

COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO POSTCOSECHA DE TALLOS FLORALES DE ROSA (*Rosa hybrida* L.) EN RESPUESTA AL FÓSFORO APLICADO EN PRECOSECHA

PHYSIOLOGICAL POSTHARVEST BEHAVIOUR OF FLORAL ROSE STEMS (*Rosa hybrida* L.) IN RESPONSE TO PHOSPHORUS APPLIED IN PREHARVEST

Juárez-López P¹, Sandoval-Villa M², González-Hernández V², Colinas-León MT³.

¹Profesor-investigador, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit.

²Profesor-investigador, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo.

³Profesor-investigador, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

Resumen

Durante el crecimiento y desarrollo de las flores, la nutrición fosforada es un factor que puede influir en la vida en florero. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de cinco niveles de fósforo (P): 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 me·L⁻¹ de P aplicados en precosecha, mediante un sistema hidropónico abierto, en el comportamiento fisiológico postcosecha de tallos florales de rosa (*Rosa hybrida* L.) 'Classy' y 'Vega'. Las variables evaluadas durante la vida de florero de los tallos florales fueron: transpiración foliar y floral, potencial de turgencia foliar y de pétalos. Además, se evaluó la concentración de antocianinas en pétalos al momento de la cosecha. Las aplicaciones de P en precosecha tuvieron efecto significativo únicamente en la transpiración foliar; sin embargo, se demostró que la mayor vida en florero (15.8 días) de 'Classy' en comparación con 'Vega' (11.7 días) estuvo directamente asociada con mayores potenciales de turgencia foliar y de pétalos, mayor tasa transpiratoria floral y menor tasa transpiratoria foliar en 'Classy'.

Palabras clave: 'Classy', 'Vega' transpiración, potencial de turgencia, vida de florero, hidroponía.

Abstract

During growth development of flowers, phosphorus nutrition is a factor that may influence the life of the flower in the vase. The objective of this study was to evaluate the effect of five levels of phosphorus (P) 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 me·L⁻¹ of P applied in pre-harvest, by using an open hydroponics system, on the physiological postharvest behavior of floral rose stems (*Rosa hybrida* L.) 'Classy' and 'Vega'. The variables assessed during the vase life of floral stems were: leaf and floral transpiration, leaf and petals swelling potential. In addition, the concentration of anthocyanins in petals at the time of harvest was evaluated. The pre-harvest application of P had a significant effect only on leaf transpiration; however, it was demonstrated that the longest vase life (15.8 days) of 'Classy' compared to 'Vega' (11.7 days) was directly associated with increased swelling potential in leaf and petals, higher floral transpiration and lower leaf transpiration rates in 'Classy'.

Autor correspondiente:

Juárez-López, Porfirio. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Km 9 carretera Tepic-Vallarta Xalisco, Nayarit, México. Correo electrónico: porfiriojlopez@yahoo.com.

Key words: 'Classy', 'Vega', transpiration, swelling potential, vase life, hydroponics.

Introducción

Por su belleza e importancia económica, a la rosa (*Rosa hybrida* L.) frecuentemente se le conoce como la reina de las flores. En el año 2009, la producción en México fue de 783.4 millones de tallos florales de rosas que se cultivaron en 696 ha de invernaderos. De los Estados productores de esta especie, el Estado de México ocupa el primer lugar, ya que ese mismo año produjo 770 millones de tallos florales en 663 ha de invernadero, lo que representó 98.3% de la producción nacional y un valor de producción de 905.7 millones de pesos (SIACON, 2010). Se estima que al menos 80% de los tallos florales de rosas producidos en invernadero se destina al mercado de exportación.

Uno de los factores primordiales que influyen en la calidad de tallos florales de rosas para exportación es la nutrición mineral, y en particular la nutrición fosforada, porque el fósforo (P) es el macronutriente cuya función está directamente relacionada con el metabolismo de energía de las células y con los fosfatos ricos en energía. La energía requerida, por ejemplo, para la biosíntesis de almidón o para la absorción de hierro es proporcionada por un compuesto intermediario rico en energía o coenzima, principalmente adenosin trifosfato (ATP) (Marschner, 1995). En este sentido, la senescencia de las flores cortadas está estrechamente relacionada con la reducción de la energía necesaria para las reacciones de síntesis (Figueroa *et al.*, 2005).

Asimismo, la calidad de la flor cortada y su duración en florero dependen de un complejo de actividades que se inician desde la precosecha, entre las cuales destacan, además de la nutrición mineral, los daños o problemas fitosanitarios, las condiciones de suelo, la luminosidad y la disponibilidad de agua. Por tal razón, el manejo precosecha debe ser un proceso bien establecido para lograr la máxima calidad en la cosecha (Greer,

2000; Vidalie, 2002). Se estima que los factores de precosecha influyen 30% en la vida de la flor, mientras que los factores postcosecha lo hacen en 70% (López, 1981). De acuerdo con Li-Jen *et al.* (2000), uno de los aspectos más importantes de las flores frescas es mantener su aspecto estético agradable y alargar su vida en florero.

Una vez que se cortan las flores, los factores que pueden afectar su vida de florero son la dificultad de absorción y movimiento de agua por los vasos conductores, la incapacidad del tejido floral para retener agua y la variación en la concentración osmótica intracelular. En rosa, se ha demostrado que la pérdida de turgencia en los pétalos y la disminución del peso fresco siempre van precedidas de una reducción en la circulación del agua (Durkin y Kuck, 1996). Los procesos fisiológicos involucrados en el desbalance hídrico son la tasa de transpiración, la capacidad competitiva de los órganos, el flujo del agua, la transpiración o la limitada absorción de agua (Van-Meeteren *et al.*, 2001).

Según Paulin (1997), la concentración de solutos en los tejidos es otro factor determinante en las relaciones hídricas, porque durante la senescencia de *Dianthus caryophyllus* ocurre una disminución gradual en la presión osmótica; en *Gerbera jamesonii*, el potencial osmótico de los pétalos aumentó durante los primeros seis días de florero, para luego disminuir. El mismo autor indica que mientras las flores no se separen de la planta, el potencial osmótico permanece intacto durante los primeros días, y luego disminuye en forma gradual.

Por considerar que la nutrición fosforada durante el crecimiento y desarrollo de las flores es uno de los factores que influyen en su vida en florero, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de cinco niveles de fósforo aplicados en precosecha, mediante un sistema hidropónico abierto, sobre el comportamiento fisiológico postcosecha de tallos florales de rosas 'Classy' y 'Vega'.

Materiales y métodos

Manejo precosecha

Los tallos florales se cultivaron en un invernadero de vidrio provisto con un sistema hidropónico abierto, en el Colegio de Postgraduados en Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado a 2,250 msnm, 19° 29' de latitud norte y 98° 53' de longitud oeste. Se usaron 15 plantas de rosal de 'Vega' y 15 de 'Classy', grado XXX, en cubetas de 20 L de capacidad llenas con sustrato de tezontle rojo (granulometría de 3 a 10 mm). El portainjerto para ambas variedades fue 'Manneti'. La plantación se realizó el 15 de diciembre de 2004 con una planta por cubeta y con el punto de injerto 3 cm arriba del nivel de sustrato; previo al trasplante se lavaron las raíces de las plantas con agua destilada y se desinfectaron con Captán® y Tecto® (1 g·L⁻¹).

Los primeros botones florales se eliminaron cuando tenían 5 mm de diámetro, al igual que las yemas laterales, con la finalidad de promover el crecimiento de nuevos brotes vegetativos (tallos basales) en el punto de injerto. Desde la plantación hasta que los tallos basales alcanzaron 1.5 m de longitud, se aplicaron riegos de 1.5 L por maceta de la solución universal de Steiner a 25% (Steiner, 1984). Cada dos semanas se lavó el sustrato con agua destilada para evitar la acumulación de sales. Una vez que todas las plantas tenían tallos basales, mediante poda se uniformaron a un tallo basal; dicha poda se hizo el 17 de mayo de 2005, de 40 a 50 cm arriba del punto de injerto. A partir de la poda hasta floración, se aplicó un riego diario de la solución nutritiva de Steiner a 100%, con los siguientes tratamientos de concentraciones de fósforo: 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 me·L⁻¹, en los cultivares 'Vega' y 'Classy'.

Como fuente de macronutrientes se utilizaron fertilizantes comerciales solubles para hidroponía: Ca(NO₃)₂·4H₂O (2 N), KNO₃ (1 N), MgSO₄·7H₂O (1 N) y K₂SO₄ (0.5 N); como fuente de fósforo se utilizó ácido fosfórico (H₃PO₄; densidad 1.7 g·mL⁻¹ y 85% de pureza). Los micronutrientes fueron: B, 0.865 mg·L⁻¹ (H₃BO₃); Mn, 1.6 mg·L⁻¹ (MnSO₄H₂O); Zn,

0.023 mg·L⁻¹ (ZnSO₄·7H₂O); Cu, 0.011 mg·L⁻¹ (CuSO₄·5H₂O) y Fe, 8 mg·L⁻¹ (Fe-EDTA). Las soluciones nutritivas se acidificaron a pH 5.5 con ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Los tallos florales se cortaron cuando la flor llegó a punto de corte, que es cuando aparecen los pétalos del centro de la flor y cuando un pétalo exterior tiende a rizarse. El corte de cada tallo floral se hizo un cm arriba de la yema de la segunda hoja pentafoliada, contadas de abajo hacia arriba. Se usó el segundo tallo floral que surgió del tallo madre podado de cada tratamiento, con tres repeticiones. Los tallos florales cortados se colocaron en matraces de 1 L de capacidad que contenían agua destilada, en el laboratorio de Fisiotecnia del Colegio de Postgraduados, a temperatura ambiental de 25°C±2°C y humedad relativa de 60%±5.

Transpiración foliar

Se midió en el foliolo central de la primera hoja pentafoliada, con un analizador de gases por infrarrojo no dispersivo portátil modelo LI-6400 LICOR® (Licor, Inc. Lincoln, NE., EE. UU.), una vez al día, desde el día de la cosecha hasta que los tallos florales presentaron 50% de pétalos marchitos, entre las 10:00 y 12:00 h. y de la flor. Los resultados se reportaron en mmol·m⁻²·s⁻¹.

Transpiración floral

La transpiración de la flor se determinó con un analizador de gases por infrarrojo no dispersivo portátil modelo LI-6200 LICOR® (Licor, Inc. Lincoln, NE., EE. UU.), en las mismas condiciones que para la transpiración de la hoja. Los resultados se reportaron en mmol·m⁻²·s⁻¹.

Potencial de turgencia de pétalos y foliar

Para determinar el potencial de turgencia de pétalos y foliar, primero se determinó el potencial hídrico y el potencial de osmótico (datos no mostrados) en 'Classy' y 'Vega'. El

potencial hídrico se determinó en muestras de primera hoja pentafofoliada y del segundo pétalo de afuera hacia adentro del botón floral, tomadas diariamente de cinco tallos florales durante su vida en florero, crecidas en los niveles 0 y 1.0 me·L⁻¹ P. Tales muestras se obtuvieron con un sacabocados de 5 mm de diámetro, y cada disco se colocó inmediatamente dentro de una cámara psicrométrica unida su microvoltímetro modelo HR-33T WESCOR®, donde se dejó en reposo durante 3 h antes de tomar la lectura en microvoltios; posteriormente los datos se transformaron a bares mediante curvas de calibración. Inmediatamente después de determinar el potencial hídrico, las mismas muestras se sumergieron en nitrógeno líquido con la finalidad de romper las células del tejido y se procedió a medirlas en las mismas cámaras del microvoltímetro para obtener el potencial osmótico en microvoltios, que después se convirtieron a bares mediante curvas de calibración. Finalmente, el potencial de turgencia de hoja y pétalo se obtuvo de la diferencia del potencial hídrico menos el potencial osmótico. Los resultados se reportaron en bares.

Concentración de antocianinas en pétalos

La concentración de antocianinas en pétalos en el momento de la cosecha, se determinó en tres flores por tratamiento, y la muestra se tomó del segundo pétalo de la flor, contados de afuera hacia adentro. La técnica usada fue la descrita por Kannangara y Hansson *et al.* (1998). La técnica consiste en moler 1 g de tejido fresco (pétalo), se fragmentó en pedazos pequeños y se maceró en un mortero con nitrógeno líquido hasta obtener un polvo fino, se le adicionaron 10 mL de HCl 0.1 N, el extracto se vertió en tubos de centrifuga de 16 mL de capacidad previamente cubiertos con papel aluminio y se agitó por 10 min. Posteriormente, la solución se clarificó mediante centrifugación a 2,230 g durante 15 min. Se midió la absorbancia a 516 nm en un espectrofotómetro Spectronic 21 Milton Roy. La concentración de antocianinas presente en el extracto, se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ de tejido fresco de antocianinas} = \frac{[(\text{absorbancia} \times 10) / 4.48] \times 100}{\text{volumen del extracto}}$$

Donde:

10 = volumen del extracto.

4.48 = coeficiente de extinción molar a 516 nm.

Los resultados se expresaron en mg·g⁻¹ de tejido fresco.

Vida de florero

Se consideraron los días desde la cosecha hasta que los tallos florales presentaron 50% de pétalos marchitos.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental para transpiración foliar y floral, concentración de antocianinas, y vida en florero, fue un factorial completo 2 x 5 en diseño completamente al azar con cinco repeticiones, mientras que para potencial de turgencia de hoja y pétalo fue un factorial completo 2 x 2 en diseño completamente al azar con cinco repeticiones. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS versión 8.2 (SAS Institute, 2000) mediante procedimientos de análisis de varianza y comparación de medias.

Resultados y discusión

Transpiración foliar

En transpiración foliar, hubo diferencias ($p \leq 0.05$) entre los niveles de P aplicados en precosecha y entre cultivares (cuadro 1). En 'Vega' (figura 1) la tasa de transpiración fue en aumento hasta el día 5 en la mayoría de las dosis de P, día que coincide con la máxima apertura floral (figuras 7 y 8); en los días posteriores, presentó una disminución. Este comportamiento se puede deber a las características de apertura floral del rosal, ya que en los primeros días el botón está semiaabierto, y cuando alcanza la máxima apertura es necesario abastecer de mayor volumen de agua para mantener la turgencia; finalmente ocurre la senescencia de los pétalos (Mor-

tensen *et al.*, 1999), la cual es muy visible a partir del día 11. Al respecto, Evans *et al.* (1996), mencionaron que la principal causa de una corta vida de florero en rosas de corte es una falla en las relaciones hídricas, cuando las pérdidas de agua de las hojas son mayores que su reabastecimiento a través del tallo cortado.

En cambio, 'Classy' (Figura 2) mostró una reducción notoria al segundo día después del corte, para después mantenerse con valores bajos, menores que 'Vega'; este comportamiento está asociado con una mayor vida en

florero (16 días), aunque la máxima apertura floral se observó aproximadamente a los 6 días de vida en florero (Figuras 7 y 8). Es posible que los tallos florales de 'Vega' cultivados en 0.5 me·L⁻¹ de P hayan presentado mayor tasa transpiratoria (figura 1) debido a que el cultivo de rosal es sensible a la salinidad y una conductividad eléctrica de 0.5 dS m⁻¹ se considera óptima para esta especie cuando se cultiva en sistemas hidropónicos abiertos (Vidalie, 2002; Cabrera, 2003); sin embargo, en 'Classy' no se observa el mismo comportamiento, lo que puede atribuirse a diferencias varietales (Marschner, 1995).

Cuadro 1.

Significancia estadística de las variables evaluadas en rosal de corte 'Vega' y 'Classy' en respuesta a cinco niveles de fósforo (P) en la solución nutritiva (0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 me·L⁻¹), aplicados en precosecha.

Probabilidad mayor que F (Pr > F)							
FV	GL	TF	TFL	PTF	PTP	CA	DF
Cultivar	1	0.05 *	0.324 ns	0.001 **	0.001 ***	0.09 ns	0.001 ***
P	4	0.04 *	0.79 ns	0.314 ns	0.30 ns	0.94 ns	0.24 ns
Cultivar*P	4	0.49 ns	0.67 ns	0.36 ns	0.59 ns	0.89 ns	0.64 ns

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; TF = transpiración foliar; TFL = transpiración floral; PTF = potencial de turgencia foliar; PTP = potencial de turgencia en pétalos; CA = concentración de antocianinas; DF = días en florero; ns, *, **, *** no significativo, significativo al nivel de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente.

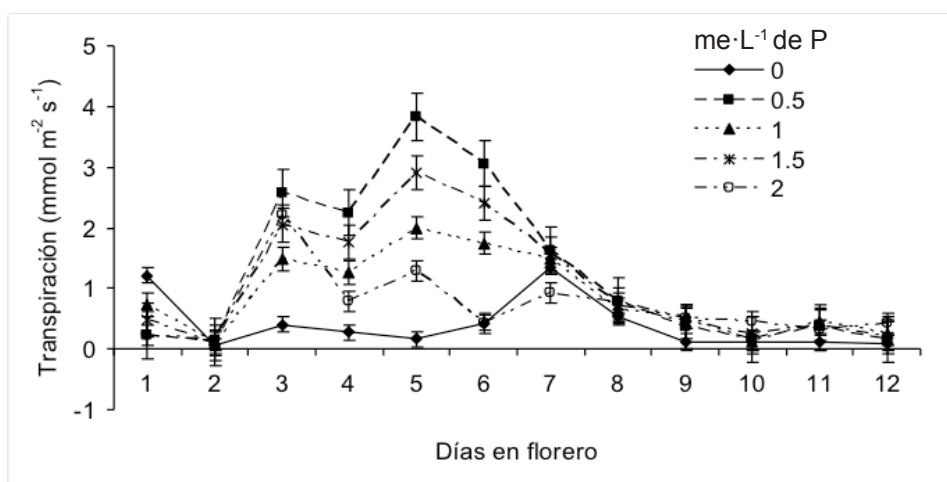


Figura 1. Dinámica de transpiración foliar de rosas 'Vega' en postcosecha. Cada punto representa el promedio de cinco lecturas y las barras laterales indican desviación estándar.

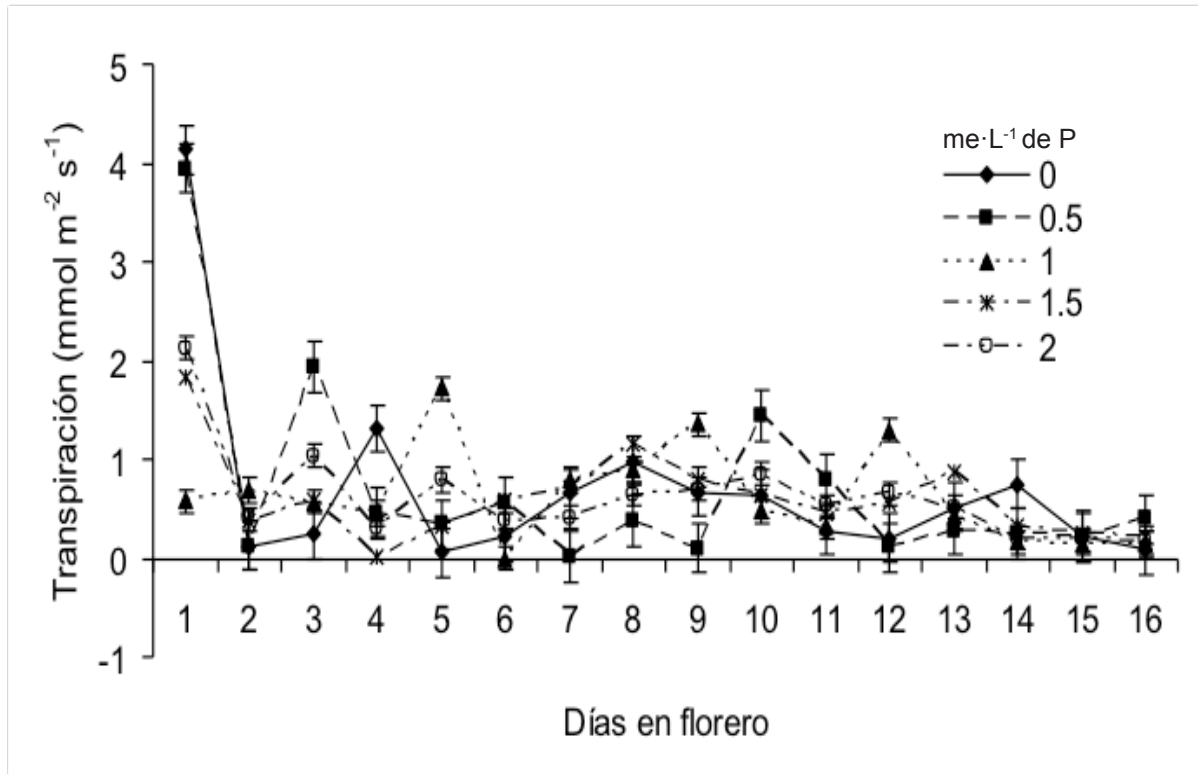


Figura 2. Dinámica de transpiración foliar de rosas 'Classy' en postcosecha. Cada punto representa el promedio de cinco lecturas y las barras laterales indican desviación estándar.

Transpiración floral

En transpiración floral no hubo diferencias significativas en los niveles de P aplicados, entre cultivares, ni en la interacción cultivar x P (Cuadro 1). En 'Vega' (figura 3), los primeros 5 días todos los tratamientos presentaron valores similares en el intervalo de 40 a 60 mmol m⁻²s⁻¹, para luego duplicarlos y hasta triplicarlos entre los días 7 y 9 de vida en el florero; posteriormente se mantuvieron constantes hasta el día 12. 'Classy' (figura 4), presentó valores de transpiración casi tres veces más altos que 'Vega' en los primeros días en florero, lo que puede atribuirse a que 'Classy' posee mayor número de pétalos 'Vega' y, por tanto, requirió de mayor cantidad de agua para mantener su turgencia; a partir del día 10 la transpiración disminuyó, posiblemente por un desbalance hídrico que

redujo el abastecimiento de agua hacia los pétalos. Este comportamiento también estuvo directamente asociado con la vida de florero. Según Van-Meeteren *et al.* (2001), los factores relacionados con el desbalance hídrico del rosal son una alta transpiración o la limitada absorción de agua.

Es importante resaltar que la transpiración floral fue al menos 10 veces mayor que la transpiración foliar debido a una mayor área de pétalos en ambos cultivares (datos no mostrados); también Darlington y Dixon (1991) consideraron que la flor es el sitio principal de pérdida de agua, puesto que no tiene estomas o cualquier otro medio fisiológico para controlarla.

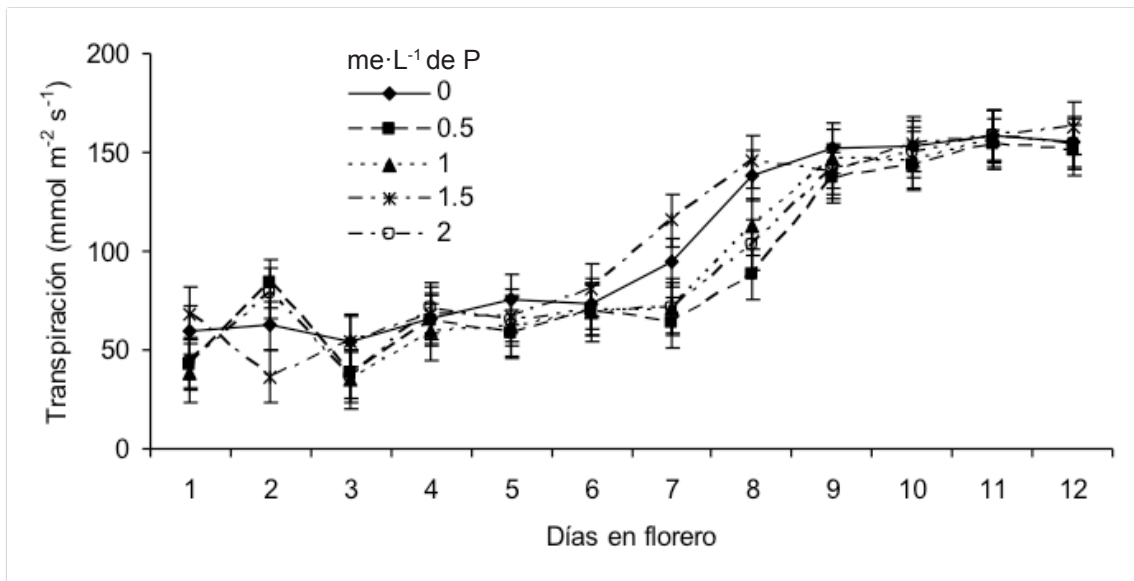


Figura 3. Dinámica de transpiración floral de rosas 'Vega' en postcosecha. Cada punto representa el promedio de cinco lecturas y las barras laterales indican desviación estándar.

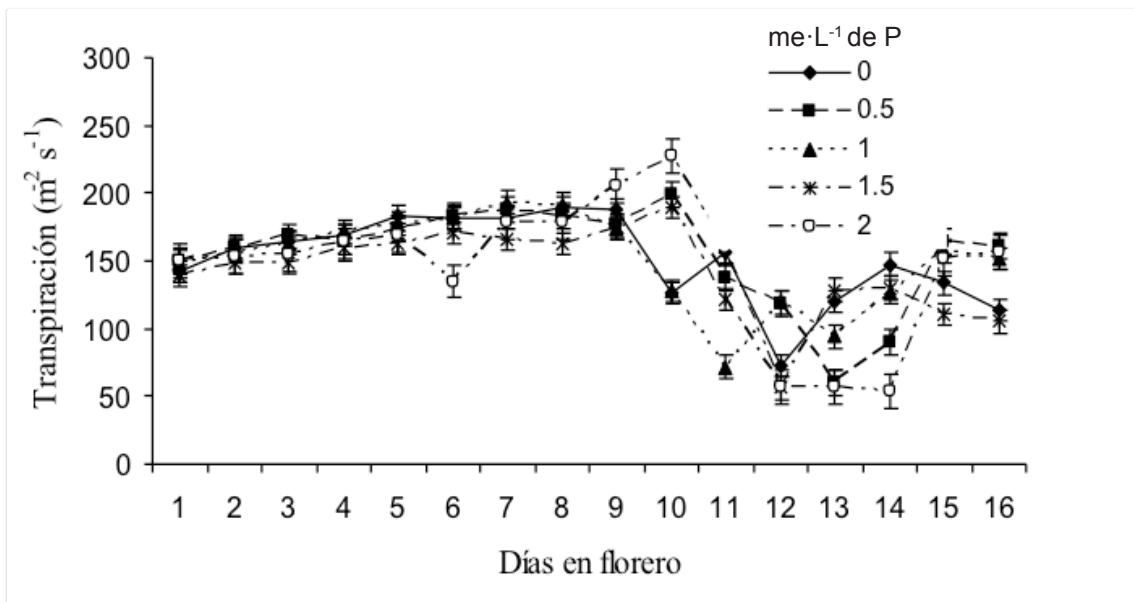


Figura 4. Dinámica de transpiración floral de rosas 'Classy' en postcosecha. Cada punto representa el promedio de cinco lecturas y las barras laterales indican desviación estándar.

Potencial de turgencia de pétalos y foliar

En potencial de turgencia de pétalos y foliar hubo diferencias significativas cultivares (Cuadro 1). Tanto en la turgencia de pétalos como en la turgencia de foliar, 'Classy' presentó valores mayores que 'Vega' (figuras 5 y 6), lo cual está asociado directamente con una mayor vida en florero (15.8 y 11.7 días, respectivamente). Los potenciales de turgencia foliar y de pétalos de ambos cultivares disminuyeron a través del tiempo transcurrido en florero. Al respecto, Paulin (1997), observó una disminución gradual en la presión osmótica durante la senescencia de *Dianthus caryophyllus*, de lo cual

se infiere que ello conduce a una reducción en la turgencia de la flor. Durkin y Kuck (1996), indican que en rosal la pérdida de turgencia en los pétalos siempre es precedida de una reducción en la circulación del agua; según estos autores, el hecho de que la pérdida de agua y el menor potencial hídrico que se observan en las flores cortadas no conduzcan a un incremento paralelo en la absorción de agua, permite suponer que existen obstáculos en los vasos conductores que incrementan la resistencia a la circulación de líquidos.

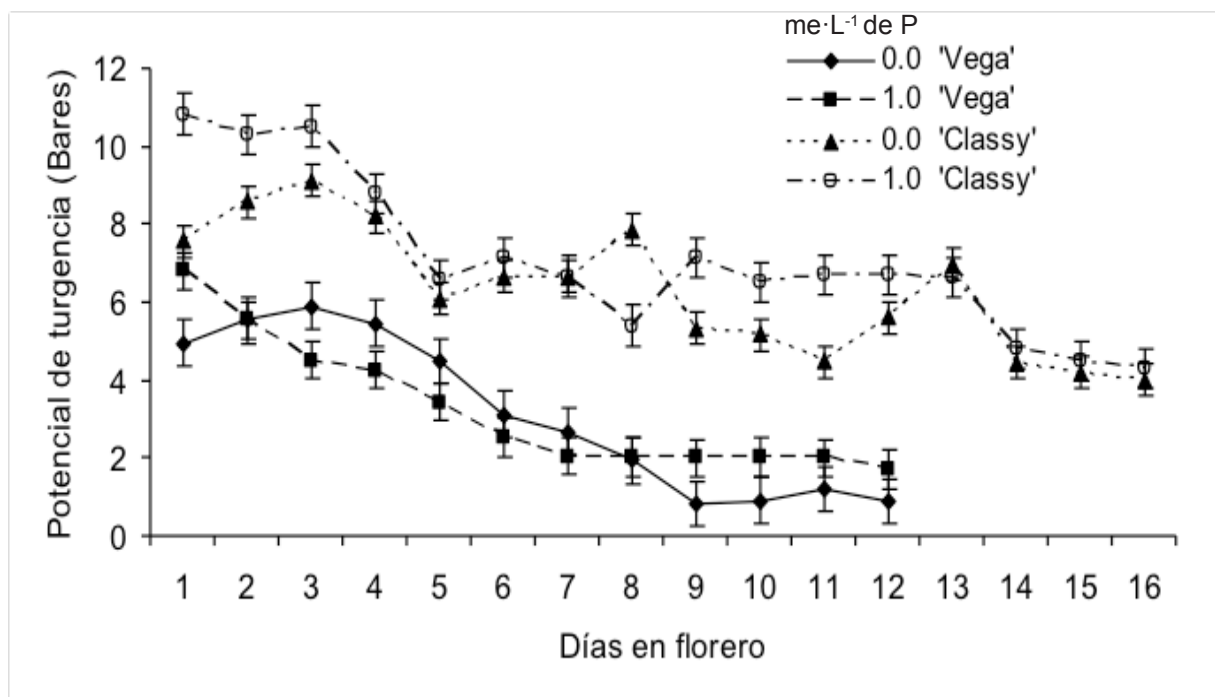


Figura 5. Dinámica de potencial de turgencia en pétalos de rosas 'Classy' y 'Vega' en postcosecha. Cada punto representa el promedio de cinco lecturas y las barras laterales indican desviación estándar.

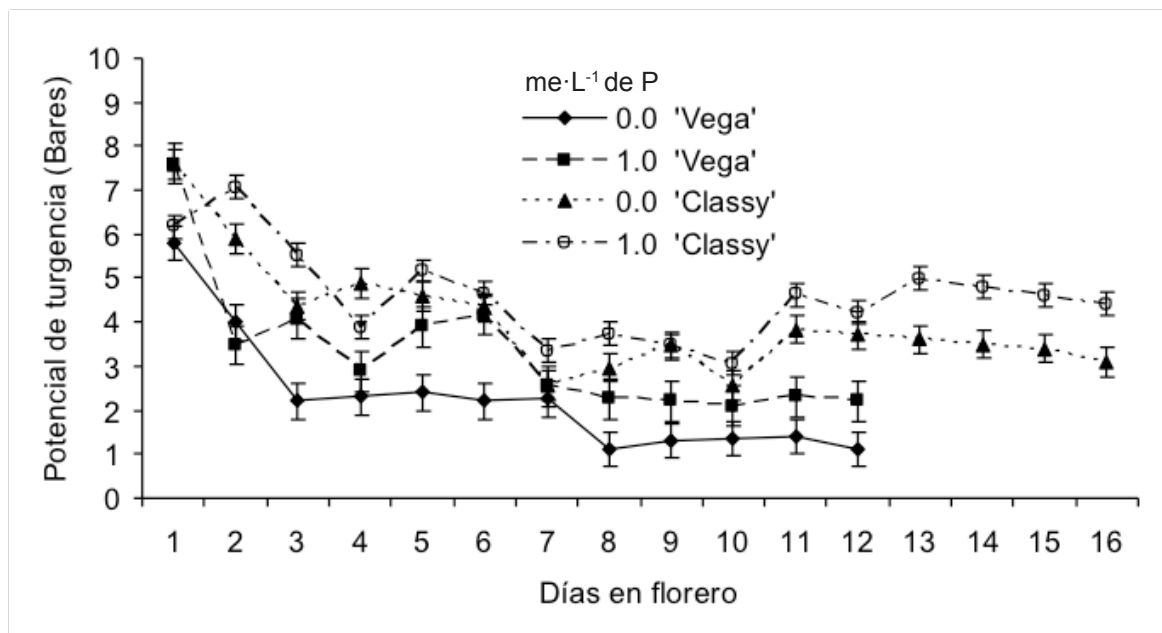


Figura 6. Dinámica de potencial de turgencia foliar de rosas de corte 'Classy' y 'Vega' en postcosecha. Cada punto representa el promedio de cinco lecturas y las barras laterales indican desviación estándar.

Concentración de antocianinas en pétalos

En la concentración de antocianinas no hubo diferencias significativas entre niveles de P aplicados, entre cultivares, ni en la interacción cultivar x P (cuadro 1). 'Classy' presentó valores promedio de 307.1 y 'Vega' de 249.8

mg·g⁻¹ de tejido fresco (cuadro 2). Las antocianinas son el grupo más importante de pigmentos responsables del color de los pétalos de las rosas (Vargas-Simón *et al.*, 2002), por lo que la mayor concentración de antocianinas en 'Classy' se asoció con un color rojo más intenso de pétalos que en 'Vega'.

Cuadro 2.

Concentración de antocianinas y vida de florero en rosal de corte 'Classy' y 'Vega' en respuesta a cinco niveles de fósforo (0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 me·L⁻¹) aplicados en precosecha. (n= 15)

Cultivar	Antocianinas (mg·g ⁻¹ de tejido fresco)	Vida de florero (días)
Classy	307.1 ± 86.3 a	15.8 ± 1.2 a
Vega	249.8 ± 69.5 a	11.7 ± 1.4 b
DMS	80.7	2.1
CV (%)	32.1	9.3

^aValores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí (Tukey, p≤0.05). DMS = diferencia mínima significativa; CV = coeficiente de variación.

Vida de florero

En vida de florero hubo diferencias significativas entre cultivares (Cuadro 1). 'Classy' (15.8 días) superó ($p \leq 0.05$) a 'Vega' (11.7 días), (cuadro 2). La vida de florero de los tallos florales de rosa está altamente influenciada por el cultivar y por las condiciones de almacenamiento. Da-Rocha *et al.* (2009) evaluaron tallos florales de siete cultivares de rosa en condiciones similares a las del presente estudio y encontraron duración de vida de florero desde 3.3 días ('Grand Gala'®) hasta 11.3 días ('Konfetti'®). Por lo anterior, se puede asegurar que tanto 'Classy' como 'Vega' tuvieron un adecuado comportamiento en este parámetro de calidad. Se infiere que de aplicarse tratamientos de refrigeración y de soluciones preservativas se prolongaría la vida de florero de ambos cultivares.

La mayoría de las características de poscosecha evaluadas en este estudio no re-

sultaron afectadas por los niveles de P aplicados en precosecha. Al respecto, Holley (1986) indicó que cuando la fertilización y el riego son adecuados en precosecha parecen no afectar en gran medida la longevidad de las flores en poscosecha. Paulin (1997) también concluyó que, en general, los resultados actualmente disponibles en flores no permiten controlar la correlación entre nutrición y poscosecha.

Es importante destacar que el tallo floral que se evaluó fue el segundo que surgió del tallo madre podado de cada tratamiento, y de acuerdo con los resultados, ello permite sugerir que al menos hasta esta etapa de producción los niveles aplicados no afectan la vida poscosecha. Puede suponerse que de prolongarse la insuficiencia de P, la vida de florero resultaría afectada en tallos florales subsecuentes.

'Vega' (0.0 me·L⁻¹ de P)



'Classy' (0.0 me·L⁻¹ de P)



2 días después de la cosecha



5 días después de la cosecha



6 días después de la cosecha



12 días después de la cosecha



16 días después de la cosecha

Figura 7. Apertura floral y senescencia de rosas 'Vega' y 'Classy' cultivadas con $0.0 \text{ me} \cdot \text{L}^{-1}$ de P, mediante un sistema hidropónico abierto y en condiciones de invernadero.



Figura 8. Apertura floral y senescencia de rosas 'Vega' y 'Classy' cultivadas con 1.0 me·L⁻¹ de P, mediante un sistema hidropónico abierto y en condiciones de invernadero.

Conclusiones

De los parámetros fisiológicos postcosecha evaluados en este estudio, los niveles de fósforo aplicados en precosecha tuvieron efecto significativo únicamente en la transpiración foliar. Sin embargo, se demostró que la mayor vida

en florero de 'Classy' (15.8 días) en comparación con 'Vega' (11.7 días), estuvo directamente asociada con mayores potenciales de turgencia foliar y de pétalos, mayor tasa transpiratoria floral y menor tasa transpiratoria foliar en 'Classy'.

Literatura citada

- Cabrera RI. Demarcating salinity tolerance in greenhouse rose production. *Acta Horticulturae* 2003; 609: 51-57.
- Da-Rocha BRJ, JAS Grossi, JI Ribeiro-Junior, JG Barbosa, FL Finger. Rose flower longevity in response to ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Acta Horticulture* 2009; 847: 363-368.
- Darlington AB, MA Dixon. The hydraulic architecture of roses (*Rosa hybrida*). *Canadian Journal of Botany* 1991; 69: 702-710.
- Durkin E, RH Kuck. Vascular blockage and senescence of the cut rose flower. *Proceedings of the American Horticultural Science* 1996; 89: 683-688.
- Evans RY, Zheng J, Reid MS. Structural and environmental factors affecting the postharvest life of cut roses. *Acta Horticulturae* 1996; 424: 169-174.
- Figuerola I, Colinas MT, Mejía J, Ramírez F. *Ciencia e Investigación Agraria* 2005; 32: 209-219.
- Greer L. Sustainable Cut Flower Production. ATTRA. Appropriate Technology Transfer Rural Areas. Fayetteville, Arkansas, USA. 2000; 12-18.
- Holley WD. Grow keeping quality into your flowers. Living Flowers that Last. A National Symposium. Columbia, Missouri, USA: University of Missouri. 1986.
- Kanangara C, Hansson M. Arrest of chlorophyll accumulation prior to formation in *Euphorbia pulcherrima*. *Plant Physiology and Biochemistry* 1998; 36: 843-848.
- Li-Jen L, Yu-Han L, Kuang-Liang H, Wen-Shaw C, Yi-Mei C. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 2000; 41: 299-303.
- López MJ. El Cultivo del Rosal en Invernadero. Madrid, España: Mundi-Prensa, 1981. 341.
- Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition. London, UK: Academic Press, 1995. 89.
- Mortensen LM, Hans RG. Influence of air humidity and lighting period on growth, vase life and water relation of 14 rose cultivars. *Scientia Horticulturae* 1999; 82: 289-298.

Paulin A. Poscosecha de las Flores Cortadas. Bases Fisiológicas. 2a. edición. Bogotá, Colombia: Hortitecnia, 1997. 100-121.

SAS Institute Inc. Statistics Analysis System. Cary, North Carolina, USA. 2000.

SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. [Consultado 2010 noviembre 7]. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426

Steiner AA. *In*: Proceedings of the Sixth International Congress on Soilles Culture, ISOSC. Wageningen, The Netherlands: The universal nutrient solution, 1984. 633-650.

Van-Meeteren U, Van-Leperen W, Nijse J, Keijzer K, Scheenen T, Van-As H. Processes and xylem anatomical properties involved in rehydration dynamics of cut flowers. *Acta Horticulturae* 2001; 543: 199-205.

Vargas-Simón G, Soto-Hernández RM, Rodríguez-González MT. Análisis preliminar de antocianinas en fruto de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 2002; 25: 261-264.

Vidalie H. Producción de Flores y Plantas Ornamentales. 3a. edición. Madrid, España: Mundi-Prensa, 2002. 250.