

Calcio y cobalto en soluciones preservantes durante la vida postcosecha de tallos de Lily: cambios en las variables ornamentales

Mandujano Piña Manuel^{1*}, Colinas León Ma. Teresa², Trujillo Hernández Antonia¹, Arriaga Frías Alberto¹, De la Cruz Guzmán Gumercindo H.¹, Bautista Bañuelos Cecilio²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Laboratorio de Ecofisiología Vegetal (Lab. 9) UMF. Av. De los Barrios No. 1, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, C.P. 05490, México.

²Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco Chapingo, Estado de México, C.P. 56230 México.

*Autor para correspondencia: manuelm@unam.mx

Recibido:

18/junio/2021

Aceptado:

23/octubre/2021

Palabras clave:

Star Gazer,
Star Fighter,
Vida postcosecha

Keywords:

Star Gazer,
Star Fighter,
Postharvest Life

RESUMEN

Dentro de los productos hortícolas, las flores de corte son de los más perecederos, por lo que durante su vida postcosecha se utilizan soluciones preservantes para mejorar su estado ornamental, las incluyen azúcar, un acidificante, un antiséptico y retardadores del metabolismo. En este trabajo se adicionaron cobalto y calcio en soluciones preservantes y se evaluaron las variables de consumo de solución, cambios de peso durante la vida postcosecha y vida de florero en tallos de Lily "Star Gazer" y "Star Fighter". El cobalto actúa como antiséptico, mientras que el calcio permite dar estabilidad a la membrana celular. Se estableció un diseño factorial completamente al azar. Los resultados óptimos se observaron en el tratamiento de 0.5 mM de calcio, adicionado con 0.1 mM de Cobalto. Lo cual permitió establecer que la presencia de cobalto y calcio favoreció el retraso de los síntomas de la senescencia en tallos de *Lilium*

ABSTRACT

Among horticultural products, cut flowers are among the most perishable, so during their postharvest life preservative solutions are used to improve their ornamental state, including sugar, an acidifier, an antiseptic and metabolism retarder. In this work, cobalt and calcium were added in preservative solutions and the variables of solution consumption, weight changes during postharvest life and vase life in stems of Lily "Star Gazer" and "Star Fighter" were evaluated. Cobalt acts as an antiseptic, while calcium provides stability to the cell membrane. A completely random factorial design was established. The optimal results were observed in the treatment of 0.5 mM of calcium, added with 0.1 mM of Cobalt. This allowed establishing that the presence of cobalt and calcium favored the delay of the symptoms of senescence in *Lilium* stems.

Introducción

La distribución de cobalto en las plantas es completamente especie-dependiente. La captación se controla por mecanismos diferentes en las especies. En las plantas superiores, la absorción de Co^{2+} por las raíces involucra el transporte activo. Transporte a través de las células corticales que opera por difusión pasiva y el proceso activo. En la xilema, el cobalto es transportado principalmente por el flujo transpiratorio. La movilidad más baja de Co^{2+} en las plantas se da en su transporte a las hojas desde los tallos. El cobalto tiene dos sitios de acción en la respiración mitocondrial y desde aquí induce las concentraciones de α -cetoglutarato y succinato (Talukder y Sharma, 2007; Palit y Sharma, 1994; Taiz y Zeiger, 1998).

En plantas, la concentración de este elemento es del orden de 0.01 a $0.4 \mu\text{g Co g}^{-1}$ de peso seco, este elemento se asocia fácilmente con Cu^{2+} , Fe^{III} Mn^{IV} (Mengel y Kirkby, 2001). Sin embargo, en plantas de *astrágalus* (*Astragalus spp.* L.) se pueden acumular de 3 a 100 mg por kilogramo de peso seco de la planta. El cobalto se encuentra en altas concentraciones en el estilo y estigma de *Lilium longifolium* Thunb. (Talukder, y Sharma, 2007).

El efecto tóxico de cobalto en la morfología incluye caída de las hojas, inhibición de reverdecimiento, venas decoloradas, y una disminución del peso fresco. La interacción de cobalto con otros metales depende principalmente de la concentración. Por ejemplo, los niveles altos de Co^{2+} inducen deficiencia férrica en las plantas y suprimen captación de Cd por las raíces. También actúa sinérgicamente con Zn, Cr, y Si (Talukder y Sharma, 2007; Palit y Sharma, 1994; Trejo-Téllez *et al.*, 2007).

Las cantidades grandes de calcio en suelo pueden compensar los efectos tóxicos de metales pesados (Talukder y Sharma, 2007; Palit y Sharma, 1994).

Una vez que el calcio es incorporado en el tejido vegetal, se inmoviliza rápidamente, por lo que es necesario un suministro constante para el crecimiento continuo de frutos o el desarrollo de flores. (Papadopoulos, 2000; Schimitz *et al.*, 2002).

Los niveles normales de calcio en el tejido (hojas recientemente desarrolladas) varían de 1.2-4 %, pero en hojas viejas puede llegar hasta 7 %. Concentraciones menores a 1 % son sub-óptimas y menores a 0.8 indican deficiencia aguda. Sin embargo, la concentración de calcio en las hojas no es buen indicador, ya que prácticamente no hay translocación de hoja a fruto. (Papadopoulos, 2000).

Los factores ambientales que más influyen sobre la incidencia de la deficiencia de calcio son altas temperaturas durante los días soleados, vientos secos y cálidos, alta humedad relativa, baja temperatura en el medio de crecimiento (Papadopoulos, 2000) y altos niveles de otros cationes como potasio, magnesio, sodio y amonio, los cuales tienen un efecto antagónico en la absorción de calcio (Papadopoulos, 2000; Marschner, 2003).

Siendo el calcio un elemento relativamente inmóvil, sigue el flujo de transpiración del agua, por lo tanto, no se mueve rápidamente a los órganos con bajas tasas de transpiración, tales como flores, frutos, brotes cubiertos y hojas en rápida expansión. Esto significa que los desórdenes por falta de calcio tienden a ocurrir en órganos que transpiran poco y en las puntas de las hojas (Papadopoulos, 2000).

No obstante, los resultados obtenidos en estos estudios, se hace necesaria la búsqueda de información experimental para los tallos florales de *Lilium*, Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del calcio y cobalto en soluciones preservantes sobre el consumo de solución, los cambios de peso, vida de florero y transpiración durante la vida postcosecha en cultivares Star Gazer y Star Fighter de Lilies.

Metodología

Se utilizaron tallos de Lilies cvs. Star Gazer y Star Fighter en estado de botón, las cuales se adquirieron en invernaderos de San Diego, Texcoco, Estado de México, se transportaron en seco al laboratorio donde se hidrataron durante 4h. Se uniformizó la longitud de los tallos a 80 cm; se realizó un corte tangencial. Se podó el follaje inferior para librar el largo de la probeta de 250 mL.

Soluciones preservantes y diseño experimental

El presente trabajo se realizó bajo un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2×4 , donde se tomó como primer factor al cultivar con dos niveles (Star Gazer y Star Fighter) y el segundo factor fue concentraciones de calcio y cobalto con cuatro niveles (0.0/0.0, 0.5/0.1, 1.0/0.1, 2.0/0.1 mM de Ca/Co respectivamente) y 10 repeticiones en cada tratamiento. Todas las soluciones de los tratamientos se prepararon con sacarosa al 4 % y ajustadas a un valor de pH de 3.5 con ácido cítrico. Se tomó como unidad experimental un tallo de Lily en una probeta de 250 mL con un volumen de solución de 170 mL. Los tratamientos fueron expuestos a fotoperiodos de 12/12 (luz/obscuridad) con una radiación de $0.30 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Variables evaluadas

El consumo de agua se evaluó diariamente por diferencia de volumen en la solución de cada probeta, se sacó la flor, se tomó la lectura y se devolvió a la solución. El cambio de peso fresco se obtuvo diariamente durante el experimento con una balanza digital (0.1g de precisión). La longevidad floral, fue evaluada mediante una escala hedónica asignándole el 0 al estado de botón, 1 al estado ornamental óptimo, y 2 a la aparición de bordes marchitos o deshidratados en los pétalos, evaluando sobre todo el número de días que se presentó el estado 1. La transpiración, fue medida durante la vida postcosecha

de los tallos de ambos cultivares y siempre en las mismas hojas, con un porómetro marca LI-COR 1600

El análisis de los datos para cada variable de respuesta, se realizó mediante un análisis de varianza con un $\alpha = 0.05$, se utilizó el paquete estadístico SAS®. Para definir diferencias entre tratamientos se consideró la prueba de Tukey con el mismo nivel de significancia.

Resultados y discusión

Consumo de solución preservante

El desequilibrio en los contenidos de agua en la flor cortada es determinante para la longevidad en postcosecha. Los síntomas más comunes de desequilibrio en el estatus de agua son el marchitamiento, apertura incompleta de la flor entre otras (Halevy y Mayak, 1981). Por lo que el uso de soluciones preservantes que mantengan el estado hídrico óptimo en la vida postcosecha de flores son necesarias. En este trabajo se utilizaron soluciones que contenían calcio y cobalto como elementos que favorecieron la hidratación de los cultivares Star Fighter y Star Gazer de *Lilium*, los cuales mostraron un comportamiento diferente en cuanto al consumo acumulado de solución preservadora (figura 1). Mientras que el cv. Star Fighter no presentó diferencias estadísticas en consumo de solución por día, aún en los tratamientos que incluyeron al calcio y cobalto. En el cv. Star Gazer se apreciaron diferencias estadísticas a partir del día cinco, identificando los consumos del tratamiento testigo con los valores bajos en relación a los tratamientos que incluyeron calcio y cobalto. El análisis estadístico mostró diferencias en el tratamiento que incluyó al calcio en concentraciones de 2.0 mM y cobalto en 0.1 mM como el más eficiente con relación al testigo del cv. Star Gazer. sin embargo, no fue este tratamiento el mejor en promover la longevidad de la flor.

El mantenimiento del equilibrio óptimo de agua es un objetivo fundamental de manejo de la flor cortada. La vida de florero de *Lilium* es a menudo corta, sobre todo cuando la flor cortada se marchita. Se considera que tales síntomas pueden ser causados por oclusión vascular que inhibe el suministro de agua a la flor en las fases de apertura. La presencia de oclusión vascular puede ser causada por varios factores entre los que se consideran el crecimiento bacteriano y la embolia aérea (Van Doorn, 1997) para superar este problema se propone la inclusión de algún agente antimicrobiano en las soluciones (Van Doorn, 1997; Paulin 1997), en este trabajo esta función pudo ser cubierta por el cobalto, ya que como lo reporta Reddy (1988) ejerce una acción antimicrobiana sobre *Rosa hybrida*. La proporción de captación de agua de una flor cortada depende de la conductancia hidráulica en el tallo (Van Meeteren y Van Gelder, 1999).

En ambos cultivares se observó un incremento de consumo en el tratamiento que incluyeron al cobalto y al calcio. Lo anterior es referido por Van Ieperen y Van Gelder (2006) quien ha observado que el uso de calcio en las soluciones de florero incrementa el flujo hídrico en los tallos de flores de corte, estableciendo un efecto del calcio, que al estar involucrado con las pectinas de las paredes celulares del xilema, induce una retracción de éstas y por tanto un incremento de los diámetros de los haces vasculares, y un mayor flujo de solución, lo cual puede reflejarse en una mayor hidratación de las flores de corte durante la vida de florero.

Para mejorar la calidad de las flores cortadas se han realizado investigaciones sobre el flujo hídrico, como la reportada por Reddy en 1988 y más recientemente Van Ieperen y Van Gelder, 2006, que consideran al bloqueo del xilema como la mayor causa de déficit hídrico y marchitamiento de flor de corte afectando su vida postcosecha, lo que permite sugerir que la presencia simultánea de cobalto 0.1 mM y calcio 0.5 mM favorecen el flujo de solución a través del xilema, un 9% más para Star Fighter y hasta un 46 % para Star Gazer en relación al testigo. Van Ieperen *et al.* (2000) reportaron que las presencias de iones en las soluciones generan un incremento entre 7 y 8% en la conductancia hidráulica con respecto al agua desionizada. Adicionalmente, también afecta el grado de ionización provocando una conductancia hidráulica mayor cuando se utilizan cationes divalentes como Mg^{2+} Ca^{2+} en comparación con monovalentes (K^+ y Na^+). La razón dada es que los cationes divalentes se asocian y neutralizan las cargas negativas de las pectinas, las cuales son el componente más abundante de la pared celular de los conductos xilemáticos disminuyendo así, la resistencia al flujo.

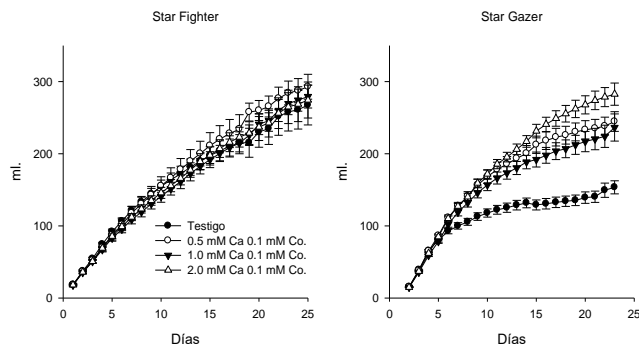


Figura 1. Consumo promedio acumulado por día de solución preservante durante la vida postcosecha de tallos florales de lilies cvs. Star Figther y Star Gazer. Cada punto representa el promedio de 10 repeticiones \pm error estándar.

Cambio de peso

La expansión de los pétalos de las primeras flores en los cultivares de *Lilium* involucrados en este trabajo provocaron un aumento en el peso fresco destacándose el tratamiento de 0.1 mM de Co. + 0.5 mM de Ca. Con un 10% para Star Figther y 12.7% en Star Gazer, en relación a su peso inicial (Figura 2). No obstante, para el primer cultivar solo se encontraron diferencias estadísticas en los registros de peso fresco hasta el día 21 de la vida postcosecha encontrándose los valores más bajos en el testigo. Ahora bien, para el cultivar Star Figther las diferencias estadísticas se hacen evidentes en relación al testigo a partir del día seis de la vida postcosecha, observándose un descenso mayor en el peso fresco del

tratamiento testigo, mientras que los que incluyeron al cobalto y calcio en la solución presentaron siempre registros de peso por encima del testigo. Estas observaciones coinciden con lo encontrado por Juárez *et al* (2008) para rosa tratada con Chrysal RVB®. Weinstein, (1957) (citado por Kumar *et al.*, 2008) reportó que el peso fresco de pétalos de rosa " Better Times " se incrementó hasta que la flor se encontró totalmente abierta. El peso fresco está relacionado con el consumo de solución preservante (Amirí *et al.*, 2009).

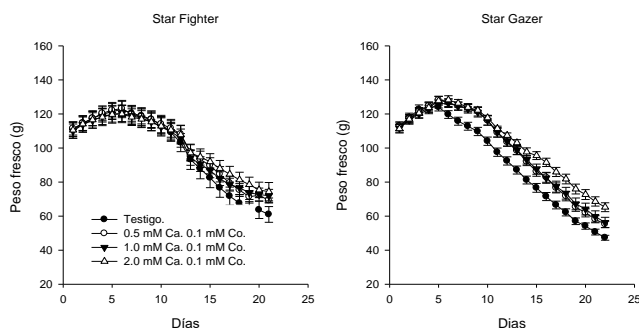


Figura 2. Cambios de peso de tallos florales de lilies cvs. Star Figther y Star Gazer en solución preservante durante la vida postcosecha. Cada punto representa el promedio de 10 repeticiones \pm error estándar.

Longevidad floral

El análisis estadístico no mostró diferencias entre cultivares. Los tallos florales de ambos cultivares tratados con la solución preservante de 0.1 mM de Co + 0.5 mM de Ca. Mostraron la mayor eficiencia en longevidad, registrándose un incremento de 13.3% y 19.5% para Star Figther y Gazer respectivamente en relación al testigo, lo cual representa 5.94 y 5.87 días en estado ornamental. En general se puede establecer que los tratamientos que incluyeron al cobalto y calcio en las soluciones preservantes incrementaron el tiempo de vida postcosecha (Figura 3). El origen de muchos de los métodos actuales para incrementar la longevidad de flores cortadas fue empírica, tales como el uso de aspirina, azúcares e incluso la moneda de cobre vieja, y de manera más sistemática el tiosulfato de plata (STS) y actualmente el 1-MCP, todos buscan incrementar la vida de florero, los dos últimos pueden inhibir los efectos del etileno y el 1-MCP, es seguro para el medioambiente. Sin embargo, en rosa el pre-tratamiento de STS tiene una eficacia mayor que 1-MCP. Aunque la plata es un elemento dañino para el ambiente. Por lo que se sigue explorando la participación de otros elementos entre los que se encuentra el calcio, el cual aplicado en pulsos de 16 horas a tallos de *Antirrhinum majus* L. cv Athlete Red incrementó la vida postcosecha (Fukai y Uehara, 2006) y en menor grado el cobalto ya que este también presenta los mismos problemas que la plata.

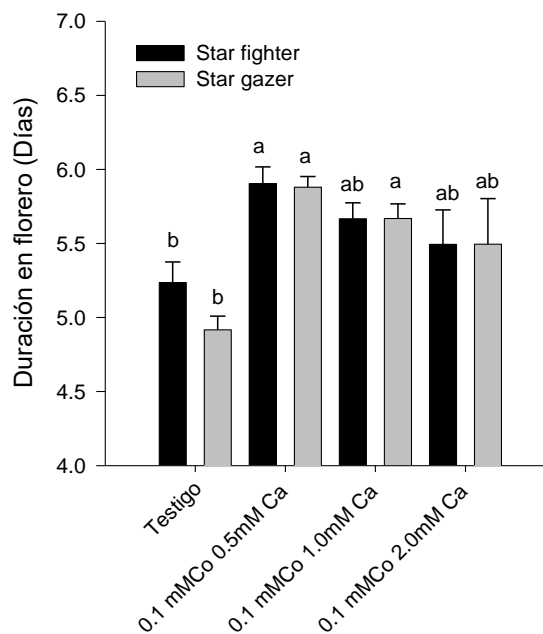


Figura 3. Días en estado ornamental de tallos florales de lilies cvs. Star Figther y Star Gazer durante la vida postcosecha. Cada barra representa el promedio de 10 repeticiones \pm error estándar. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Transpiración

El déficit de agua se desarrolla cuando la absorción de ésta es más baja que la transpiración, generándose un estado de estrés, el cual se produce al disminuir la tasa transpiratoria. La mayoría de las flores de corte incluyen un tallo, hojas, y una o varias flores. Las áreas transpiratorias en flores de corte se circunscriben a las estructuras epidérmicas verdes que presentan estomas, como las hojas y algunas veces en las estructuras verdes que forman parte de la flor. Los estomas están presentes usualmente en tejido epidérmico fotosintético y muy pocas veces en tejidos no fotosintéticos como pétalos, y cuando se llegan a presentar (Esau, 1965; Fahn, 1974., citados por Van Doorn, 1997) los consideran no funcionales, por lo que las evaluaciones de transpiración en los tallos de *Lilium* en este trabajo se realizaron en hojas, encontrando diferencias significativas para ambos cultivares en los tratamientos que incluyeron al cobalto y calcio en la solución conservadora (figura 4). Es aceptado que el mantenimiento de un buen estado hídrico y un flujo hidráulico eficiente en las flores de corte son favorables para promover la longevidad (Van Doorn, 1997).

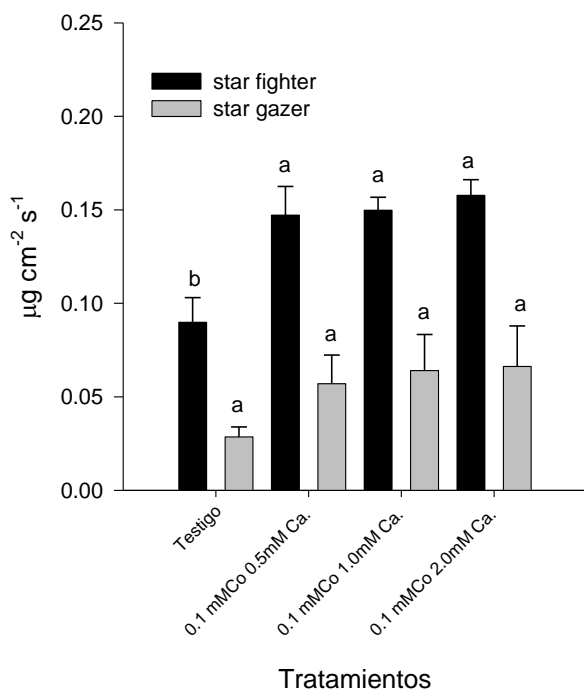


Figura 4. Transpiración de tallos florales de lilies cvs. Star Gazer y Star fighter tratados con soluciones preservantes durante la vida postcosecha. Cada barra representa el promedio de 30 repeticiones \pm error estándar. Valores con la misma letra dentro de cultivar son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Conclusiones

Los tallos florales de *Lilium cv* Star Gazer, tratados con soluciones preservantes con cobalto en concentración de 0.1 mM y calcio en concentraciones de 0.5, 1.0, 2.0 mM presentaron un consumo mayor con respecto al testigo a partir del día seis de vida postcosecha. Mientras que el cv. Star Fighter no presentó diferencias.

El peso de los tallos del cv. Star Fighter presentaron diferencias significativas hasta el día 21 de la vida postcosecha. Para el cv. Star Gazer se observaron diferencias a partir del día ocho de vida postcosecha.

La mejor respuesta a longevidad floral fue atribuida al tratamiento de 0.1 mM de cobalto adicionado con 0.5 mM de calcio para ambos cultivares.

Agradecimientos

Al Dr. Juan Ayala Arreola, Departamento de Fitotecnia UACH por sus comentarios y sugerencias. Al CONACYT y la UNAM-FES Iztacala: Unidad de Morfología y Función por el apoyo a presente trabajo.

Referencias

- Amiri M., Rabiei V., Zanjani B. S. (2009). Influence of pulse chemical treatments on water relation in cut gerbera (*Gerbera jamesonii cv. Pags*) flowers. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 7 (1): 182-185.
- Fukai S., Koudai U. (2006). Effects of calcium treatment on vase life of cut snapdragon flowers. *Hort. Res. Japan*. 5(4): 465-471.
- Halevy A. H., Mayak S. (1981) Senescence and postharvest physiology of cut flowers-part 2. In J Janick, ed, *Horticultural Reviews, Vol 3. AVI Publishing Co., Westport, CT*, pp 59-143
- Juárez H. P., Colinas L. T., Valdez A. L., Espinosa F. A., Castro B. R., Cano G. G. (2008). Soluciones y refrigeración para alargar la vida postcosecha de rosa cv. Black magic. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(3): 73-77.
- Kumar N., Srivastava G., Dixit K. (2008). Flower bud opening and senescence in roses (*Rosa hybrida L.*). *Plant Growth Regulation*. 51: 81-99.
- Marschner H. (2003). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London. Pp 448
- Mengel K., Kirkby E. A. (2001). *Principles of plant nutrition*. Ed. Kluwer Academic Publishers. Boston. Pp. 232-234.
- Palit S., Sharma A., Talukder G. (1994). Effects of cobalt on plants. *Bot. Rev.* 60:149-18.

- Papadopoulos A. P. (2000). Rowing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Agriculture and Agri-food Canada. Harrow, Ontario.
- Paulin A. (1997). La poscosecha de las flores cortadas, bases fisiológicas. Ediciones Hortitecnia. Colombia. 141 pp.
- Pardha S. P., Mohan R. H. Y. (1989). Prolongation of vase-life of Chrysanthemum blooms by cobalt chloride and its reversal by IAA. Acta Horticulturae 261: IV International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants.
- Reddy T. V. (1988). Mode of action of cobalt extending the vase life of cut roses. *Scientia Hort.* 36: 303-313.
- Schmitz E. M., Haefs R., Noga G. (2002). Calcium deficiency-Influence on the antioxidative defense system in tomato plants. *J. Plant Physiol.* 159:733-742.
- Taiz L., Zeiger E. (1998). Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Massachusetts. pp. 651-670.
- Talukder G., Sharma A. (2007). Cobalt, pp 500-509. In: Handbook of Plant Nutrition Allen V., Barker V. A.; Pilbeam J. D. (eds.) CRC Press Taylor & Francis Group Editor., London.
- Trejo-Téllez L., Gómez-Merino F., Alcántara G.G., (2007). Elementos benéficos, pp 50-80 En Nutrición de cultivos. Alcantara G. G., Trejo-Tellez L. I. (Editores). Ed. Mundiprensa, CP, México.
- Van Doorn W.G. (1997). Water relations of cut flowers. *Hort.Rev.* 18: 1-85.
- Van Ieperen W., Van Meeteren U., Van Gelder H. (2000). Fluid ionic composition influences hydraulic conductance of xylem conduits. *Journal of Experimental Botany.* 51, 769-776.
- Van Ieperen, W., Van Gelder, H. (2006). Ion-mediated flow changes suppressed by minimal calcium presence in xylem sap in Chrysanthemum and Prunus laurocerasus. *Journal and Experimental Botany.* 57 (11):2743-2750.
- Van Meeteren U., Van Gelder H. (1999). Effect of time since harvest and handling condition on rehydration ability of cut chrysanthemum flowers. *Postharvest BiolTechnol* 16:169-177