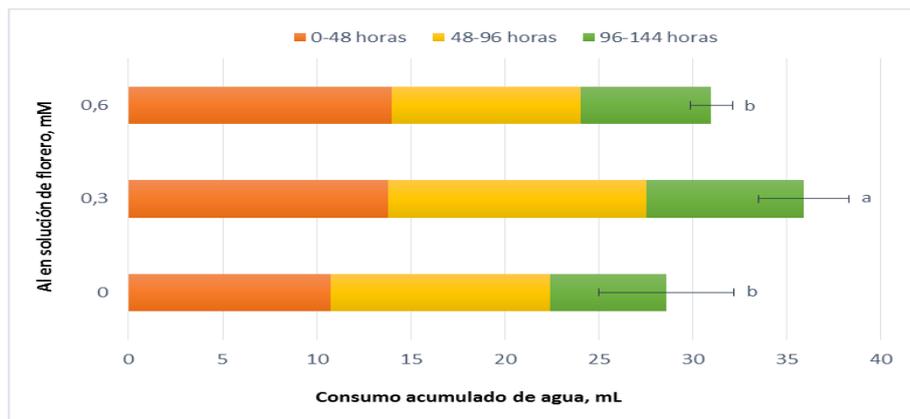


En el segundo muestreo realizado, correspondiente al intervalo de 48 a 96 h, el mayor consumo de agua se registró en tallos florales tratados con 0.3 mM de Al, aunque este valor fue estadísticamente similar al registrado en el tratamiento testigo. La menor absorción se tuvo en el tratamiento con la dosis más alta de Al evaluada

En el intervalo de 96 a 144 h, se mantiene la tendencia del mayor consumo con la adición de 0.3 mM, pero ésta es estadísticamente diferente solo al consumo presentado en el testigo.

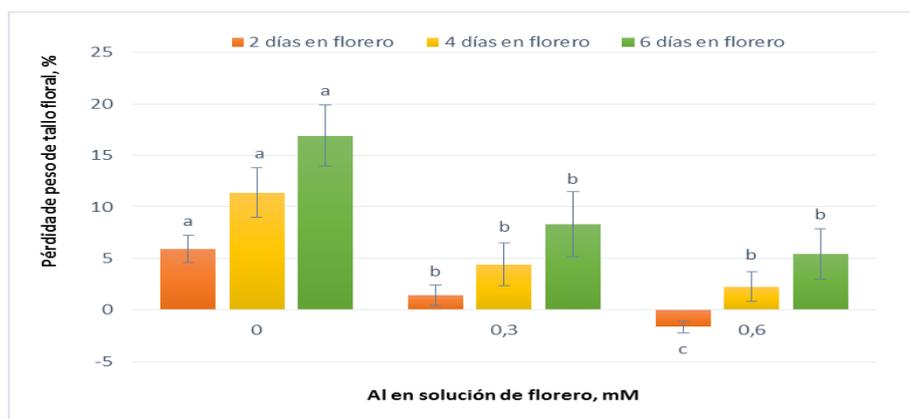
Al analizar los consumos acumulados de agua en los seis días de evaluación, destaca el tratamiento consistente en la adición de 0.3 mM, con valores de 35.9 mL, el cual es estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Este tratamiento supera en 25.52 y 15.81%, a los volúmenes registrados en el tratamiento testigo y en el tratamiento con 0.6 mM, respectivamente (Figura 9.2).

Figura 9.2 Consumo de agua en florero durante seis días de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, 0.05)



Los tallos florales mostraron pérdidas relativas de peso estadísticamente diferentes durante los seis días que permanecieron en florero (Figura 9.3).

Figura 9.3 Pérdida relativa de peso de tallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, durante seis días en florero al ser tratados postcosecha con distintas concentraciones de Al. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, 0.05)



Después de dos días en florero, se observa la formación de tres grupos estadísticos, en los cuales es evidente la relación negativa entre la concentración de Al y el porcentaje de pérdida de peso de los tallos; es decir, a medida que aumentó la concentración de Al en la solución, los tallos perdieron menor peso; incluso en la concentración más alta de Al evaluada (0.6 mM), no se registró pérdida de peso, por el contrario, ganancia en peso de tallos en un porcentaje aproximado de 1.66.

En las evaluaciones realizadas después de cuatro y seis días de tratamiento, se advierte la formación de dos grupos estadísticos; el primero representado por el tratamiento con ausencia de Al; el segundo formado por ambas concentraciones de Al.

La tendencia observada en el primer muestreo se mantiene en los muestreos subsecuentes. Así, 4 def, en el tratamiento testigo los tallos florales registraron una pérdida de peso relativo al inicial, de 11.36%. Por el contrario, con la adición de 0.6 mM de Al en el medio, la pérdida de peso relativa al peso inicial fue de solo 2.25%.

A los 6 def se registró la mayor pérdida de peso de los tallos florales de esta investigación en los tres tratamientos evaluados. En el testigo la pérdidas de peso, respecto al inicial fue de 16.91%; mientras que en los tratamientos con 0.3 y 0.6 mM, las pérdidas fueron de 8.32 y 5.41%, respectivamente.

La interrupción en el consumo de agua en flores de corte es principalmente debida a la proliferación de microorganismos en la solución del florero y a la oclusión que causan en el extremo basal del tallo de la flor de corte (He *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2009). El bloqueo del tallo puede ser resultado de la presencia de las bacterias *per se*, y por la presencia de polisacáridos extracelulares y de productos de degradación celular (Bleeksma y van Doorn, 2003). Así también, las bacterias tienen capacidad para producir etileno y con ello acelerar la senescencia (Williamson *et al.*, 2002).

En este sentido, se ha reportado que el aluminio puede funcionar como agente biocida al ser suministrado en la solución de florero en algunas especies ornamentales. En rosa cv. Cherry Brandy, el empleo de sulfato de aluminio controló la proliferación microbiana en los cuatro primeros días en florero y aumentó significativamente la vida de florero y la calidad visual postcosecha al incrementar la retención de la frescura en los tallos, incluso al final de la vida de florero, reflejado en el mantenimiento del peso del tallo floral. Paradójicamente, el sulfato de aluminio redujo en la mayoría de las etapas de la vida de florero la absorción de agua (Mahdi *et al.*, 2012).

De manera similar en *Polianthes tuberosa* cv. Single, la adición de sulfato de amonio a una concentración de 100 mg L⁻¹ incrementó significativamente la vida de florero, el peso fresco, la absorción de solución y los contenidos de proteínas y carotenoides (Mohammadi *et al.*, 2012).

En general, Pilon-Smith *et al.* (2009) sostienen que los efectos benéficos del Al a bajas concentraciones se relacionan directamente con la estimulación de mecanismos antioxidantes y de absorción de P, así como la inhibición de efectos tóxicos por Fe. Así, el aluminio puede servir como un detonante de procesos metabólicos de defensa contra herbívoros y que estimulan el crecimiento en plantas.

9.3 Conclusiones

La adición de Al a la solución de florero para tallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda tiene efectos positivos. En particular, la concentración de 0.3 mM de Al incrementó significativamente el consumo de agua acumulado durante seis días y con la concentración de 0.6 mM de Al se registraron los menores porcentajes de pérdida relativa de peso en tallos florales.

9.4 Referencias

- Andrison, D. Inhibition by aluminum of mycelia growth and sporangial production and germination in *Phytophthora infestans*. *European Journal of Plant Pathology*, 101, 1995, 517-533.
- Bahudali, D. M., Singh, A., Jha, S., & Chawla, S. L. Postharvest physiology and quality of heliconia inflorescence cv. Golden Torch as influenced by antioxidants. *Indian Journal of Horticulture*, 71 (2), 2014, 232-236.
- Baltazar-Bernal, O., & Figueroa, R. K. A. Flores que atrapan tu mirada. Ed. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 2009. 80 pp.
- Baltazar-Bernal, O., Zavala, J., & Hernández, S. Producción Comercial de Heliconias. Ed. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 2011. 66 pp.
- Berry, F. & Kress, W. J. (1991). Heliconia: An identification guide. Smithsonian Institution. Washington, D. C., USA.
- Bleeksma, H. C., & van Doorn, W. G. (2003). Embolism in rose stems as a result of vascular occlusion by bacteria. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 335-341.
- De Moraes, P. J., Finger, F. L., Barbosa, J. G., Cecon, P. R., & Cesa, L. P. (2005). Influence of benzyladenine on longevity of *Heliconia latispatha* Benth. *Acta Horticulturae*, 683, 369-373.
- Gutiérrez-Báez, C. (2000). Heliconiaceae. Ed. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México. *Flora de Veracruz*, 118, 1-30.
- He, S., Joyce, D. C., Irving, D. E., & Faragher, J., D. (2006) Competition for water between inflorescences and leaves in cut flowering stems of *Grevillea* 'Crimson Yul-lo'. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 81, 891-897.
- Jerez, E. (2007). El cultivo de las heliconias. *Cultivos Tropicales*, 28, 29-35.
- Keltjens, W. G. (1990). Effect of aluminum on growth and nutrient status of Douglas-fir seedlings grown in culture solutions. *Tree Physiology*, 6, 165-175.
- Kinraide, T. B., & Parker, D. R. (1990). Apparent phytotoxicity of mononuclear hydroxyl-aluminum to four dicotyledoneous species. *Physiologiae Plantarum*, 79, 283-288.
- Kress, W. J., Betancur, J., Roesel, C. S., & Echeverry, B. (1999). Heliconias: Llamadas de la selva colombiana. Bogotá, Colombia.
- Lazof, D. B., & Holland, M. J. (1999). Evaluation of the aluminium-induced root growth inhibition in isolation from low pH effects in *Glycine max*, *Pisum sativum* and *Phaseolus vulgaris*. *Australian Journal of Plant Physiology*, 26, 147-157.
- Liu, J., He, S., Zhang, Z., Cao, J., Lv, P., He, S., Cheng, G., & Joyce, D. C. (2009). Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 54, 59-62.

- Mahdi, J. M., Kafi, M., Khalighi, A., & Hasanzadeh, N. (2012). Evaluation of aluminum sulfate as base solution biocide on postharvest microbial and physiological properties of “Cherry Brandy” rose. *Annals of Biological Research*, 3, 1132-1144.
- Meyer, J. R., Shew H. D., & Harrison U. J. (1994). Inhibition of germination and growth of *Thielaviopsis basicola* by aluminum. *Phytopathology*, 84, 598-604.
- Miyasaka, S. C., Hue, N. V., & Dunn, M. 2006. Aluminum. p. 439-497. *In*: A. Barker & D. Pilbeam (eds.) Handbook of plant nutrition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Mohammadi, M., Hashemabadi, D., & Kaviani, B. (2012). Improvement of base life of cut tuberose (*Polianthes tuberosa* cv.”Single”) with aluminum sulfate. *Annals of Biological Research*, 3, 5457-5461.
- Orozco, L. A., & Chavarro, B. D. A. (2005). De la investigación al mercado: Un acercamiento a la medición del impacto de las heliconias colombianas. *Estudios Gerenciales*, 21, 107-126.
- Pilon-Smits, E. A. H, Quinn C. F., Tapken W., Malagoli M., & Schiavon M. (2009). Physiological functions of beneficial elements. *Current Opinion in Plant Biology*, 12, 267-274.
- Rufty, T. W., MacKown, D. T., Lazof, D. B., & Carter, T. E. (1995). Effect of aluminium on nitrate uptake and assimilation. *Plant Cell & Environment*, 18, 1325-1331.
- Williamson, V. G., Faragher, J. D., Parsons, S., & Franz, P. (2002). Inhibiting the Postharvest Wound Response in Wildflowers. Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), Publication No. 02/114.