

# MANEJO Y ALMACENAMIENTO EN SECO Y HÚMEDO DE CUATRO CULTIVARES DE ROSA DE CORTE

Gabriela Mosqueda-Lazcares<sup>1</sup>; Lourdes Arévalo-Galarza<sup>1\*</sup>;  
Guadalupe Valdovinos-Ponce<sup>1</sup>; Juan Enrique Rodríguez-Pérez<sup>2</sup>;  
Ma. Teresa Colinas-León<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.  
Correo-e: larevalo@colpos.mx (\*Autor para correspondencia).  
<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. MÉXICO. C. P. 56230.

## RESUMEN

Se evaluó la calidad postcosecha de tallos florales de cuatro cultivares de rosa (Freedom, Opera, Red alfa y Red vicer) sometidos a dos pretratamientos después de la cosecha, manejo en seco y uso de solución hidratante (Hydraflor<sup>®</sup>), y su posterior almacenamiento a 4 °C y humedad relativa de 90 % por 10 y 20 días. Después de la refrigeración, los tallos se colocaron en florero con agua de la llave o solución preservativa Crystal clear<sup>®</sup> y se evaluaron el peso fresco, la apertura floral, el consumo de agua y la vida de florero. Los resultados mostraron que la vida de florero se incrementó en los tallos manejados en seco en comparación con los tratados con Hydraflor<sup>®</sup>. El periodo de almacenamiento afectó significativamente la apertura floral, que se manifestó como una reducción de 17.2 % de los 10 a los 20 días de almacenamiento. Se recomienda el manejo en seco de los tallos de rosa en los cultivares evaluados, ya que reduce costos y mantiene la calidad final de la flor.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** Vida de florero, almacenamiento refrigerado, 'Freedom', 'Opera', 'Red alfa', 'Red vicer'.

## DRY AND WET HANDLING AND STORAGE OF FOUR CUT ROSE CULTIVARS

### ABSTRACT

The effects of dry handling and the use of hydration solution (Hydraflor<sup>™</sup>) on the postharvest quality of cut flowers of four rose cultivars (Freedom, Opera, Red alfa and Red vicer) were assessed. After treatment, the stems were stored at 4 °C and 90 % relative humidity for 10 and 20 days, after which they were placed in a vase containing tap water or Crystal Clear<sup>™</sup> preservative solution and then evaluated for fresh weight, flower opening, water uptake and vase life. The results show that vase life increases in dry-handled stems compared with those treated with Hydraflor<sup>™</sup>. The storage period significantly affected flower opening, which fell by 17.2 % with the change from 10 to 20 days of storage. Finally, dry handling is recommended for the rose stems of the cultivars evaluated, as it reduces costs and maintains the end quality of the flower.

**ADDITIONAL KEYWORDS:** Vase life, cold storage, 'Freedom', 'Opera', 'Red alfa', 'Red vicer'.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de soluciones hidratantes después de la cosecha, previa al almacenamiento refrigerado, es una de las actividades postcosecha más utilizada entre los productores de flores y ha sido ampliamente recomendada (Ruting, 1991; Van Doorn, 1997). Esta práctica tiene la finalidad de hidratar los tallos que han perdido turgencia entre la cosecha y el empaque. Además, durante el proceso de distribución, los empacadores emplean el transporte en húmedo (envases Procona) para garantizar que los tallos lleguen hidratados al mercado destino. Sin embargo, este sistema es costoso y hay rechazos en dicho mercado debido a que la calidad de los tallos florales no satisface los estándares requeridos, pues muestran fallas en la apertura floral, incidencia de botrytis y menor vida de florero (Nowak y Rudnicki, 1990).

Estudios recientes señalan que el manejo en seco de los tallos florales, es decir, tallos que no han sido hidratados durante la cosecha-almacenamiento y transporte a los centros de distribución, tienen menos pérdidas de calidad y mantienen buenas relaciones hídricas durante la vida de florero (Macnish *et al.*, 2009). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de tallos de cuatro variedades de rosa (Freedom, Opera, Red alfa y Red vicer) tratados con solución hidratante, en contraste con tallos manejados en seco antes del almacenamiento refrigerado, y los beneficios del uso de la solución comercial de florero en contraste con el agua de la llave.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se cosecharon 160 tallos de cada cultivar de rosa (Freedom, Opera, Red alfa y Red vicer) de la empresa Flores de Analco, S. C. de P. de R. L. de C. V., ubicada en Coatepec de Harinas, México. Los tallos de cada cultivar fueron seleccionados para garantizar un tamaño (70 cm longitud) y punto de corte homogéneo, y después se dividieron en dos lotes (80 tallos c/u) para la aplicación de los siguientes dos tratamientos: a) Inmersión con Hydraflor®: se prepararon 20 litros de solución, disolviendo 2 g·L<sup>-1</sup> de producto comercial en agua utilizada por el productor y se colocaron los tallos florales durante 24 h a 4 °C. Posteriormente, los tallos se sacaron de la solución, se envolvieron en papel kraft y polietileno negro, y se colocaron en cajas de cartón; b) Tratamiento en seco: después de la cosecha, los tallos de rosa se envolvieron en papel kraft y polietileno negro, y se colocaron en cajas de cartón.

Las cajas de ambos tratamientos se almacenaron a 4 °C y 90 % de humedad relativa por 10 y 20 días. Después de cada periodo de almacenamiento se tomaron 40 tallos por tratamiento por cultivar, se les eliminaron los folíolos inferiores (20 cm desde la base), se les cortaron 2 cm de la base del tallo y se dividieron nuevamente en dos lotes de 20 tallos por tratamiento por cultivar. El primer lote de tallos se colocó en frascos con 250 mL de agua de la llave

## INTRODUCTION

The application of hydration solution after harvest, but prior to cold storage, is one of the most commonly-used postharvest activities among flower producers and has been widely recommended (Ruting, 1991; Van Doorn, 1997). This practice is intended to hydrate stems that have lost turgor between harvesting and packing. Moreover, during the distribution process, packers use wet transportation (Procona containers) to ensure that the stems arrive hydrated to the target market. However, this system is costly and some flower stems are rejected in that market because their quality does not satisfy the standards required, since they show flaws in flower opening, incidence of botrytis and shorter vase life (Nowak and Rudnicki, 1990).

Recent studies show that dry-handled flower stems, i.e. stems that have not been hydrated during harvest-storage and transportation to distribution centers, have less loss of quality and maintain good water relations during vase life (Macnish *et al.*, 2009). Therefore, the aim of this study was to evaluate the quality of four rose variety (Freedom, Opera, Red alfa and Red vicer) stems treated with hydration solution, compared with stems dry handled prior to cold storage, and the benefits of using commercial vase solution compared with tap water.

## MATERIALS AND METHODS

A total of 160 stems of each rose cultivar (Freedom, Opera, Red alfa and Red vicer), obtained from a company (Flores de Analco, S. C. de P. de R. L. de C. V.) located in Coatepec de Harinas, Mexico, were harvested. The stems of each cultivar were selected to ensure a homogenous size (70 cm long) and cut point, and then divided into two lots (80 stems each) for the application of the following two treatments: a) Immersion with Hydraflor™: 20 liters of solution were prepared, dissolving 2 g·L<sup>-1</sup> of commercial product in water used by the producer, and then the flower stems were placed in it for 24 h at 4 °C. Subsequently, the stems were removed from the solution, wrapped in kraft paper and black polyethylene and placed in cardboard boxes; b) Dry treatment: after harvest, the rose stems were wrapped in kraft paper and black polyethylene, and then placed in cardboard boxes.

The boxes used in both treatments were stored at 4 °C and 90 % relative humidity for 10 and 20 days. After each storage period, 40 stems were taken per treatment per cultivar, leaflets were removed (20 cm from the base), and they were cut 2 cm from the stem base and divided again into two lots of 20 stems per treatment per cultivar. The first stem lot was placed in jars with 250 mL of tap water, which was changed every three days. The second lot was placed in vases with 250 mL of Crystal clear™ (Floralife™) vase solution (5 g·L<sup>-1</sup>). The vases were placed at 20 ± 1 °C, 50 ± 5 % RH and luminosity of 14 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> for 12 hours for evaluation.

con cambios cada tres días. El segundo lote se colocó en floreros con 250 mL de solución de florero Crystal clear® (Floralife®) (5 g·L<sup>-1</sup>). Los floreros se colocaron a 20 ± 1 °C, 50 ± 5 % HR y luminosidad de 14 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> por 12 horas para su evaluación.

Las variables evaluadas se describen a continuación. Vida de florero (VF): se consideró como el final de la vida de florero cuando los tallos presentaron doblamiento de cuello, caída de hojas y marchitez o abscisión de pétalos; se consideró a cada tallo como una unidad experimental. Cada tres días se recortó **1 cm de la parte basal del tallo** para simular la práctica que realiza el consumidor final. Peso fresco (PF): diariamente cada tallo fue pesado en una balanza digital (Setra, S1-2000S, USA). Los datos se reportan en gramos (g). Apertura floral (AF): cada tercer día se midió con un vernier digital (Truper®, México) la distancia entre los pétalos exteriores en la parte central del botón floral. Los datos se reportan en centímetros. Consumo de agua (CA): cada tercer día se pesaron los floreros y se obtuvo la diferencia, expresando los datos en gramos (g) en balanza digital (Setra, S1-2000S, USA).

El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo de tratamientos factorial de 4\*2\*2\*2 (cuatro variedades \* dos pretratamientos \* dos soluciones de florero \* dos periodos de almacenamiento). Se consideró a un tallo como unidad experimental; para el caso de peso fresco y consumo de agua se tomaron 10 tallos, mientras que los otros 10 tallos se tomaron para las variables de apertura floral y vida de florero. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), comparaciones de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) y correlaciones lineales entre pares de variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por muchos años, la industria florícola ha recomendado el uso de soluciones hidratantes posterior a la cosecha; y aunque este procedimiento no es perjudicial, es necesario reconsiderar esta práctica para algunas especies florales, pues no ofrece grandes beneficios. Como se observa en la Figura 1, la ganancia de peso fresco es similar en todos los cultivares independientemente del pretratamiento utilizado (Hydraflor® o manejo en seco), alcanzando el peso máximo a los dos y tres días después de 10 días de almacenamiento refrigerado. Posteriormente hay una reducción consistente, con marcadas diferencias en los tallos de Freedom y Opera, con relación a la solución de florero utilizada, en donde el uso de Crystal clear® retrasó las pérdidas de peso. Es posible que con el desarrollo de nuevos cultivares de rosa, la resistencia a periodos de estrés hídrico haya cambiado y la práctica de hidratar los tallos se pueda omitir (Rogers, 1973).

Existe una respuesta variable entre cultivares. Por ejemplo, tallos de rosa 'Black Magic' y 'Osiana' manejados

The variables evaluated are described below. Vase life (VL) was considered as the end of vase life when the stems presented bent neck, leaf drop and petal wilting or abscission; each stem was considered an experimental unit. Every three days 1 cm of the basal part of the stem was cut to simulate the practice performed by the final consumer. Fresh weight (FW): each stem was weighed daily on a digital balance (Setra, S1-2000S, USA). Data are reported in grams (g). Flower opening (FO): every other day the distance between the outer petals in the center of the flower bud was measured with a digital vernier caliper (Truper™, Mexico). Data are reported in centimeters. Water uptake: every other day the vases were weighed and the difference obtained, with the data expressed in grams on a digital balance (Setra, S1-2000S, USA).

The experimental design was completely randomized with a factorial treatment array of 4\*2\*2\*2 (four varieties \* two pretreatments \* two vase solutions \* two storage periods). A stem was considered the experimental unit; for fresh weight and water uptake, ten stems were taken, while the other 10 stems were taken for the variables flowering opening and vase life. Data obtained were analyzed by analysis of variance (ANOVA), Tukey's comparison of means test ( $P \leq 0.05$ ) and linear correlations between pairs of variables.

## RESULTS AND DISCUSSION

For many years, the floriculture industry has recommended post-harvest use of hydration solutions, and although this procedure is not harmful, it is necessary to reconsider its use for some plant species, since it does not offer great benefits. As shown in Figure 1, fresh weight gain is similar in all cultivars regardless of the pretreatment used (Hydraflor™ or dry handling), reaching maximum weight at two and three days after 10 days of cold storage. Later there is a consistent reduction, with marked differences in the Freedom and Opera stems, in relation to the vase solution used, in which the use of Crystal Clear™ delayed weight losses. It is possible that with the development of new rose cultivars, resistance to periods of water stress has changed and the practice of hydrating stems can thus be skipped (Rogers, 1973).

There is a variable response among cultivars. For example, 'Black Magic' and 'Osiana' rose stems handled dry showed longer vase life (3.4 and 2.8 days, respectively) than stems receiving hydration after harvest, but in the 'Charlotte', 'Freedom' and 'Vendela' cultivar stems there were no differences among treatments. On the other hand, the 'Vendela' stems hydrated after harvest had 2.5 times more damage in the petals than those handled dry (Macnish *et al.* 2009). For Freesia refracta 'Cordula', it was observed that flowers placed in dry storage at 0 to 0.5 °C could only be preserved for 14 days, whereas dry storage prolonged their storage life by up to 21 days, keeping their quality charac-

en seco mostraron mayor vida de florero (3.4 y 2.8 días, respectivamente) que los tallos que recibieron hidratación después de la cosecha, pero en los tallos de los cultivares 'Charlotte', 'Freedom' y 'Vendela' no hubo diferencias entre tratamientos. En cambio, los tallos de 'Vendela' hidratados después de la cosecha tuvieron 2.5 veces más daños en los pétalos que los manejados en seco (Macnish *et al.*, 2009). En el caso de *Freesia refracta* 'Cordula' se observó que las flores almacenadas a 0 - 0.5 °C en húmedo sólo pudieron conservarse por 14 días, mientras que el almacenamiento en seco prolongó su vida de almacenamiento hasta por 21 días, manteniendo sus características de calidad (Zencirkiran, 2002). Sin embargo, los beneficios del manejo en seco se manifiestan cuando las flores son manejadas, almacenadas y transportadas a bajas temperaturas.

La apertura floral es una característica de cada cultivar; por ejemplo, los botones florales de 'Red vicer' y 'Freedom' tuvieron mayor incremento en la apertura que los de 'Opera' (Cuadro 1). En general, los tallos manejados en seco tuvieron menor apertura floral que los hidratados con Hydraflor®, toda vez que el estrés hídrico es uno de los principales factores que afectan la apertura, debido a que en esta etapa el potencial osmótico de los pétalos se reduce, lo que resulta en niveles elevados de carbohidratos, con la consecuente demanda de agua necesaria para la expansión. Si esta demanda no se satisface, se reduce la apertura floral (Ho y Nichols, 1977). Sin embargo, aunque los tallos manejados en seco tuvieron menor apertura, hubo en ellos mayor vida de florero. En contraste, Macnish *et al.* (2009) encontraron que rosas 'Vendela' manejadas en seco presentaron mejor apertura floral que las hidratadas, mientras que Suzuki *et al.* (2001) señalan que en rosas 'Madame Delbard' no hubo diferencias en la vida de florero, apertura floral y daño en hojas de los tallos hidratados con respecto a los mantenidos en seco. Por otra parte, Mosqueda-Lazcares *et al.* (2011) mencionan que tallos hidratados antes del almacenamiento refrigerado (4 °C) tuvieron mayor incidencia de botritis (28 %) que los tallos manejados en seco. 'Pecubo' fue el cultivar más susceptible, lo que fue atribuido a que la hidratación previa al almacenamiento incrementó la humedad relativa dentro del empaque, condición que favoreció la germinación de los conidios del hongo.

Con respecto al periodo de almacenamiento, se presentó una disminución del 17.2 % en la apertura floral entre los dos periodos, lo que muestra la posible reducción de los carbohidratos de reserva en los pétalos, que resulta en una apertura menor. En cuanto al uso de soluciones de florero, en el Cuadro 1 se destacan los beneficios del uso de la solución de florero, ya que la composición de ésta incluye azúcares, biocidas y ácidos orgánicos, que contribuyen a mejorar la apertura floral y a incrementar la vida de florero de los tallos. En este caso Crystal clear® aumentó el consumo de solución (6.3 %), atribuido al bajo pH (5.0), inferior al pH del agua de la llave (6.5-7.0), lo cual contri-

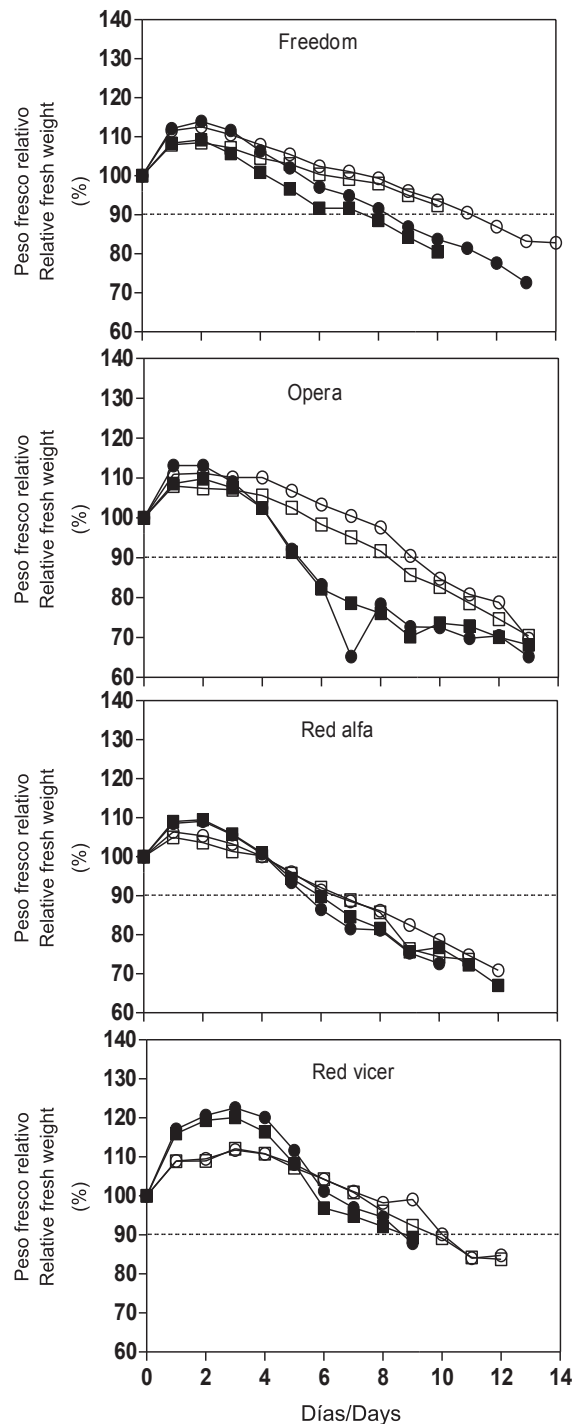


FIGURA 1. Peso fresco relativo de tallos florales de diferentes cultivares de rosa posterior al almacenamiento refrigerado (10 días, 4 °C y humedad relativa de 90 %) sometidos a diferentes tratamientos: (●) manejo en seco e hidratación con agua; (■) tratamiento con Hydraflor® e hidratación con agua; (○) manejo en seco e hidratación con Crystal clear®; (□) tratamiento con Hydraflor® e hidratación con Crystal clear® (n = 10 ± DE)

FIGURE 1. Relative fresh weight of flower stems of different rose cultivars after cold storage (10 days, 4 °C and 90 % relative humidity) and subjected to different treatments: (●) dry handling and hydration with water; (■) treatment with Hydraflor™ and hydration with water; (○) dry handling and hydration with Crystal clear™; (□) treatment with Hydraflor™ and hydration with Crystal clear™ (n = 10 ± SD)

**CUADRO 1. Comparación de medias de incremento de apertura floral, consumo acumulado de agua y vida de florero de cuatro cultivares de rosa, sometidos a diferentes soluciones y periodo de almacenamiento poscosecha.**

**TABLE 1. Comparison of means of increased flower opening, cumulative water intake and vase life in four rose cultivars subjected to different solutions and postharvest storage periods.**

Cultivar	$\Delta AF^y / \Delta FO^y$ (%)	CAA/CWC (mL)	VF/VL (días/days)
Freedom	38.7a	40.1a	11.5a
Opera	28.9c	37.0b	11.1a
Red alfa	30.7bc	23.7d	9.6b
Red vicer	40.4a	27.1c	9.1b
Pretratamiento/ Pretreatment			
Manejo seco/ Dry handling	31.2b	33.5a	10.6a
Hydraflor®	38.3a	32.2b	10.1b
Periodo de almacenamiento/ Storage period			
10 días/ 10 days	43.1a	35.2a	11.0a
20 días/ 20 days	25.9b	30.2b	9.7b
Solución de florero/ Vase solution			
Agua/ Water	30.6b	29.4b	9.9b
Crystal clear®	38.3a	35.7a	10.8a
CV	27 %	19.6 %	18 %

<sup>y</sup>Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).  $\Delta AF$ : incremento de apertura floral; CAA: Consumo de agua acumulado; VF: vida de florero; CV: coeficiente de variación.

<sup>y</sup>Values with the same letter within each column factor are equal according to Tukey's test ( $P \leq 0.05$ ).  $\Delta FO$ : increase in flower opening; CWI: cumulative water intake; VL: vase life; CV: coefficient of variation.

buye a romper la tensión superficial del agua y mejora la absorción, además de reducir la actividad bacteriana (Regan y Dole, 2010). Por otro lado, se observó una respuesta diferencial entre cultivares al consumo de agua de hasta 16.4 mL por tallo entre genotipos, lo cual se atribuye entre otras cosas, al diámetro de los vasos conductores del xilema, que desempeñan un papel importante en la capacidad de rehidratación de las flores de corte (Van Ieperen *et al.*, 2002), pues aquellos con mayor diámetro son menos eficientes para recuperar la conductividad hídrica. Por ejemplo, Hernández *et al.* (2009) compararon tallos de rosa 'Grand Gala' y 'Vega' y observaron mayor susceptibilidad al periodo seco de 'Vega', lo que atribuyeron al mayor diámetro de los vasos del xilema.

Aunque el uso de Crystal clear® en general favoreció el consumo de solución, no mostró diferencias significativas en los tallos de 'Red alfa', aunque sí incrementó su vida de florero (Cuadro 2). El uso de este producto favoreció el restablecimiento de la conductancia hídrica de los tallos después de su almacenamiento en seco (10 días), incrementando el consumo de líquido con respecto al de agua en 9.36 mL por tallo. Sin embargo, al prolongar a 20 días el almacenamiento, la diferencia entre el consumo de Crystal clear® y agua fue de sólo 2.64 mL.

Se ha mostrado que cuando los tallos florales se mantienen sin agua por un tiempo considerable, se presenta una

teristics (Zencirkiran, 2002). However, the benefits of dry handling are shown when flowers are handled, stored and transported at low temperatures.

Flower opening is a characteristic of each cultivar; for example, the 'Red vicer' and 'Freedom' flower buds had a greater increase in flower opening than those of 'Opera' (Table 1). In general, dry-handled stems had less flower opening than those hydrated with Hydraflor™, since water stress is one of the main factors affecting opening, because at this stage the osmotic potential of the petals is reduced, resulting in high levels of carbohydrates, with the consequent demand for the water necessary for expansion. If this demand is not met, flower opening is reduced (Ho and Nichols 1977). However, although the dry-handled stems had less opening, they had longer vase life. By contrast, Macnish *et al.* (2009) found that dry-handled 'Vendela' roses showed better flower opening than those hydrated, while Suzuki *et al.* (2001) note that in 'Madame Delbard' roses there were no differences in vase life, flower opening and leaf damage between stems handled dry and wet. Moreover, Mosqueda-Lazcares *et al.* (2011) mention that stems hydrated prior to cold storage (4 °C) had a higher incidence of botrytis (28 %) than those handled dry. 'Pecubo' was the most susceptible cultivar, which was attributed to pre-storage hydration increasing the relative humidity inside the package, a condition favoring the germination of the conidia of the fungus.

**CUADRO 2. Efecto de la solución de hidratación posterior al almacenamiento refrigerado en el consumo de agua y vida de florero en cuatro cultivares de rosa.**

**TABLE 2. Effect of hydration solution after cold storage on water intake and vase life in four rose cultivars.**

Cultivar	Solución/ Solution	CAA/CSI (mL)	VF/VL (días/days)
Freedom	Agua/Water	34.6c	11.6a
	Crystal clear®	45.2a	11.3ab
Opera	Agua	33.0d	11.0ab
	Crystal clear®	40.3b	11.2ab
Red alfa	Agua	23.5f	8.5d
	Crystal clear®	23.9f	10.6bc
Red vicer	Agua	23.3f	8.3d
	Crystal clear®	29.5e	9.9c
CV (%)		25.9	12.4

Letras diferentes dentro de la misma columna son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ . CAA: Consumo de solución acumulado; VF: vida de florero.

Different letters within the same column are significantly different according to Tukey's test at  $P \leq 0.05$ . CSI: Cumulative solution intake; VL: vase life.

reducción en su absorción, debido al embolismo (presencia de aire en los vasos) y a la deshidratación de las paredes del xilema; sin embargo, aunque el almacenamiento a baja temperatura (0 °- 4 °C) es recomendable en el manejo postcosecha de flor de corte, los tiempos prolongados de almacenamiento podrían estar desencadenando una respuesta fisiológica al interior del tallo, reduciendo aún más la capacidad de recuperación hídrica del tallo floral, independientemente de si el tallo floral haya sido hidratado o manejado en seco (Van Meeteren *et al.*, 2006; Van Doorn, 1997; Van Meeteren y Arévalo, 2009).

### CONCLUSIONES

La calidad de los tallos de los cultivares Freedom, Opera, Red alfa y Red vicer manejados en seco fue comparable a los tallos tratados con Hydraflor® con diferencias significativas en la vida de florero, pero con menor apertura floral. El uso de solución de florero Crystal clear® posterior al almacenamiento refrigerado es recomendable ya que incrementa la apertura floral, la absorción de solución y la vida de florero de los tallos. Por lo anterior, es necesario realizar más trabajos en especies y cultivares en particular para ver la conveniencia de implementar el manejo en seco de los tallos, toda vez que los cultivares de rosas de corte evaluados presentan una calidad similar a los tallos manejados bajo el sistema tradicional.

### AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del proyecto SAGARPA-CONACYT 11875; a la Línea Prioritaria de Investigación en Calidad, Inocuidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7) del Colegio de Postgraduados, y al ingeniero Hugo Domínguez

Regarding the storage period, there was a 17.2 % decrease in flower opening between the two periods, which shows the possible reduction of reserve carbohydrates in the petals, resulting in less opening. As for the use of vase solutions, Table 1 highlights the benefits of using vase solution, since its composition includes sugars, biocides and organic acids that contribute to improving flower opening and increasing the vase life of the stems. In this case Crystal clear™ increased solution consumption (6.3 %), attributable to the low pH (5.0), lower than the pH of tap water (6.5-7.0), which in this case Crystal Clear™ solution increased solution uptake (6.3%), attributable to the low pH (5.0), lower than the pH of tap water (6.5-7.0), which helps break the surface tension of water, improves absorption and reduces bacterial activity (Regan and Dole, 2010). On the other hand, a differential response was observed among cultivars with water intake of up to 16.4 mL per stem between genotypes, which is attributable to, among other things, the diameter of conductive xylem vessels, which play an important role in the rehydration capacity of cut flowers (Van leperen *et al.*, 2002), as those with larger diameter are less efficient at recovering water conductivity. For example, Hernández *et al.* (2009) compared 'Grand Gala' and 'Vega' rose stems and observed increased susceptibility to dry period in 'Vega', which they attributed to the larger diameter of the xylem vessels.

Although using Crystal Clear™ generally favored solution intake, there were no significant differences in the 'Red alfa' stems, although it did increase their vase life (Table 2). The use of this product favored the restoration of water conductance in the stems after dry storage (10 days), increasing liquid uptake compared to that of water by 9.36 mL per stem. However, by extending the storage period to 20 days, the difference between Crystal Clear™ and water intake was only 2.64 mL.

It has been shown that when flower stems are kept without water for a considerable time, a reduction occurs in their absorption due to embolism (presence of air in the vessels) and dehydration of the xylem walls; however, although storage at low temperature (0-4 °C) is recommended in postharvest cut flower handling, prolonged storage periods could be triggering a physiological response inside the stem, further reducing the water recovery ability of the flower stem, regardless of whether the stem has been hydrated or handled dry (Van Meeteren *et al.*, 2006; Van Doorn, 1997; Van Meeteren and Arévalo, 2009).

### CONCLUSIONS

The quality of dry-handled stems of cultivars Freedom, Opera, Red alfa and Red vicer was comparable to those treated with Hydraflor™ with significant differences in vase life, but with less flower opening. Using Crystal Clear™ vase solution after cold storage is recommended because it increases flower opening, solution uptake and

Sepúlveda, de Flores de Analco, S. C. de P. de R. L. de C. V., por su apoyo para la realización de este trabajo.

#### LITERATURA CITADA

- HERNÁNDEZ, H. F.; ARÉVALO-GALARZA, L.; COLINAS-LEÓN, M. T.; ZAVALETA-MANCERA H. A.; VALDES-CARRASCO, J. 2009. Diferencias anatómicas y uso de soluciones de pulso en dos cultivares de rosa (*Rosa* sp.). Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 11-16.
- HO, C.; NICHOLS, R. 1977. Translocation of 14C-sucrose in relation to changes in carbohydrate content in rose corollas cut at different stages of development. Annals of Botany. 41: 227-242.
- MACNISH, A. J.; DE THEIJE, D.; REID, M. S.; JIAN, C. Z. 2009. An alternative postharvest handling strategy for cut flowers-dry handling after harvest. Acta Horticulturae 847: 215-222.
- MOSQUEDA-LAZCARES, G.; ARÉVALO-GALARZA, L.; VALDOVINOS-PONCE, G.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. E.; COLINAS-LEÓN, M. T. 2011. Época de corte y manejo postcosecha de ocho cultivares de rosa de corte. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2(3): 591-602.
- NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. Timber Press Inc., Portland, Oregon, U.S.A.
- REGAN, E. R.; J. M. DOLE. 2010. Postharvest handling procedures of *Matthiola incana* 'Vivas Blue'. Postharvest Biology and Technology 58: 268-273.
- ROGERS, M. N. 1973. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. HorScience 8(3): 189-194.
- RUTING, A. 1991. Effects of wetting agents and cut flower food on the vase life of cut roses. Acta Horticulturae 298: 69-74.
- SUZUKI, A.; LEONARD, R. T.; NELL, T. A.; BARRET, J. E.; CLARK, D. G. 2001. Effects of retail hydration on water uptake and quality of 'Madame Delbard' roses after long term transport. Acta Horticulturae 543: 251-256.
- vase life in stems. Therefore, it is necessary to carry out further work on species and particularly cultivars to determine the desirability of using dry handling for stems, since the cut rose cultivars tested have a similar quality to the stems managed under the traditional system.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank Mexico's National Science and Technology Council (CONACYT) through SAGARPA-CONACYT project 11875, the Priority Line of Research on Quality, Food Safety and Biosecurity (LPI-7) of the Colegio de Postgraduados, and Hugo Domínguez Sepúlveda, of Flores de Analco, S.C. de P. de R. L. de C.V., for their support in carrying out this work.

*End of English Version*

- VAN DOORN, W. G. 1997. Water relations of cut flowers. Horticultural Reviews 18: 1-85.
- VAN IEPEREN, W.; VAN MEETEREN, U.; NIJSSE, J. 2002. Embolism repair in cut flower stems: a physical approach. Postharvest Biology and Technology 25: 1-14.
- VAN MEETEREN, U.; ARÉVALO G., L.; VAN DOORN, W. G. 2006. Inhibition of water uptake after dry storage of cut flowers: role of aspired air and wound-induced processes in chrysanthemum. Postharvest Biology and Technology 41: 70-77.
- VAN MEETEREN, U.; ARÉVALO G., L. 2009. Obstruction of water uptake in cut chrysanthemum stems after dry storage: role of wound-Induced Increase in enzyme activities and air emboli. Acta Horticulturae 847: 199-206.
- ZENCIRKIRAN, M. 2002. Cold storage of *Freesia refracta* 'Cordula'. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 30: 171-174.