

EL ÁCIDO α -NAFTALENACÉTICO PROLONGA LA VIDA EN LA POSCOSECHA DE ROSAS DE CORTE

Pedro Alberto Bolívar Chávez¹; Alejandro Mora Castillo²; Víctor Julio Flórez Roncancio³
y Gerhard Fischer⁴

RESUMEN

En Colombia existen alrededor de 2500 ha de rosas con destino a la exportación. Con el fin de mejorar el comportamiento en poscosecha de rosas de corte cultivadas en invernadero. Se realizó un ensayo en rosa variedad 'Madame Delbard', combinando tratamientos en pre y poscosecha. En precosecha: (1) Aplicaciones foliares de Hormonagro ANA[®] (2) Testigo. En poscosecha: (1) Floríssima 825[®]; (2) Inmersión de los tallos en una solución con 0,2 % de Klip Calcio[®] 8,4 % (CaO) durante 15 s y Floríssima 825[®] 1 %; (3) 1-Metilciclopropano (1-MCP) 0,5 gm⁻³ más Floríssima 825[®] 1 %; (4) solución de 200 mgL⁻¹ de citrato de 8-hidroxiquinoleína (8-HQC) más 800 mgL⁻¹ de sulfato de aluminio (Al₂(SO₄)₃) más 2 % de sacarosa (C₁₂H₂₂O₁₁) y (5) hipoclorito de calcio (Ca (ClO)₂) 2 %. El manejo poscosecha consistió en hidratación, tratamiento de carga, almacenamiento y simulación de transporte. La mayor longevidad en florero se obtuvo en los tratamientos con ANA (ANA más Floríssima 825, 10,3 días; ANA más Floríssima 825 más calcio, 9,3 días; y ANA más Floríssima 825 más 1-MCP, 8,3 días) y la menor, en los tratamientos con 8-HQC más Al₂(SO₄)₃ más sacarosa. La interacción ANA más Floríssima 825 disminuyó significativamente el cabeceo y aumentó el consumo de agua con respecto a los demás tratamientos. Se observó un efecto sinérgico entre ANA y CaO, el cual retardó el proceso de senescencia.

Palabras claves: Rosa x hybrida, calcio, ácido α -naftalenacético (ANA), cabeceo, abscisión floral, relación fuente-vertedero.

¹Ingenieros Agrónomos. Brenntag Colombia S.A. Carretera Troncal de Occidente Km 19 (1 Km Después de Mosquera). Mosquera, Colombia. <pbolivar@brenntagla.com>

² Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. A.A. 14490, Bogotá, Colombia.

³ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. A.A. 14490, Bogotá, Colombia. <vjflorez@unal.edu.co>

⁴ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. A.A. 14490, Bogotá, Colombia. <gfischer@unal.edu.co>

ABSTRACT

α -NAPHTALEN ACETIC ACID PROLONGS VASE LIFE OF CUT ROSES

In Colombia, there are approximately 2500 ha grown in roses for the purpose of exportation. In order to improve the postharvest behavior of cut roses grown under greenhouse conditions, a study was conducted with the 'Madame Delbard' rose variety, combining pre and postharvest treatments. At preharvest: (1) Foliar sprays of Hormonagro ANA[®], and (2) Control. At postharvest: (1) Floríssima 825[®]; (2) Inmersion of the stems in a solution of 0,2 % Klip Calcio[®] 8.4 % (CaO) during 15 s and Floríssima 825[®] 1 %; (3) 1-Methylcyclopropene (1-MCP) 0,5 gm⁻³ plus Floríssima 825[®] 1 %; (4) 200 mgL⁻¹ of 8-hydroxyquinoline citrate (8-HQC) solution plus 800 mgL⁻¹ of aluminium sulphate (Al₂(SO₄)₃) plus 2% sucrose (C₁₂H₂₂O₁₁) and (5) calcium hypochlorite (Ca(ClO)₂) 2 %. The post-harvest handling consisted of hydration, pulsing, storing and transport simulation. The longest vase life was obtained with ANA treatments (ANA plus Floríssima, 10,3 days; ANA plus Floríssima plus calcium, 9,3 days; and ANA plus Floríssima plus 1-MCP, 8.3 days); and the shortest vase life was obtained with the 8-HQC plus Al₂(SO₄)₃ plus sucrose treatment. The interaction of ANA plus Floríssima reduced bent-neck significantly and increased water consumption as compared to the other treatments. There was a synergistic effect between ANA and CaO, which decreased the senescent process.

Key words: Rosa x hybrida, calcium, α -naftalenacetic acid (ANA), bent-neck, flower bud abscission, source sink relation.

Colombia ocupa el segundo lugar mundial en exportaciones de flores frescas cortadas por un valor de US \$681 millones y es el principal proveedor de los Estados Unidos. De las flores de exportación, la rosa ocupa el primer renglón en importancia con una participación en ventas del 29 %. En la actualidad, en la sabana de Bogotá, donde se concentra la producción de flores existen 5.358 ha destinadas a la producción de flor para corte, de las cuales 2.512 ha están destinadas a la producción de rosas para exportación (Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2003). Halevy y Mayak (1979) estimaron que las condiciones en las cuales han crecido las flores de corte durante la precosecha influyen entre el 30 y 70 % sobre su longevidad después del corte. Los parámetros de calidad de la flor

de corte no obtenidos en la fase de precosecha, tales como la longitud, el grosor y la consistencia de tallos; así como el tamaño y el color de los órganos florales, no se recuperarán durante el proceso de poscosecha.

Se ha detectado la abscisión floral al momento del corte en algunas variedades como una problemática en la producción de rosa en la sabana de Bogotá. Los productores reportan que durante períodos de iluminación pobre y regímenes de temperaturas nocturnas bajas, la abscisión del botón floral puede alcanzar hasta el 15 % de la producción total de rosa. Van Doorn y Stead (1997) informan que las auxinas sintéticas se han utilizado para prevenir

la abscisión floral. También, el ácido α -naftalénacético ha mostrado aumentar la longevidad en florero de rosas var. 'Ariana', pero, solamente, cuando fue aplicado en precosecha en combinación con calcio (Bolívar et al., 1999).

La vida en poscosecha de las rosas de corte frecuentemente termina de manera prematura, debido a la pérdida de la rigidez del pedúnculo floral, fenómeno conocido como "cabeceo". Sin embargo, en rosas cortadas de manera prematura, el cabeceo es causado por la lignificación deficiente del sistema vascular (Burdett, 1970). De manera general, la resistencia del pedúnculo al cabeceo depende parcialmente del crecimiento secundario: engrosamiento del pedúnculo, pero su lignificación y engrosamiento tiene lugar en una etapa relativamente tardía en el desarrollo del botón floral (Zieslin et al., 1978).

Se ha comprobado que la deficiencia de calcio propicia la senescencia, lo cual se expresa como pérdida de clorofila y proteínas, incrementando así la degradación de las membranas y la disolución de la lámina media (Starkey y Pedersen, 1997). De otra parte, Marschner (2002) reporta que aplicaciones de calcio dirigidas a los tejidos afectados pueden estabilizar las paredes celulares y regular la permeabilidad de la membrana.

La senescencia de la flor cortada está enfocada sobre tres parámetros: balance hídrico, suministro de carbohidratos y susceptibilidad al etileno. Del conocimiento de la relación entre estos factores depende el desarrollo de técnicas eficientes de

preservación (Paulin, 1992). Van Doorn; Groenewegen y Van de Pol (1991) mencionan que la apertura floral de la rosa es debida a la elongación celular, la cual es controlada por procesos hormonales. De manera análoga, los factores que ocasionan la degradación de las paredes celulares afectan el desarrollo de los pétalos. Se ha encontrado que el 1-Metilciclopropano (1-MCP) es un producto novedoso que aumenta la longevidad de flores, a través de la prevención de la acción del etileno en la célula (Han, 2000).

El objetivo de este estudio fue analizar las posibles interacciones entre la aplicación en precosecha del ácido α -naftalénacético y los tratamientos poscosecha comúnmente usados, a fin de mejorar la calidad, prolongar la longevidad floral y reducir la abscisión y el cabeceo de rosas de corte variedad 'Madame Delbard'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la finca Claveles Colombianos ubicada en la Sabana de Bogotá, municipio de Suba, Colombia, a 2650 msnm. Se utilizó rosa (*Rosa* sp.) variedad 'Madame Delbard', la cual presenta flor con pétalos de color rojo. Las plantas fueron cultivadas en condiciones de invernadero y los tallos florales fueron cosechados a las 06:00 h, considerando el punto de corte denominado "punta lápiz", es decir, cuando los pétalos externos se encontraban cerrados en su punto distal.

Los tratamientos del ensayo se dividieron en fases precosecha y poscosecha, como se muestran en la Tabla 1.

Como fuente de ácido α -naftalenacético (ANA) se utilizó el producto comercial Hormonagro ANA[®] en dosis de 0,5 mL·L⁻¹, para una concentración de 8,6 mg·L⁻¹ de i.a., aplicado con bomba estacionaria a 180 psi y en pulverización dirigida al tercio superior de las plantas, una semana antes de la cosecha. En seguida del corte, los tallos florales fueron hidratados con una solución de hipoclorito de calcio al 2 %, durante 4 h a 4 °C y, posteriormente, se procedió a su clasificación y a la confección de ramos, para luego ser tratados durante 17 horas a 2 °C con los tratamientos

mencionados en la fase de poscosecha (Tabla 1).

El Floríssima 825 es un producto comercial utilizado en la poscosecha como preservante floral en solución acuosa. Para el tratamiento con calcio en la fase de poscosecha se utilizó el producto comercial Klip Calcio[®] en solución acuosa al 0,2 %. Los tallos florales fueron sumergidos hasta el pedúnculo, por un periodo de 15 s. A continuación se siguió el tratamiento con Floríssima 825 al 1 %, como solución de carga.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en pre y poscosecha para verificar la abscisión, el “cabeceo” y la longevidad floral en rosa variedad ‘Madame Delbard’. Es un diseño factorial 2 x 5: donde los tratamientos precosecha corresponden al factor 1 y los tratamientos poscosecha al factor 2.

Precosecha	Poscosecha
(1) Ácido α -naftalenacético (8,6 mgL ⁻¹), como Hormonagro ANA [®]	(1) Floríssima 825 [®] 1 % (10 mL·L ⁻¹)
	(2) CaO (0,2 %) como Klip Calcio [®] más Floríssima 825 [®] (1 %).
	(3) 1-Metilciclopropano, 1-MCP (0,5 gm ⁻³) más Floríssima 825 [®] (1 %)
(2) Testigo (agua)	(4) Citrato de 8-hidroxiquinoleina, 8-HQC (200 mgL ⁻¹) más sulfato de aluminio, Al ₂ (SO ₄) ₃ (800 mgL ⁻¹) más sacarosa, (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁) (2 %).
	(5) Hipocloritodecalcio, Ca(ClO) ₂ (20g·L ⁻¹).

El 1-MCP se aplicó a los tallos florales de manera gaseosa, dentro de una cámara plástica con volumen de 1m³.

La solución estándar se preparó con los componentes comúnmente usados en una solución preservante para flores de rosa de corte: 200 mgL⁻¹ de citrato de 8-hidroxiquinoleina (8-HQC), como bactericida; más 800 mgL⁻¹ de sulfato de aluminio (Al₂(SO₄)₃, como corrector de pH; y sacarosa al 2 %, como sustrato respiratorio. La solución de hipoclorito de calcio (Ca(ClO)₂)

se aplicó al 2 %, como microbicida de amplio espectro.

Después de que los tallos florales fueron sometidos a los tratamientos respectivos, se mantuvieron en cajas de cartón, durante 24 h a 2 °C; a continuación, se procedió a la simulación de transporte por 24 h a 18 °C.

La evaluación de la vida en florero se llevó a cabo en condiciones de laboratorio (20 a 22 °C, 80-85 % HR, 12 h luz diaria). Las

variables medidas fueron: (a) Longevidad floral, considerada como el número de días a partir del momento en que se colocaron los tallos en floreros hasta que más del 50 % de ellos perdieran su valor ornamental, sea por cabeceo o por senescencia normal; (b) "cabeceo", dato porcentual del número de flores que presentaron este fenómeno; y (c) consumo de agua, medido en cada florero a partir del volumen inicial.

El diseño del ensayo consistió en bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x 5, con tres repeticiones en el tiempo. La unidad experimental consistió de dos floreros con cinco tallos cada uno, a los cuales se les adicionó 1 L de agua destilada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La abscisión floral o descabece no se presentó en el corte o durante la fase poscosecha, debido, probablemente, a las condiciones ambientales predominantes durante las últimas tres semanas antes de la cosecha; esto es, alta luminosidad ($35 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) y temperaturas mínimas nocturnas mayores de $6 \text{ }^\circ\text{C}$, lo cual pudo haber evitado este fenómeno fisiológico. Según Reid (1985), la baja iluminación, la deshidratación, la nutrición inadecuada y el etileno exógeno incrementan la abscisión. Además, un gradiente auxínico desde el órgano (hoja, flor o fruto) hacia el tallo mantiene la zona de abscisión en estado insensible al etileno. Osborne (1989) observó pérdida de Ca^{2+} en las paredes celulares de la zona de abscisión de las hojas, en consecuencia, aplicaciones de calcio podrían retardar tal abscisión.

Como se indica en la Figura 1, la mayor longevidad floral se obtuvo con los tratamientos que incluían ANA aplicado en

precosecha, en combinación con la utilización del preservante Floríssima 825 en poscosecha: ANA más Floríssima 825 (10,3 días); ANA más Floríssima 825 más 1-MCP (9,3 días) y ANA más Floríssima 825 más calcio (8,3 días). Esta vida en florero es mayor a los seis o siete días que, según Van Eick y Eikelbloom (1986), son el requisito mínimo para cualquier flor de corte.

La mayor longevidad floral estaría relacionada con el aumento en la fuerza vertedero de la flor, estimulado por la auxina, lo cual corresponde a lo planteado por Brenner y Cheikh (1995). Igualmente Guardiola y García-Luis (1993) destacan el efecto hormonal directo a través de una estimulación de los procesos de carga del floema en presencia de auxinas, como el AIA, actuando en la planta como señales reguladoras en las relaciones fuente-vertedero. En este sentido, Bolívar et al. (1999) constataron menor pérdida de masa seca en el botón floral y en el pedúnculo de rosa var. 'Ariana', con la aplicación de ANA una semana antes del corte, evidenciando una posible optimización de la acción del preservante Floríssima 825.

Pese a que no se verificaron diferencias estadísticamente significativas, la aplicación de calcio solamente presentó efectos positivos sobre la longevidad de los tallos florales de rosas cuando fueron tratados previamente con la auxina en precosecha (Figura 1); confirmando lo encontrado en rosa var. 'Ariana' por Bolívar et al. (1999). El modo de aplicación del calcio en la presente investigación difirió del ensayo realizado en la variedad de rosa 'Ariana' (Bolívar et al., 1999), donde éste se aplicó sobre el tercio superior de las plantas antes de la cosecha. La aplicación del calcio en poscosecha busca facilitar el manejo y,

además, evitar mayores pérdidas del producto que debe llegar solamente a los pedúnculos de los tallos.

De otro lado, la menor longevidad floral se observó con la solución estándar en poscosecha, combinado con los tratamientos testigo (2 días) y ANA (4 días) en precosecha (Figura 1). Constatándose así, la superioridad del tratamiento con Floríssima 825 en poscosecha, que estaría potencializando el efecto del ANA (Figura 1).

De manera similar al comportamiento de la variable longevidad floral, los tratamientos que incluyeron ANA en combinación con Floríssima 825 mostraron los mejores resultados en poscosecha, disminuyendo el cabeceo significativamente con respecto a los demás tratamientos, que presentaron un porcentaje de cabeceo superior al 60 % después de nueve días de vida en florero (Figura 2). Mientras que en el estudio con la variedad 'Ariana', el calcio aplicado en precosecha mejoró significativamente los resultados del tratamiento con ANA más Floríssima 825 (Bolívar et al., 1999); en 'Madame Delbard' esto no ocurrió, debido posiblemente a que el efecto del calcio podría ser varietal y/o las aplicaciones en precosecha sobre el tejido en crecimiento pueden ser más efectivas, en comparación con una inmersión en solución cálcica en poscosecha, cuando los tejidos del pedúnculo han sufrido estrés por deshidratación. Si se tiene en cuenta que las auxinas activan "los canales de calcio" en la membrana plasmática y su salida de la vacuola (Amberger, 1995), el efecto auxinas-calcio es sinérgico.

El consumo de agua tendió a ser mayor en los tratamientos testigo más Floríssima 825 más calcio (785 mL), ANA más Floríssima

825 (793,3 mL), ANA más Floríssima 825 más 1-MCP (790 mL) y ANA más Floríssima 825 más calcio (756,7 mL) (Figura 3). Posiblemente, los ingredientes del Floríssima 825 que controlan los microorganismos en el agua (Holanda-Colombia, 2000) disminuyeron la obstrucción de vasos aumentando así la absorción de agua (Van Doorn, 1997). Los tratamientos ANA más Floríssima 825 825 y ANA más Floríssima 825 825 más 1-MCP también presentaron la longevidad más larga y el menor cabeceo en la poscosecha. Fischer (1997) describe el cabeceo en las rosas de corte como un ejemplo muy especial de un metabolismo hídrico alterado, y así los tratamientos que mostraron el mayor porcentaje en este desorden (Figura 2), consumieron la menor cantidad de agua (Figura 3).

La utilización del 1-MCP como tratamiento poscosecha de rosas de corte con miras a exportación no ofrece resultados significativamente diferentes con respecto a los tratamientos habitualmente utilizados por los productores colombianos. A pesar de existir variedades de rosa susceptibles al etileno (Paulin, 1997), la especie, en general, se considera poco sensible a esta hormona.

Se puede concluir que en los tratamientos con ANA en precosecha y el incremento de la fuerza vertedero promovida por las auxinas (Brenner y Cheikh, 1995), inducen mayor translocación de carbohidratos hacia el tallo floral, aumentando su longevidad y absorción de agua durante la poscosecha. De esta forma, se potencializarían las soluciones preservantes usadas comúnmente en las fincas productoras de rosas de exportación.

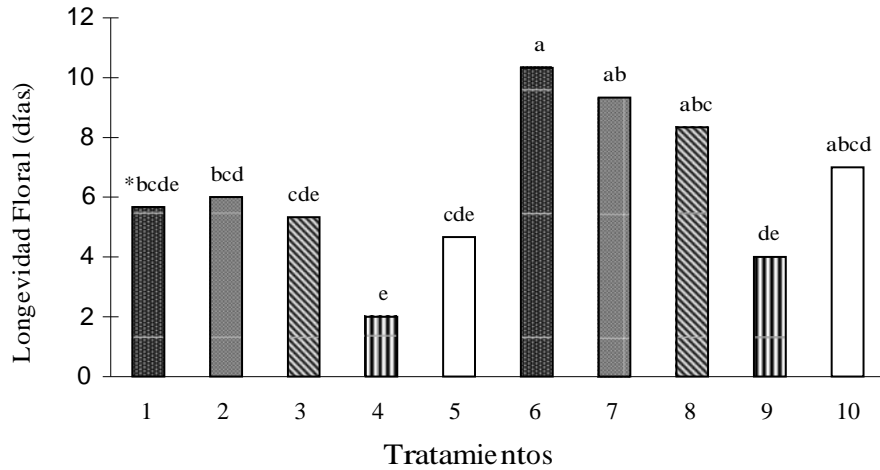


Figura 1. Efecto de tratamientos en pre y poscosecha en la longevidad de rosas de corte var. 'Madame Delbard'.

1 = Testigo x Florissima 825; 2 = Testigo x Florissima 825 más 1-MCP; 3 = Testigo x Florissima 825 más calcio; 4 = Testigo x Solución estándar; 5 = Testigo x $\text{Ca}(\text{OCI})_2$; 6 = ANA x Florissima 825; 7 = ANA x Florissima 825 más 1-MCP; 8 = ANA x Florissima 825 más calcio; 9 = ANA x Solución estándar; 10 = ANA x $\text{Ca}(\text{OCI})_2$.

*Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

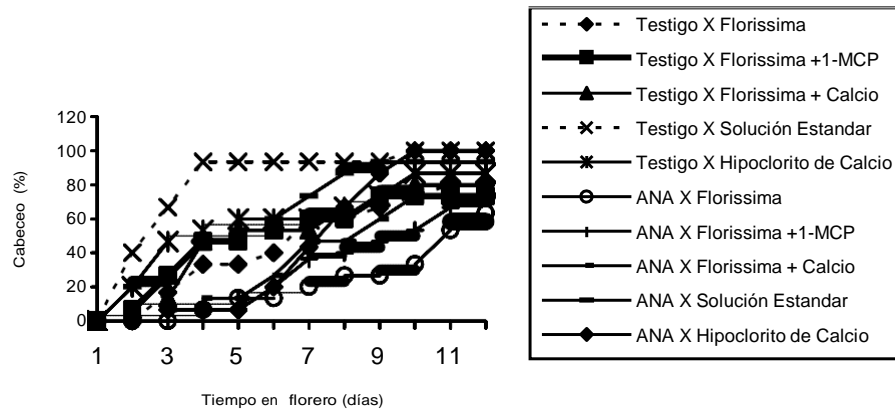


Figura 2. Efecto de tratamientos en pre y poscosecha en la incidencia de cabeceo de rosas de corte 'Madame Delbard'

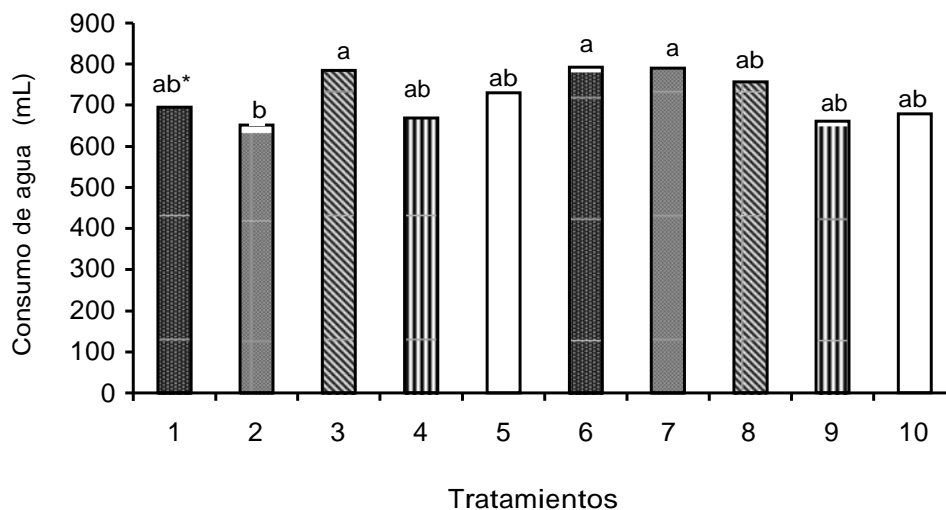


Figura 3. Efecto de tratamientos en pre y poscosecha sobre la absorción de agua por tallos florales de rosa var. 'Madame Delbard' en florero.

1 = Testigo x Floríssima 825; 2 = Testigo x Floríssima 825 más 1-MCP; 3 = Testigo x Floríssima 825 más calcio; 4 = Testigo x Solución estándar; 5 = Testigo x Ca(OCl)₂; 6 = ANA x Floríssima 825; 7 = ANA x Floríssima 825 más 1-MCP; 8 = ANA x Floríssima 825 más calcio; 9 = ANA x Solución estándar; 10 = ANA x Ca(OCl)₂.

*Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (P < 0,05)

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo recibido de las empresas COLINAGRO S. A. y CLAVELES COLOMBIANOS para el desarrollo de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

AMBERGER, A. Pflanzenernährung. 4 ed. Stuttgart, Alemania: Verlag Ulmer, 1995. 319 p.

BOLÍVAR, P., G. et al. Effect of pre- and postharvest treatments on flower longevity of 'Ariana' cut roses. En: Acta Horticulturae. Vol. 482 (1999); p. 83-87.

BRENNER, M. L. and CHEIKH, N. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. En: DAVIES, P.J., ed. Plant hormones. London: Kluwer Academic, 1995. p. 649-670.

BURDETT, A. N. The cause of bent neck in cut roses. En: Journal of the American Society for Horticultural Science. Vol. 95, No. 4 (1970); p. 427-431.

FISCHER, G. Fisiología de la flor cortada. En: Acopaflor. Vol. 4, No. 4 (1997); p. 4-23.

GUARDIOLA, J. L. y GARCÍA, L. A. Transporte de azúcares y otros asimilados. p. 149-171. En: AZCÓN-BIETO, J. y TALÓN, J. M. (eds). Fisiología de la flor cortada. Madrid: Ediciones de la Universidad de Zaragoza, 1997. p. 149-171.

- M., eds. *Fisiología y bioquímica vegetal*. Nueva York: Interamericana McGraw-Hill, 1993.
- HALEVY, A. H. and MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part 1. En: *Horticultural Reviews*. Vol.1 (1979); p. 204-236.
- HAN, S. S. Understanding ethylene and Ethylbloc. En: *The Cut Flowers Quarterly*. Vol.12, No. 3 (2000); p. 37-38.
- HOLANDA-COLOMBIA S.A. (BRENNTAG COLOMBIA S. A.) *Información técnica del producto Floríssima 825 825*. Mosquera, Bogotá: 2000.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. *Estadísticas del Centro de Documentación del Instituto Colombiano Agropecuario*. Bogotá: ICA, 2003.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2ed. London: Academic Press, 2002. 889 p.
- OSBORNE, D. J. Abscission. *CRC critical reviews*. En: *Plant Sciences*. Vol. 8 (1989); p. 103-129.
- PAULIN, A. New strategies to control cut flowers senescence evolution. En: *Acta Horticulturae*. Vol. 307 (1992); p. 189-202.
- _____. *La poscosecha de las flores cortadas: bases fisiológicas*. 2ed. Bogotá: Hortitecnia, 1997. 142 p.
- REID, M. S. Ethylene and abscission. En: *Horticultural Science*. Vol. 20, No. 1 (1985); p. 45-50.
- STARSKY, K. R. and PEDERSEN, A. R. Increased levels of calcium in the nutrient solution improves the postharvest life of potted roses. En: *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. 122, No.6 (1997); p. 863-868.
- VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. En: *Horticultural Reviews*. Vol. 18 (1997); p. 1-85.
- _____ and STEAD, A. D. Abscission of flowers and floral parts. En: *Journal of Experimental Botany*. Vol. 48, No. 309 (1997); p. 821-837.
- _____; GROENEWEGEN, G. and VAN DE POL, P. Effects of carbohydrate and water status on flower opening of cut Madelon roses. En: *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 1 (1991); p. 47-57.
- VAN EIJK, J. P. and EIKELBLOOM, W. Aspects of breeding for keeping quality in tulipan. En: *Acta Horticulturae*. Vol. 181 (1986); p. 237-243.
- ZIESLIN, N. et al. Changes in water status of cut roses and its relationship to bent-neck phenomenon. En: *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. 103, No. 2 (1978); p. 176-179.