



## Rehydration and longevity in flower stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman' stored in dry at room temperature

## Rehidratación y longevidad en tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' almacenados en seco a temperatura ambiente

De la Cruz-Guzmán, G. H., Saucedo-García, D. M. Arriaga-Frías, A., Mandujano-Piña, M.,

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala,  
Av. de los Barrios Núm. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla Estado de México. C.P. 54090. México.

### ABSTRACT

The effect of environmental exposure on the rehydration of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman' stems and the time during which they can be stored without detriment in their vase life were evaluated. One hundred and forty stems of each species were harvested and transported to the laboratory, half were exposed to room temperature, the others were packed, in groups of ten, and stored in dry between 1 and 7 days (d). Diameter, number and area of the vessels and vulnerability index (VI), rehydration and moisture content in the exposed stems, temperature and RH inside the packages, fresh weight (FW), absorption rate (AR) and vase life (VL) were evaluated. The number of vessels was higher in chrysanthemum 'Hartman', however, the diameter; area and VI were higher in rose 'Topaz'. The number of flower stems that were rehydrated was higher in chrysanthemum than in rose, in this, the loss of wetness was faster. Inside of the packages the temperature was maintained at 23 °C and the RH at 95 %, while the wetness of the flower stems was  $\geq 95$  %. In rose 'Topaz', the FW and the AR were higher in the stems stored for 1 or 3 d, in chrysanthemum for 1 to 6 d. In conclusion, rose 'Topaz'

#### Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: March 08<sup>th</sup> 2017.

Accepted/Aceptado: August 18<sup>th</sup> 2017.

Available on line/Publicado: September 20<sup>th</sup> 2018.

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de la exposición al ambiente en la rehidratación de tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman', y el tiempo durante el cual pueden almacenarse sin detrimento en su vida de florero. Ciento cuarenta tallos de cada especie fueron cosechados y transportados al laboratorio, la mitad se expuso a temperatura ambiente, los otros se empaquetaron, en grupos de diez, y se almacenaron en seco entre 1 y 7 días (d). Se evaluó diámetro, número y área de los vasos e índice de vulnerabilidad (IV), rehidratación y contenido de humedad en los tallos expuestos, temperatura y HR dentro de los paquetes, peso fresco (PF), tasa de absorción (TAS) y vida de florero (VF). El número de vasos fue mayor en crisantemo 'Hartman', sin embargo, el diámetro, el área y el IV fueron mayores en rosa 'Topaz'. El número de tallos florales rehidratados fue mayor en crisantemo que en rosa, en esta, la pérdida de humedad fue más rápida. Dentro de los paquetes la temperatura se mantuvo en 23 °C y la HR en 95 %, mientras que la humedad de los tallos fue  $\geq 95$  %. En rosa 'Topaz', el PF y la TAS fueron mayores en los tallos almacenados por 1 o 3 d, en crisantemo por 1 a 6 d. En conclusión, rosa 'Topaz' es más sensible a la deshidratación que crisantemo 'Hartman', ambos pueden almacenarse en seco a temperatura ambiente, por 3 y 6 d sin afectar su vida de florero.

#### \*Corresponding Author:

Gumerindo H. De la Cruz Guzmán, Mailing address: Av. de los Barrios Núm. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. C. P. 54090. Phone: +52(55) 5623 1257; fax, +52(55) 5623 1257. E-mail: [delacruz.gumerindo@colpos.mx](mailto:delacruz.gumerindo@colpos.mx)

is more sensitive to dehydration than chrysanthemum 'Hartman', both can be stored in dry at room temperature, for 3 and 6 d without effect on their vase life.

---

## KEY WORDS

---

Dry handling; Uptake rate; Vessel elements; Fresh weight; Vase life.

---

## Introduction

After the harvest, the flower stems of rose 'Polo' can be handled in wet if it is introduced into preservative solutions, or in dry if they are wrapped with Kraft paper and black polyethylene bags (De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016). In freezing rooms, the storage between 0 and 2 °C, because at higher temperatures, the respiratory rate increases exponentially and the senescence accelerates, for example, flower stems of carnations and roses stored at 20 or 30 °C have a respiratory rate 25 or 45 times higher compared to those stored between 0 and 2 °C (Reid, 2009). However, when there is no access to refrigeration systems, the dry storage at room temperature becomes a suitable option of postharvest handling due to the creation of a modified atmosphere (Lange, 2000). Inside of the packages, the flower stem transpiration dampens the Kraft paper and increases relative wetness, the respiration lessens the oxygen concentration and elevates the levels of CO<sub>2</sub> (Goszcynska y Rudnicki, 1983). In these conditions, the cellular metabolism diminishes and the storage extends. (Rudnicki *et al.*, 1986). In flower stems of carnation 'Scarlet', the modified atmospheres inhibit the respiration and extend the longevity (Burana *et al.*, 2014).

When placed in a vase, the stems with dry storage, reestablish the water flow in a shorter period of time, this is because the lack of water produces stress in the xylem, diminishes the water potential ( $\Psi$ ) and creates a gradient between the  $\Psi$  of the solution and the xylem content that generates a higher hydration force than in wet handling (Faragher *et al.*, 1984; Cevallos and Reid, 2000; Macnish *et al.*, 2009).

In cut flowers, the number and area of the vessel elements may affect directly in the water absorption of the flower stems (Zimmerman, 1978; Taiz *et al.*, 2010). Vessels with large diameters (> 75  $\mu$ m) have less resistance to water flow and are more susceptible to embolism, compared to

---

## PALABRAS CLAVE

---

Manejo seco; Tasa de absorción; Elementos de vaso; Peso fresco; Vida de florero.

---

## Introducción

Después de la cosecha, los tallos florales de rosa 'Polo' pueden manejarse en húmedo si se introducen en soluciones preservantes, o en seco si se envuelven con papel kraft y bolsas de polietileno negro (De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016). En las cámaras frigoríficas, el almacenamiento se realiza entre 0 y 2 °C, ya que, a temperaturas mayores la tasa de respiración se incrementa de manera exponencial y la senescencia se acelera, por ejemplo, tallos florales de claveles y rosas almacenados a 20 o 30 °C tienen una tasa respiratoria 25 o 45 veces mayor comparada con los almacenados entre 0 y 2 °C (Reid, 2009). Sin embargo, cuando no se cuenta con sistemas de refrigeración, el almacenamiento seco a temperatura ambiente resulta una opción viable de manejo postcosecha debido a que se genera una atmósfera modificada (Lange, 2000). En el interior de los empaques, la transpiración de los tallos florales humedece el papel kraft y aumenta la humedad relativa, la respiración abate la concentración de oxígeno y eleva los niveles de CO<sub>2</sub> (Goszcynska y Rudnicki, 1983). En estas condiciones, el metabolismo celular disminuye y el almacenamiento se prolonga (Rudnicki *et al.*, 1986). En tallos florales de clavel 'Scarlet', las atmósferas modificadas inhiben la respiración y prolongan la longevidad (Burana *et al.*, 2014).

Cuando se colocan en el florero los tallos con almacenamiento seco restablecen en menor tiempo el flujo hídrico, ya que la ausencia de agua genera estrés en el xilema, disminuye el potencial hídrico ( $\Psi$ ) y crea un gradiente entre el  $\Psi$  de la solución y el contenido del xilema que genera una fuerza de hidratación mayor que en manejo húmedo (Faragher *et al.*, 1984; Cevallos y Reid, 2000; Macnish *et al.*, 2009).

En flores de corte, el número y área de los elementos de vaso pueden influir de manera directa en la absorción de agua de los tallos florales (Zimmerman, 1978; Taiz *et al.*, 2010). Vasos con diámetros grandes (> 75  $\mu$ m) tienen menor resistencia al flujo hídrico y son más susceptibles al embolismo comparado con los de calibre menor (van Doorn y Reid, 1995; van Meeteren *et al.*, 1999; Jedrzejuk *et al.*, 2012).

those of a smaller caliber (van Doorn and Reid, 1995; van Meeteren *et al.*, 1999; Jedzejuk *et al.*, 2012).

In woody species, the vulnerability index (VI), which is obtained when dividing the diameter of the vessel elements by the number of vessels  $\text{mm}^{-2}$ , is a measure of the resistance to water stress. Cultivars with VI values higher than 1.0 are vulnerable or little resistant to water stress, those with values lower than 1.0 occurred because the stems were stressed and are resistant to embolism (Carlquist, 1977; Hacke *et al.*, 2001).

In postharvest handling, the exposure to environment or the storage conditions of flower stems, associated with the characteristics of the vessel elements, may result in differences in water flow recovering and vase life of rose and chrysanthemum. Therefore, the objectives of this work are: To evaluate the effect of exposure to room temperature ( $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) for 48 h in rehydration of flower stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman', and to determine the time during which these flower stems can be stored at room temperature ( $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) without detriment in their vase life.

## Materials and Methods

The stems of rose 'Topaz' came from mother plants, six years old, which are grown in the corporation Flores Selectas de Tequexquináhuac, S. de P. R. de R. L., those of chrysanthemum 'Hartman' were grown under plastic covering in summer 2015 in Tequexquináhuac, Texcoco, Estado de México. At 7:00 am 140 flower stems of rose 'Topaz' and 140 of chrysanthemum 'Hartman' were picked, with length between 60 and 65 cm and average foliar area of  $410 \pm 15$  and  $96 \pm 3.5 \text{ cm}^2$ , respectively. Ten stems were transported in wet, submerged in water at 15 cm above their base, and 130 in dry, wrapped with Kraft paper and black polyethylene bags. At the laboratory, the stems handled in wetness or control were trimmed off 3 cm in its basal part, they were weighted, placed in vases with 250 mL of solution prepared with  $0.7\text{mM CaCl}_2 + 1.5\text{mM NaHCO}_3 + 0.005\text{mM CuSO}_4$  (van Meeteren *et al.*, 2001). They were randomly distributed in the laboratory at room temperature with a lightening of  $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , at a temperature of  $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , relative humidity of  $45 \pm 7.5 \%$  and a photoperiod of 12 h. The flower stems handled in dry were separated in two groups of 60 and 70 stems each; the stems of the first group were packed and exposed horizontally at the room temperature of the laboratory during 48 h. The stems in the

Para especies leñosas, el índice de vulnerabilidad (IV), que se obtiene al dividir el diámetro de los elementos de vaso entre el número de vasos  $\text{mm}^{-2}$ , es una medida de la resistencia al estrés hídrico. Cultivares con valores de IV superiores a 1.0 son vulnerables o poco resistentes al estrés hídrico, los que tienen valores menores que 1.0 significa que los tallos estuvieron estresados y son resistentes al embolismo (Carlquist, 1977; Hacke *et al.*, 2001).

En el manejo postcosecha, la exposición al ambiente o las condiciones en que se almacenan los tallos florales, asociado a las características de los elementos de vaso, puede traer diferencias en la recuperación del flujo hídrico y vida en florero de rosa y crisantemo, por lo que este trabajo tuvo como objetivos: Evaluar el efecto de la exposición a temperatura ambiente ( $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) por 48 h en la rehidratación de tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman', y determinar el tiempo durante el cual estos tallos florales pueden almacenarse a temperatura ambiente ( $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) sin detrimento en su vida de florero.

## Materiales y Métodos

Los tallos de rosa 'Topaz' provinieron de plantas madre, de seis años, que se cultivan en la empresa Flores Selectas de Tequexquináhuac, S. de P. R. de R. L., los de crisantemo 'Hartman' fueron cultivados bajo cubierta plástica en verano de 2015 en Tequexquináhuac, Texcoco, Estado de México. A las 7:00 am se cosecharon 140 tallos florales de rosa 'Topaz' y 140 de crisantemo 'Hartman' con longitudes entre 60 y 65 cm y área foliar promedio de  $410 \pm 15$  y  $96 \pm 3.5 \text{ cm}^2$  respectivamente. Diez tallos se transportaron en húmedo, sumergidos en agua 15 cm por arriba de su base, y 130 en seco, envueltos con papel kraft y bolsas de polietileno negro. En el laboratorio, los tallos con manejo húmedo o control se recortaron 3 cm en su porción basal, se pesaron, se colocaron en floreros con 250 mL de solución preparada con  $0.7\text{mM CaCl}_2 + 1.5\text{mM NaHCO}_3 + 0.005\text{mM CuSO}_4$  (van Meeteren *et al.*, 2001), y se distribuyeron al azar en el ambiente del laboratorio con iluminación de  $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , temperatura de  $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , humedad relativa de  $45 \pm 7.5 \%$  y fotoperiodo de 12 h. Los de manejo seco se separaron en dos grupos de 60 y 70 tallos florales cada uno; los del primer grupo se desempaquetaron y se expusieron, en forma horizontal, al ambiente del laboratorio por 48 h, los del segundo grupo se recortaron 3 cm de su base, se pesaron y formaron 7 subgrupos de 10 tallos florales cada uno. Cada subgrupo se envolvió con papel kraft y

second group were trimmed off 3 cm from their base, were weighted and seven subgroups were formed of 10 flower stems each. Each subgroup was wrapped with Kraft paper and bags of black polyethylene and were stored between 1 and 7 d in the same room.

Evaluated items:

**Diameter, number and area of the vessel elements and vulnerability index (VI).** In 3 flower stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman', fractions of 3 cm in length in the central part were obtained and fixed in FAA (formaldehyde, 10; alcohol, 50; acetic acid, 5 and distilled water, 35 mL), to be included later into paraffin wax and make cross sections of 20  $\mu\text{m}$  (Ruzin, 1999). The images were processed with a photomicroscope (III, Carl Zeiss) with a built-in digital camera for microscopy (PAXcam 3). From each species, 45 fields (15 per stem section) were selected and the number of vessels  $\text{mm}^{-2}$  were counted with the aim of 16 X. For the diameter and area of the vessel elements, the quality of the images was improved with the free software GIMP, 2.8.4, the values were obtained with "Image tool", 3.40 (Willcox *et al.*, 2002). The vulnerability index (VI) was calculated with the equation suggested by Hacke *et al.*, (2001).

**Rehydration of the flower stems exposed to room temperature during 48 h.** Every 8 h, 7 flower stems of rose 'Topaz' and 7 of chrysanthemum 'Hartman' were randomly picked, they were trimmed 3 cm from their base, weighed on a digital scale (Velab<sup>®</sup> ES-1000H, with 0.01 g precision) and each of them was placed in a vase with 250 mL of solution prepared with 0.7mM  $\text{CaCl}_2$  + 1.5mM  $\text{NaHCO}_3$  + 0.005mM  $\text{CuSO}_4$  (van Meeteren *et al.*, 2001). The stems whose fresh weight was  $\geq 95\%$ , in relation to the initial mass, 24 h after being placed in the vase, were considered rehydrated flower stems.

**Moisture content in the flower stems exposed to room temperature during 48 h.** It was determined every 8 h by randomly picking 3 flower stems of rose and 3 of chrysanthemum. The biomass from each of them was registered and the dry biomass was obtained, in an oven at 80 °C during 24 h, from leaves, flower stems and buds. The moisture content was obtained with the equation (1):

$$(1) \text{ Moisture content (\%)} = 1 - \frac{\text{Dry biomass}}{\text{Fresh biomass}} (100)$$

**Temperature and relative humidity (RH) inside the packages, moisture content in the flower stems stored in dry between 1 and 7 days (d).** Sensors (HOBO<sup>®</sup>)

bolsas de polietileno negro y se almacenaron entre 1 y 7 d en el mismo ambiente.

Se evaluó:

**Diámetro, número y área de los elementos de vaso e índice de vulnerabilidad (IV).** En 3 tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' se obtuvieron fracciones de 3 cm de longitud en la parte media y se fijaron en FAA (formaldehído, 10; alcohol, 50; ácido acético, 5 y agua destilada, 35 mL), para luego incluirse en parafina y realizar cortes transversales de 20  $\mu\text{m}$  (Ruzin, 1999). Las imágenes se procesaron con un fotomicroscopio (III, Carl Zeiss) con cámara digital para microscopía (PAXcam 3) integrada. De cada especie se seleccionaron 45 campos (15 por fracción de tallo) y se contó el número de vasos  $\text{mm}^{-2}$  con el objetivo de 16 X. Para el diámetro y área de los elementos de vaso, la calidad de las imágenes se mejoró con el software libre GIMP, 2.8.4, los valores se obtuvieron con "Image tool", 3.40 (Willcox *et al.*, 2002). El índice de vulnerabilidad (IV) se calculó con la ecuación propuesta por Hacke *et al.*, (2001).

**Rehidratación de los tallos florales expuestos al ambiente por 48 h.** Cada 8 h se seleccionaron al azar 7 tallos florales de rosa 'Topaz' y 7 de crisantemo 'Hartman', se recortaron 3 cm de su base, se pesaron con una balanza digital (Velab<sup>®</sup> ES-1000H, con 0.01 g de precisión) y cada uno se colocó, en un florero con 250 mL de solución preparada con 0.7mM  $\text{CaCl}_2$  + 1.5mM  $\text{NaHCO}_3$  + 0.005mM  $\text{CuSO}_4$  (van Meeteren *et al.*, 2001). Se consideró como tallos florales rehidratados aquellos cuyo peso fresco fue  $\geq 95\%$ , respecto a la masa inicial, 24 h después de colocarse en el florero.

**Contenido de humedad en los tallos florales expuestos al ambiente por 48 h.** Se determinó, cada 8 h, mediante la selección al azar de 3 tallos florales de rosa y 3 de crisantemo. De cada uno se registró la biomasa fresca y se obtuvo la biomasa seca, en un horno a 80 °C por 24 h, de hojas, tallos y botones florales. El contenido de humedad se obtuvo con la ecuación (1):

$$(1) \text{ Contenido de humedad (\%)} = 1 - \frac{\text{Biomasa seca}}{\text{Biomasa fresca}} (100)$$

**Temperatura y humedad relativa (HR) dentro de los paquetes, contenido de humedad en los tallos florales almacenados en seco entre 1 y 7 días (d).** En el interior de cada paquete se colocaron sensores (HOBO<sup>®</sup>) para medir la temperatura y humedad relativa alrededor de los tallos florales. Al desempaquetar los tallos florales se

were placed inside each package to measure temperature and relative humidity around the flower stems. When the flower stems were unpacked, moisture content was determined through the equation (1), in 3 flower stems of rose and 3 of chrysanthemum. The 7 remaining were weighed, trimmed at 3 cm from their base and weighed again, then placed in vases with 250 mL of solution (van Meeteren *et al.*, 2001), forming this way the experimental units that were randomly distributed in the laboratory. It was evaluated:

**Fresh weight (FW) absorption rate of the solution (ARS).** With the digital scale (Velab® ES-1000H, with 0.01 g precision), the fresh weight of the flower stems and the solution of the base were daily registered, and the FW was calculated in percentage and the ARS in  $\text{mL g}^{-1} \text{d}^{-1}$  (Rezvanypour and Osfoori, 2011).

**Flower opening index (OI) and flower vase life (VL).** The OI was obtained by means of dividing the flower opening as a result of the treatments by the average flower opening,  $88.7 \pm 7.4$  for rose 'Topaz' and  $126.75 \pm 1.20$  mm for chrysanthemum 'Hartman'. The VL was determined by means of counting the amount of days that the flower stems remained in the base without showing bent neck symptoms, petal falling, leaf withering or yellowing.

**Statistical Analysis.** Descriptive statistic was applied to the results of rehydration; the moisture content, amount and area of the vessel elements, fresh weight, absorption rate of the solution and flower vase life were processed through variance analysis of a factor and measurement comparison tests (Tukey, 0.05). The SAS® statistic package v. 9.0 for Windows was used.

## Results and Discussion

### Diameter, number and area of the vessel elements and vulnerability index (VI)

In chrysanthemum 'Hartman', the number of vessels was significantly higher than in rose 'Topaz'. Nevertheless, the diameter, area and vulnerability index were higher in rose than in chrysanthemum (Table 1).

The diameter of the vessels varies among cultivars, for rose 'Grand Gala', 'Vega' and 'Polo', it fluctuates within 13.2 to 39.3, 14.7 to 67.7 and 100 to 180  $\mu\text{m}$ , respectively (Hernández-Hernández *et al.*, 2009; De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016).

determinó el contenido de humedad, con la ecuación (1), en 3 tallos florales de rosa y 3 de crisantemo. Los 7 restantes se pesaron, se recortaron 3 cm de su base, se pesaron nuevamente, y colocaron en floreros con 250 mL de solución (van Meeteren *et al.*, 2001), formándose así las unidades experimentales que se distribuyeron al azar en el laboratorio. Se evaluó:

**Peso fresco (PF) y tasa de absorción de la solución (TAS).** Con la balanza digital (Velab® ES-1000H, con 0.01 g de precisión), se registraron diariamente, el peso fresco de los tallos florales y el de la solución del florero y se calculó el PF en porcentaje y la TAS en  $\text{mL g}^{-1} \text{d}^{-1}$  (Rezvanypour y Osfoori, 2011).

**Índice de apertura floral (IA) y vida de florero (VF).** El IA se obtuvo al dividir la apertura floral por efecto de los tratamientos entre la apertura floral promedio,  $88.7 \pm 7.4$  para rosa 'Topaz' y  $126.75 \pm 1.20$  mm para crisantemo 'Hartman'. La VF se determinó contando el número de días que los tallos florales permanecieron en el florero sin mostrar síntomas de cabeceo, caída de pétalos, marchitez o amarillamiento de las hojas.

**Análisis Estadístico.** A los resultados de rehidratación se les aplicó estadística descriptiva, el contenido de humedad, número y área de los elementos de vaso, peso fresco, tasa de absorción de la solución y vida de florero se procesaron mediante análisis de varianza de un factor y pruebas de comparación de medias (Tukey, 0.05). Se utilizó el paquete estadístico SAS® v. 9.0 para Windows.

## Resultados y Discusión

### Diámetro, número y área de los elementos de vaso e índice de vulnerabilidad (IV)

En crisantemo 'Hartman', el número de vasos fue significativamente mayor que en rosa 'Topaz'. Sin embargo, el diámetro, el área de los vasos y el índice de vulnerabilidad fueron mayores en rosa que en crisantemo (Tabla 1).

El diámetro de los vasos varía entre cultivares, para rosa 'Grand Gala', 'Vega' y 'Polo' oscila entre 13.2 a 39.3, 14.7 a 67.7 y 100 a 180  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Hernández-Hernández *et al.*, 2009; De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016).

Estas variaciones pueden afectar la hidratación de los tallos florales, debido a que los vasos grandes presentan menos resistencia al flujo, pero son más susceptibles a la cavitación

**Table 1.**  
**Number, diameter and area of the vessels and vulnerability index in the middle part of the flower stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman'.**

**Tabla 1.**  
**Número, diámetro y área de los vasos e índice de vulnerabilidad en la parte media de tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.**

Floral stems	Vessels			VI
	Number (mm <sup>2</sup> )	Diameter (μm)	Area (μm <sup>2</sup> )	
Rose 'Topaz'	282.63 b <sup>z</sup>	127.84 a	17705.00 a	0.466 a
Chrysanthemum 'Hartman'	324.80 a	107.51 b	11494.00 b	0.329 b
MSD	37.715	20.26	3759.00	0.0717
VC	16.59	23.25	34.42	24.08

<sup>z</sup>The means followed by different letters, in each column, indicate significant differences (Tukey, 0.05). MSD, minimum significant difference; VC, variation coefficient; VI, vulnerability index. Each datum is the average of 15 repetitions.

<sup>z</sup>Medias seguidas por letras diferentes, en cada columna, indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación; IV, índice de vulnerabilidad. Cada dato es el promedio de 15 repeticiones.

These variations may affect hydration in flower stems because the large vessels show less flow resistance but are more susceptible to cavitation compared to small vessels, which offer higher resistance, but are less susceptible to cavitation. (Hargrave *et al.*, 1994; Nijssse *et al.*, 2001; van Doorn, 2012). The vessels with a smaller diameter (107.5 μm) chrysanthemum 'Hartman', are less susceptible to embolism than those of rose 'Topaz' (127.8 μm) which could lead to differences in rehydration.

Regarding the number of vessels, in rose 'Lovely Red', 'Rouge Baiser' and 'Polo' 267, 308 and 388 vessels mm<sup>-2</sup> are respectively reported (Cohen *et al.*, 2012; De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016). These parameters are similar to those obtained in rose 'Topaz' (283) and chrysanthemum 'Hartman' (325 vessels mm<sup>-2</sup>). In species that lack of tracheid, such as rose and chrysanthemum, the number of vessels becomes important for tissue hydration because these are the only elements of the xylem that conduct water to the upper parts of the plant (Fahn *et al.*, 1986).

The vulnerability index (VI) was greater in rose (0.466) than in chrysanthemum (0.329). Cultivars with VI values greater than 1.0 indicate that they are vulnerable or little resistant to hydric stress, whereas values lower than 1.0 indicate that the stems were stressed and are resistant to embolism (Carlquist, 1977; Hacke *et al.*, 2001). In this case, the VI of rose was closer to 1.0 than the chrysanthemum, which suggests less resistance to hydric stress. Within the same

comparados con vasos pequeños que ofrecen mayor resistencia, pero son menos susceptibles a cavitación (Hargrave *et al.*, 1994; Nijssse *et al.*, 2001; van Doorn, 2012). Los vasos con diámetro menor (107.5 μm) de crisantemo 'Hartman', son menos susceptibles al embolismo que los de rosa 'Topaz' (127.8 μm) lo cual pudo conllevar a diferencias en la rehidratación.

Con respecto al número de vasos, en rosa 'Lovely Red', 'Rouge Baiser' y 'Polo' se reportan 267, 308 y 388 vasos mm<sup>-2</sup> respectivamente (Cohen *et al.*, 2012; De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016). Estos valores son similares a los obtenidos en rosa 'Topaz' (283) y crisantemo 'Hartman' (325 vasos mm<sup>-2</sup>). En las especies que carecen de traqueidas como es el caso de rosa y crisantemo, el número de vasos resulta importante para la hidratación de los tejidos, ya que son los únicos elementos del xilema que conducen el agua hacia las partes superiores de la planta (Fahn *et al.*, 1986).

El índice de vulnerabilidad (IV) fue mayor en rosa (0.466) que en crisantemo (0.329). Cultivares con valores de IV superiores a 1.0 indican que son vulnerables o poco resistentes al estrés hídrico, mientras que los valores menores que 1.0 indican que los tallos estuvieron estresados y son resistentes al embolismo (Carlquist, 1977; Hacke *et al.*, 2001). En este caso, el IV de rosa fue más cercano a 1.0 que el de crisantemo, lo cual sugiere menor resistencia al estrés hídrico. Dentro de un mismo cultivar el IV puede variar con la longitud del tallo floral: 0.14, 0.83 y 1.24 para tallos florales de rosa 'Polo' con 25, 35 y 50 cm de longitud respectivamente (Arriaga-Frías *et al.*, 2016).

cultivar, the VI may vary with the length of the flower stem: 0.14, 0.83 and 1.24 for flower stem of rose 'Polo' with 25, 35 and 50 cm length respectively (Arriaga-Frías *et al.*, 2016).

#### Rehydration of flower stems exposed to the environment during 48 h

The flower stems of rose 'Topaz' were more susceptible to dehydration than those of chrysanthemum 'Hart-

#### Rehidratación de los tallos florales expuestos al ambiente por 48 h

Los tallos florales de rosa 'Topaz' fueron más susceptibles a la deshidratación que los de crisantemo 'Hartman', ya que, con 24 h de exposición al ambiente, 57 % de los tallos de rosa dejaron de rehidratarse y a las 40 h ninguno se rehidrató, mientras que los de crisantemo pueden exponerse por 40 h y solo el 14 % no se rehidrata (Tabla 2).

**Table 2.**  
Flower stems that recovered their hydration ( $\geq 95$  %) 24 h after being placed in vases with 250 mL of solution (van Meeteren *et al.*, 2001).

**Tabla 2.**  
Tallos florales que recuperaron su hidratación ( $\geq 95$  %) 24 h después de colocarlos en floreros con 250 mL de solución (van Meeteren *et al.*, 2001).

Exposure time to the environment (h)	Stems that regained their hydration (%)	
	Rose 'Topaz'	Chrysanthemum 'Hartman'
0	100 <sup>2</sup>	100
8	86	100
16	71	100
24	43	100
32	28	100
40	0	86
48	0	86

<sup>2</sup>The values were obtained from seven floral stems.

<sup>2</sup>Los valores se obtuvieron de siete tallos florales.

man', due to the fact that upon a 24 h period of exposure to the environment, 57 % of the stems of rose did not regained their hydration and at 40 h none recovered it, whereas those of chrysanthemum can be exposed during 40 h and only 14 % does not regain their hydration (Table 2).

A great number of vessels improve the conduction capacity and smaller diameters decrease the cavitation risk (Martínez-Vilalta *et al.*, 2002). The xylem of chrysanthemum 'Hartman' showed a greater number of vessels but with smaller diameters, opposite to rose 'Topaz', which presented a higher risk of cavitation, therefore, a lower capacity of rehydration when placed in the vase.

The hydric flow blocking caused by dry storage can take place in the conducts or walls of the xylem vessels. If it happens only in the conducts, the hydric conductivity remains, however, when the walls of the vessels get dry, the water flow reduces because the permeability of the walls decrea-

Un gran número de vasos favorece la capacidad de conducción y diámetros más pequeños disminuyen el riesgo de cavitación (Martínez-Vilalta *et al.*, 2002). El xilema de crisantemo 'Hartman' presentó mayor número de vasos pero con diámetros más pequeños, de manera opuesta a rosa 'Topaz' que tuvo mayor riesgo de cavitación y, por ende, menor capacidad de rehidratación al colocarse en el florero.

El bloqueo del flujo hídrico por almacenamiento seco puede ocurrir en los conductos o en las paredes de los vasos del xilema. Si ocurre solo en los conductos, la conductividad hídrica se mantiene, sin embargo, cuando las paredes de los vasos se secan, el flujo de agua se reduce porque la permeabilidad de las paredes disminuye y limita la entrada de agua al sistema de conducción (Marousky, 1977). Cuando tallos florales de rosa 'Cara Mia' y 'Sweet Promise' se exponen al aire por un periodo de 5 min a 3 h, la cavitación, en los vasos ocurre 2 cm por arriba del corte, mientras que en crisantemo 'Cassa', con 2 h de exposición al

ses and limits the water inbound into conduction the system (Marousky, 1977). Then the flower stems of rose 'Cara Mia' and 'Sweet Promise' are exposed to air during a period of 5 min to 3 h, the cavitation in the vessels takes place 2 cm above the cut, whereas in chrysanthemum 'Cassa', after 2 h environmental exposure, only the hydric conductivity is reduced, without interrupting the water flow (van Doorn and Reid, 1995; van Meeteren *et al.*, 2006).

#### Moisture in flower stems exposed to the environment during 48 h

Upon 40 h exposure to the environment, the leaves, stems and flower buds of chrysanthemum 'Hartman' kept a moisture  $\geq 92\%$ . In rose 'Topaz' after 24 h, the moisture decreased 10, 20 y 30 % and after 40 h 17, 24 y 55 % in flower buds, stems and leaves, respectively (Table 3).

The larger leaf area (410 cm<sup>2</sup>) in rose 'Topaz' compared to chrysanthemum 'Hartman' (96 cm<sup>2</sup>) significantly contributed to moisture loss. The flower buds showed the least dehydration due to their compact shape, because the internal petals do not remain exposed to the environment. Durante the postharvest it is important to avoid flower stem dehydration, mainly in leaves, since both the cuticular and stomatal

ambiente, solo se reduce la conductividad hídrica, sin que se interrumpa el flujo de agua (van Doorn y Reid, 1995; van Meeteren *et al.*, 2006).

#### Humedad en los tallos florales expuestos al ambiente por 48 h

Con 40 h de exposición al ambiente, las hojas, tallos y botones florales de crisantemo 'Hartman' mantuvieron una humedad  $\geq 92\%$ . En rosa 'Topaz' con 24 h, la humedad disminuyó 10, 20 y 30 % y a las 40 h 17, 24 y 55 % en botones florales, tallos y hojas respectivamente (Tabla 3).

El área foliar mayor (410 cm<sup>2</sup>) en rosa 'Topaz' comparada con crisantemo 'Hartman' (96 cm<sup>2</sup>) contribuyó significativamente a la pérdida de humedad. Los botones florales presentaron la menor deshidratación debido a su forma compacta, ya que los pétalos internos no quedan expuestos al ambiente. Durante la postcosecha es importante evitar la deshidratación del tallo floral, sobre todo de las hojas debido a que en estas se lleva a cabo la transpiración cuticular y estomática, y son los órganos con mayor superficie de exposición al ambiente (Fahn *et al.*, 1986; Taiz *et al.*, 2010). Tallos florales de rosa 'Polo' pueden almacenarse en seco

**Table 3.**  
Moisture content (%) in leaves, stems and flower buds of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman' exposed at room temperature (20 ± 3 °C) for 48 h.

**Tabla 3.**  
Contenido de humedad (%) en hojas, tallos y botones florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' expuestos a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 48 h.

Time (h)	Rose			Chrysanthemum		
	Leaves	Stem	Flower bud	Leaves	Stem	Flower bud
0	100 a <sup>2</sup>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
8	95.88 ab	96.27 ab	94.36 ab	102.43 a	98.61 ab	99.69 a
16	80.85 bc	84.86 bc	92.80 abc	102.06 a	97.91 abc	99.25 ab
24	70.12 c	79.89 c	89.46 abc	96.16 ab	96.58 bc	96.62 abc
32	63.32 c	77.99 c	86.17 bc	95.83 ab	97.20 bc	97.36 abc
40	45.20 d	75.97 c	83.33 c	92.25 ab	95.60 c	94.86 c
48	23.71 e	76.58 c	82.61 c	84.29 b	92.61 d	89.88 d
MSD	18.10	14.93	10.78	12.57	2.49	2.65
VC	9.49	6.34	4.30	4.68	0.92	0.98

<sup>2</sup>The means followed by different letters, in each column, indicate significant differences (Tukey, 0.05). MSD, minimum significant difference; VC, variation coefficient. Each datum is the average of three repetitions.

<sup>2</sup>Medias seguidas por letras diferentes, en cada columna, indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación. Cada dato es el promedio de tres repeticiones.



transpiration take place in them, and they are the organs with greater environmental exposure surface (Fahn *et al.*, 1986; Taiz *et al.*, 2010). Flower stems of rose 'Polo' can be stored in dry during 72 h with no effect in their vase life if they are wrapped with isolating materials, such as Kraft paper and black polyethylene bags to avoid dehydration (De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016).

#### **Temperature and relative humidity (RH) inside the packages, moisture content in stem flowers stored in dry within 1 and 7 d**

Inside the packages, Kraft paper and black polyethylene bags, the temperature kept at  $23 \pm 0.5$  °C and relative humidity at  $95 \pm 0.5$  %. Whereas the moisture content in flower stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman' was  $\geq 95$  %, with no difference between storage times and all the stems rehydrated when placed in the vase with solution.

The initial transpiration humidified the Kraft paper while the plastic worked as an isolation that prevented water loss and improved hydration in flower stems stored at room temperature. The energy released by the respiration increases the temperature between 1 and 2 °C above the environmental temperature, the oxygen decrease and CO<sub>2</sub> increase, produce a modified atmosphere that extends the storage time, compared with the flower stems exposed to the environment without any wrapping (Goszcynska *et al.*, 1983; Rudnicki *et al.*, 1986; Lange, 2000).

#### **Fresh weight (FW) and solution absorption rate (SAR)**

On day 2, the stems of rose 'Topaz' stored within 1 and 7 d increased their fresh weight in 6 % with respect to the control. From day 4, the control and those stored during 1 or 3 d had a FW significantly higher compared to those stored in dry at room temperature, during 4 d or more (Figure 1 A).

In chrysanthemum 'Hartman', the FW kept between 92 and 99 % no matter the time in storage. On day 6, the FW increased (Figure 1 B) due to a 3 cm cut made on the base of each flower stem, which suggest the elimination of embolism, hydric flow increase and longer vase life (van Doorn and Han, 2011). The stem cut was also made in rose but the FW did not increase.

The flower stems of rose 'Topaz', stored during 1 or 3 d, had an inicial absorption rate (day 1) of 0.62 to 0.67 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>

por 72 h sin efecto en su vida de florero, siempre que se envuelvan con materiales aislantes, como papel kraft y bolsas de polietileno negro, para evitar la deshidratación (De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2016).

#### **Temperatura y humedad relativa (HR) dentro de los paquetes, contenido de humedad en los tallos florales almacenados en seco entre 1 y 7 d**

Dentro de los paquetes, papel kraft y bolsas de polietileno negro, la temperatura se mantuvo en  $23 \pm 0.5$  °C y la humedad relativa en  $95 \pm 0.5$  %. Mientras que el contenido de humedad en los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' fue  $\geq 95$  %, sin diferencias entre tiempos de almacenamiento y todos los tallos se rehidrataron al colocarse en la solución del florero.

La transpiración inicial humedeció el papel kraft, mientras que el plástico funcionó como aislante que evitó la pérdida de agua y mejoró la hidratación de los tallos florales almacenados a temperatura ambiente. La energía liberada por la respiración incrementa la temperatura entre 1 y 2 °C por arriba de la del ambiente, la disminución de oxígeno y el incremento de CO<sub>2</sub> generan una atmósfera modificada que extiende el tiempo de almacenamiento, comparado con tallos florales que se exponen al ambiente sin envoltura alguna (Goszcynska *et al.*, 1983; Rudnicki *et al.*, 1986; Lange, 2000).

#### **Peso fresco (PF) y tasa de absorción de la solución (TAS)**

En el día 2, los tallos de rosa 'Topaz' almacenados entre 1 y 7 d incrementaron 6 % su peso fresco con respecto al control. A partir del día 4, el control y los que se almacenaron por 1 o 3 d tuvieron un PF significativamente mayor comparado con los que se almacenaron en seco a temperatura ambiente, por 4 d o más (Figura 1 A).

En crisantemo 'Hartman', el PF se mantuvo entre 92 y 99 % sin importar el tiempo de almacenamiento. En el día 6, el PF se incrementó (Figura 1 B) debido a que se realizó un recorte de 3 cm en la base de cada tallo floral, lo cual sugiere eliminación de embolismo, incremento del flujo hídrico y mayor vida de florero (van Doorn y Han, 2011). En rosa también se realizó el recorte del tallo pero no se incrementó el PF.

Los tallos florales de rosa 'Topaz', almacenados por 1 o 3 d, tuvieron una tasa de absorción inicial (día 1) de 0.62 a 0.67 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y final (día 10) de 0.16 a 0.19 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, significativamente mayor comparada con los que se almacenaron a

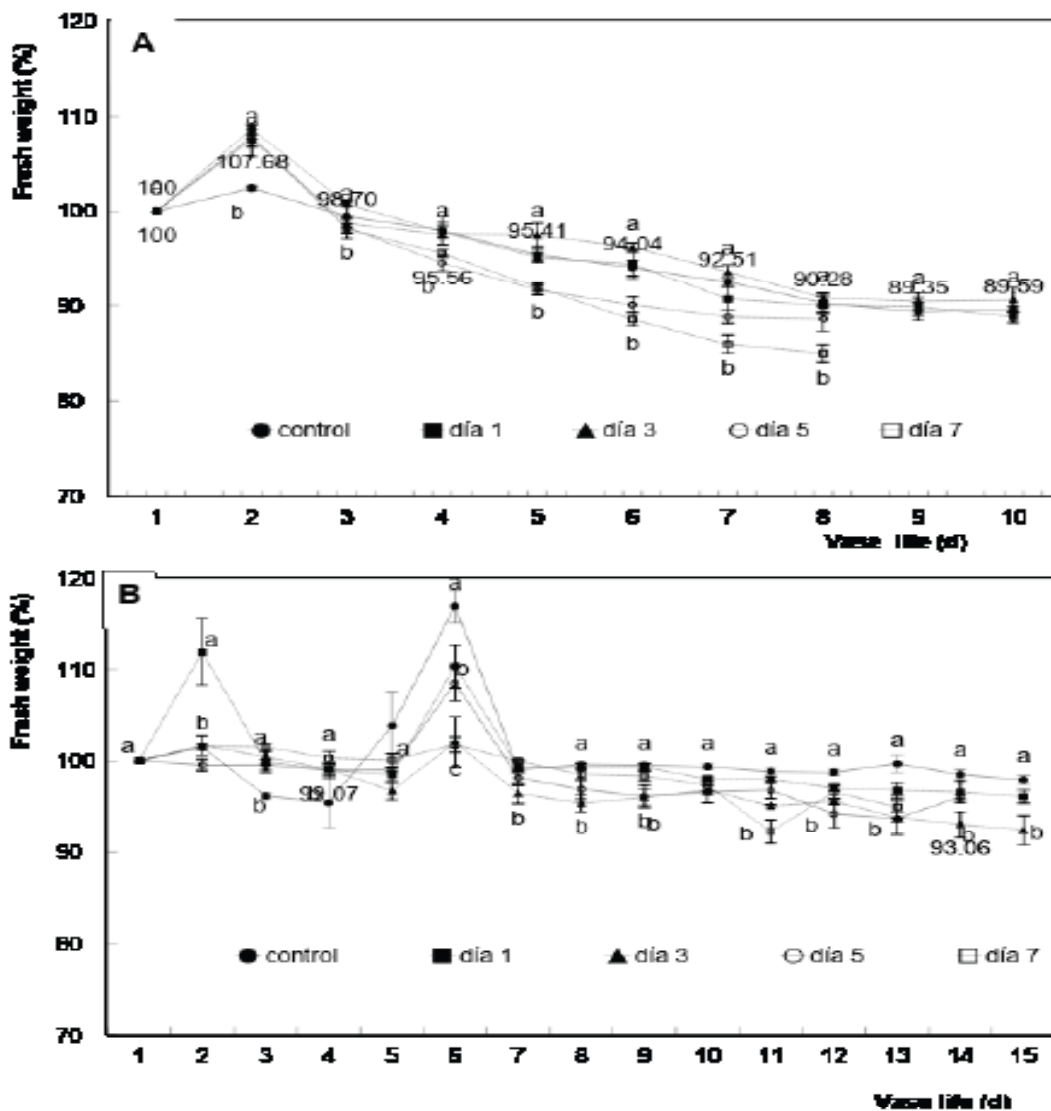


Figure 1. Fresh weight of rose 'Topaz' (A) and chrysanthemum 'Hartman' (B) flower stems with dry storage at room temperature ( $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) between 0 (control) and 7 d. Each datum is the average of 7 repetitions  $\pm$  standard error. Means with different letters indicate significant differences (Tukey, 0.05).

Figura 1. Peso fresco en tallos florales de rosa 'Topaz' (A) y crisantemo 'Hartman' (B) con almacenamiento seco a temperatura ambiente ( $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) entre 0 (control) y 7 d. Cada dato es el promedio de 7 repeticiones  $\pm$  error estándar. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, 0.05).

and final (day 10) of 0.16 to 0.19 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, significantly higher compared to those stored at room temperature during 4 d or more, whose initial and final absorption rate varied within 0.49 to 0.56 and 0.13 to 0.15 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> respectively. In chrysanthemum 'Hartman' the absorption rate in flower stems stored in dry during 1 or 7 d at room temperature, varied between 0.10 and 0.16 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> with no differences between treatments.

During their vase life (VL), the stems increase their FW and after a few days they decrease. Those which maintain their FW for a longer time will have a longer VL because the metabolic processes that supply energy to the petals, develop better when the flower stems are hydrated (van Meeteren *et al.*, 1999; Ichimura and Shimizu-Yumoto, 2007; Taiz *et al.*, 2010). In this case, the stems of rose 'Topaz' stored from 1 to 3 d had a higher fresh weight, water absorption and VL compared to those stored during 4 d or more. In chrysanthemum 'Hartman', the fresh weight and the absorption rate were similar in all treatments, which lead to a similar VL in the stems stored during 1 or 6 d.

#### Flower opening index (OI) and vase life (VL)

In chrysanthemum 'Hartman' the flower opening index was  $\geq 0.94$ , whereas in rose 'Topaz' it varied from 0.85 to 0.99 with no significant differences in both cases (Table 4). The closer to 1.0 the opening index is, the closer the flower bud was to its maximum opening.

Regarding vase life, the flower stems of rose 'Topaz' lasted from 9.40 to 9.85 d when stored from 0 to 3 d at room temperature. On the fourth day, the VL reduced to 8.7 d and from the fifth day it decreased 2.5 d with respect to the control. The flower stems of chrysanthemum 'Hartman' kept a VL of 19.4 to 21.4 d when they were stored from 0 a 6 d. With 7 d of storage, the VL reduced to 16.7 d (Table 4).

The flower stems with longer vase life kept higher absorption rates and fresh weight, confirming that the senescence symptoms relate with stem dehydration and an imbalance between the absorption and transpiration rates (Shobha and Gowda, 1993). When the absorption rate is lower than the transpiration rate, a hydric imbalance occurs, the senescence accelerates and the vase life decreases. The water flow contributes to distribution of sugars that supply energy for the flower opening and longevity (Pun and Ichimura, 2003; Ichimura and Shimizu-Yumoto, 2007; Juárez *et al.*, 2008).

temperatura ambiente, por 4 d o más, cuya tasa de absorción inicial y final fluctuó entre 0.49 a 0.56 y 0.13 a 0.15 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> respectivamente. En crisantemo 'Hartman', la tasa de absorción en los tallos florales almacenados en seco, por 1 o 7 d, a temperatura ambiente fluctuó entre 0.10 y 0.16 mL g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> sin diferencias entre tratamientos.

Durante su vida de florero (VF), los tallos incrementan su PF y a los pocos días lo disminuyen. Aquellos que mantienen su PF por más tiempo obtendrán una VF más larga, ya que los procesos metabólicos que aportan energía a los pétalos se desarrollan mejor cuando los tallos florales están hidratados (van Meeteren *et al.*, 1999; Ichimura y Shimizu-Yumoto, 2007; Taiz *et al.*, 2010). En este caso, los tallos de rosa 'Topaz' almacenados de 1 a 3 d tuvieron mayor peso fresco, absorción de agua y VF comparados con los que se almacenaron por 4 d o más. En crisantemo 'Hartman', el peso fresco y la tasa de absorción fueron similares en todos los tratamientos, lo que conllevó a similar VF en los tallos que se almacenaron por 1 o 6 d.

#### Índice de apertura floral (IA) y vida de florero (VF)

En crisantemo 'Hartman' el índice de apertura floral fue  $\geq 0.94$ , mientras que en rosa 'Topaz' fluctuó de 0.85 a 0.99 sin diferencias significativas en ambos casos (Tabla 4). Mientras más próximo a 1.0 sea el índice de apertura, significa que el botón floral estuvo más cercano a su apertura máxima.

Con respecto a la vida de florero, los tallos florales de rosa 'Topaz' duraron de 9.40 a 9.85 d cuando se almacenaron de 0 a 3 d a temperatura ambiente. Al cuarto día, la VF se redujo a 8.7 d y a partir del quinto día disminuyó 2.5 d con respecto al control. Los tallos florales de crisantemo 'Hartman' mantuvieron una VF de 19.4 a 21.4 d cuando se almacenaron de 0 a 6 d. Con 7 d de almacenamiento, la VF se redujo a 16.7 d (Tabla 4).

Los tallos florales, con mayor vida de florero, mantuvieron tasas de absorción y pesos frescos mayores, con lo cual se confirma que los síntomas de senescencia se relacionan con la deshidratación del tallo y un desbalance entre las tasas de absorción y transpiración (Shobha y Gowda, 1993). Cuando la tasa de absorción es menor que la de transpiración ocurre un desbalance hídrico, la senescencia se acelera y la vida de florero disminuye. El flujo de agua contribuye a la distribución de azúcares que aportan la energía para la apertura y longevidad floral (Pun y Ichimura, 2003; Ichimura y Shimizu-Yumoto, 2007; Juárez *et al.*, 2008).

**Table 4.**  
Floral opening index (OI) and vase life (VL) on rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman' stems with dry storage at room temperature ( $20 \pm 3$  °C) for 7 d.

**Tabla 4.**  
Índice de apertura floral (IA) y vida de florero (VF) en tallos de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' almacenados en seco a temperatura ambiente ( $20 \pm 3$  °C) por 7 d.

Time of storage (d)	Rose 'Topaz'		Chrysanthemum 'Hartman'	
	OI	VL	OI	VL
0 (control)	0.96a <sup>z</sup>	9.85 a	0.97 a	21.42 a
1	0.99a	9.71 a	0.98 a	20.71 a
2	0.92a	9.40 a	0.94 a	19.57 a
3	0.93a	9.50 a	0.95 a	20.14 a
4	0.88a	8.70 a	1.05 a	19.35 a
5	0.88a	7.70 b	1.02 a	19.85 a
6	0.91a	7.30 b	0.97 a	20.71 a
7	0.85a	7.20 b	0.99 a	16.71 b
MSD	0.18	1.80	0.12	4.33
VC	14.30	14.27	7.92	13.74

<sup>z</sup>The means followed by different letters, in each column, indicate significant differences (Tukey, 0.05). MSD, minimum significant difference; VC, variation coefficient. Each datum is the average of seven repetitions.

<sup>z</sup>Medias seguidas por letras diferentes, en cada columna, indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación. Cada dato es el promedio de siete repeticiones.

In the vase, the average life of rose and chrysanthemum without any preservative is 10 and 20 d (De-La-Cruz-Guzmán, 2015). The flower stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman' can be stored in dry at room temperature during 3 and 6 d without detriment in their vase life.

## Conclusions

The leaves are the organs which lose the greatest amount of water when the flower stems are exposed to room temperature. For such reason, rose 'Topaz' is more susceptible to dehydration than chrysanthemum 'Hartman'.

The diameter and area of the vessel elements are larger in the stems of rose 'Topaz', which favors cavitation

En el florero la vida promedio de rosa y crisantemo sin aplicar ningún preservante es de 10 y 20 d (De-La-Cruz-Guzmán, 2015). Los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' pueden almacenarse, en seco a temperatura ambiente, por 3 y 6 d sin detrimento en su vida de florero.

## Conclusiones

Las hojas son los órganos que pierden la mayor cantidad de agua cuando los tallos florales se exponen a temperatura ambiente. Por esta razón, rosa 'Topaz' es más sensible a la deshidratación que crisantemo 'Hartman'.

El diámetro y el área de los elementos de vaso son mayores en los tallos de rosa 'Topaz', lo que favorece la cavita-

and complicates their hydration in the vase, compared to chrysanthemum 'Hartman'.

For locations where water availability is scarce or where there are no freezing rooms, it is recommended to harvest stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman', selected by length, packing them in Kraft paper and black polyethylene bags and storing them in dry at room temperature ( $20 \pm 3$  °C) during 3 and 6 d respectively. This way, the available resources are optimized without affecting vase life.

ción y dificulta su hidratación en el florero comparado con crisantemo 'Hartman'.

Para sitios donde la disponibilidad de agua es escasa o que no se cuente con cámaras frigoríficas, se propone cosechar los tallos de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman', seleccionarlos por longitud, empaquetarlos con papel kraft y bolsas de polietileno negro y almacenarlos en seco a temperatura ambiente ( $20 \pm 3$  °C) por 3 y 6 d respectivamente. De esta manera se optimizan los recursos disponibles sin afectar la vida de florero.

## References

- Arriaga-Frías, A., De-La-Cruz-Guzmán, G.H. and Mandujano-Piña, M. (2016). Conductividad hidráulica en tallos florales de rosa cv. 'Polo' con diferente longitud. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(3): 233-239. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61046936007>
- Burana, C., Kurokura, T., Yamaki, Y. and Yamane, K. (2014). Modified atmosphere (MA) and 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Combination treatment extends the postharvest life of carnations. *Environ. Control Biol.* 52(3): 131-136. DOI: [10.2525/ecb.52.131](https://doi.org/10.2525/ecb.52.131)
- Carlquist, S. (1977). Ecological factors in wood evolution: A floristic approach. *American Journal of Botany*, 64(7): 887-896. DOI: [10.2307/2442382](https://doi.org/10.2307/2442382)
- Cevallos, J. C. and Reid, M. S. (2000). Effects of temperature on the respiration and vase life of narcissus flowers. *Acta Hort.* 517: 335-342. [https://www.actahort.org/books/517/517\\_42.htm](https://www.actahort.org/books/517/517_42.htm)
- Cohen, G., Mascarini, L. and Xifreda, C. C. (2012). Anatomía y micromorfología de hojas y tallos de dos cultivares de *Rosa hybrida* L. para flor de corte. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 81(2): 199-204. <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v81n2/v81n2a10.pdf>
- De la Cruz-Guzmán, G.H. (2015). Respuesta fisiológica y bioquímica al manejo seco en siete cultivares de *Rosa hybrida* L. (Tesis de doctorado). Colegio de Posgraduados. Texcoco, Estado de México. 181 p.
- De la Cruz-Guzmán, G. H., Arévalo-Galarza, M. L., Peña-Valdivia, C. B., Castillo-González, A. M., Colinas-León, M. T. and Mandujano-Piña, M. (2016). Influencia del manejo seco a dos temperaturas y longitud del tallo en la vida de florero de rosa 'Polo'. *Revista Bio Ciencias*, 4(1): 27-39. DOI: [10.15741/revbio.04.01.03](https://doi.org/10.15741/revbio.04.01.03)
- Fahn, A., Werker, E. and Baas, P. (1986). Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. Israel: Ed. Israel Academy of Sciences and Humanities, 221 p.
- Faragher, J. D., Mayak, S., Tirosh, T. and Halevy, A. H. (1984). Cold storage of rose flowers: Effects of cold storage and water loss on opening and vase life of 'Mercedes' roses. *Scientia Horticulturae* 24(3): 369-378. DOI: [10.1016/0304-4238\(84\)90122-5](https://doi.org/10.1016/0304-4238(84)90122-5)
- Goscynska, D. and Rudnicki, R. M. (1983). Long term cool storage of bud-cut carnations. *Acta Horticulturae*, 141: 203-212. DOI: [10.17660/ActaHortic.1983.141.27](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1983.141.27)
- Hacke, U. G., Sperry, J. S., Pockman, W. T., Davis, D. and McCulloh, K. A. (2001). Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. *Oecologia*, 126: 457-461. DOI: [10.1007/s004420100628](https://doi.org/10.1007/s004420100628)
- Hargrave, K. R., Kolb, K. J., Ewers, F. W. and Davis, S. D. (1994). Conduct diameter and drought-induce embolism in *Salvia mellifera* Greene (Labiatae). *New Phytol.* 126: 695-705.
- Hernández-Hernández, F., Arévalo-Galarza, M. L., Colinas-León, M. T., Zavaleta-Mancera, H. A., and Valdes-Carrasco, J. (2009). Diferencias anatómicas y uso de soluciones de pulso en dos cultivares de rosa (*Rosa* sp.). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 15: 11-16. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v15nspe/v15nspea3.pdf>
- Ichimura, K. and Shimizu-Yumoto, H. (2007). Extension of the vase life of cut roses by treatment with sucrose before and during simulated transport. *Bull National Institute Florida Science*, 7: 17-27. [https://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/naro-se/NIFS07-03.pdf](https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/NIFS07-03.pdf)
- Jedrzejuk, A., Rochala, J., Zarkrzewski, J. and Rabiza-Swider, J. (2012). Identification of xylem occlusions occurring in cut clematis (*Clematis* L., *Ranunculaceae* Juss.) stems during their vase life. *The Scientific World Journal*, 12: 1-12. DOI: [10.1100/2012/749281](https://doi.org/10.1100/2012/749281)

- Juárez, H. P., Colinas, L. T., Valdes, A. L., Espinoza, F. A., Castro, B. R. and Cano, G. G. (2008). Soluciones y refrigeración para alargar la vida postcosecha de rosa cv. 'Black Magic'. *Rev. Fitotec. Mex.* 31(3): 73-77. <http://www.redalyc.org/pdf/610/61009714.pdf>
- Lange, D. L. (2000). New film technologies for horticultural products. *Hort Technology*, 10: 487-490. <http://horttech.ashspubliations.org/content/10/3/487.full.pdf>.
- Marousky, F. G. (1977). Control of bacteria in cut flower vase water. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.*, 90:294-296. [http://fshs.org/proceedings-o/1977-vol-90/294-296%20\(MAROUSKY\).pdf](http://fshs.org/proceedings-o/1977-vol-90/294-296%20(MAROUSKY).pdf).
- Macnish, A. J., de Theije, A., Reid, M. S. and Jiang, C. Z. (2009). An alternative postharvest handling strategy for cut flowers dry Handling after Harvest. *Acta Hort.*, 847:215-222. DOI: [10.17660/ActaHortic.2009.847.27](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.847.27)
- Martínez-Vilalta, J., Piñol, J. and Beven, K. (2002). A hydraulic model to predict drought-induced mortality in woody plants: an application to climate in the Mediterranean. *Ecological Modelling.*, 155: 127-147. DOI: [10.1.1.466.8613&rep=rep1&type=pdf](https://doi.org/10.1.1.466.8613&rep=rep1&type=pdf)
- Nijsse, J., van der Heijden, G. W., van Ieperen, W., Keijzer, C. J. and van Meeteren, U. (2001). Xylem hydraulic conductivity related to conduit dimensions along chrysanthemum stems. *Journal of Experimental Botany*, 52(355): 319-327. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11283177>
- Pun, U. K. and Ichimura, K. (2003). Role of sugars in senescence and biosynthesis ethylene in cut flowers. *JARQ* 37(4): 219-224. DOI: [10.6090/jarq.37.219](https://doi.org/10.6090/jarq.37.219)
- Reid, M. S. (2009). Postcosecha de las flores cortadas manejo y recomendaciones. USA: Ediciones Hortitecnia Ltda, 36 p. <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-2624.pdf>
- Rezvanypour, S. and Osfoori, M. (2011). Effect of Chemical Treatments and Sucrose on Vase Life of Three Cut Rose Cultivars. *Journal of Research in Agricultural Science*, 7(2): 133-139. <http://journals.khuisf.ac.ir/jfanp/article-1-234-fa.pdf>.
- Rudnicki, R. M., Goszcynska, D. and Nowak, J. (1986). Storage of cut flowers. *Acta Horticulturae*, 181:285-296. DOI: [10.17660/ActaHortic.1986.181.36](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.181.36)
- Ruzin S. E. (1999). *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford University Press, New York, NY, USA. 322 p. <http://www.oupcanada.com/catalog/9780195089561.html>
- Shobha, K. S. and Gowda, J. V. N. (1993). Effect of chemical pre-treatment on vase life of rose cv. 'Queen Elizabeth'. *Indian Rose Annual*, 11: 69-71.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Second edition. Sunderland Massachusetts, U.S.A: Sinauer associates, inc, publishers. 792 p.
- van Doorn, W. G. (2012). Water relations of cut flowers: An update. *Horticultural Reviews*, 40: 55-106. DOI: [10.1002/9781118351871.ch2/pdf](https://doi.org/10.1002/9781118351871.ch2/pdf).
- van Doorn, W. G. and Reid, M. S. (1995). Vascular occlusion in stems of cut rose flowers exposed to air: Role of xylem anatomy and rates of transpiration. *Physiologia Plantarum*, 93:624-629. DOI: [10.1111/j.1399-3054.1995.tb05109.x](https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1995.tb05109.x)
- van Doorn, W. G. and Han, S. S. (2011). Postharvest quality of cut lily flowers. *Postharvest Biol. Technol.*, 62(1): 1-6. DOI: [10.1016/j.postharvbio.2011.04.013](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.04.013)
- van Meeteren, U., van Gelder, A. and van Ieperen, W. (2001). Should we Reconsider the use of Deionized Water as Control Vase Solutions? *Acta Hort.*, 543:257-264. DOI: [10.17660/ActaHortic.2001.543.31](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.543.31)
- van Meeteren, U., Arévalo-Galarza, L. and van Doorn, W. (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(1): 70-77. DOI: [10.1016/j.postharvbio.2006.03.005](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.005)
- van Meeteren, U., van Gelder, H. and van Ieperen, W. (1999). Reconsideration of the use of deionized water as vase water in post-harvest experiments on cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 17(3):175-187. DOI: [10.1016/S0925-5214\(99\)00050-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00050-2)
- Willcox, D., Dove, B., McDavid, D. and Greer D. (2002). UTHSCSA Image Tool for Windows ver. 3.0. USA: The University of Texas Health Science Center in San Antonio, 275 p.
- Zimmermann, M. H. (1978). Hydraulic architecture of some diffuse-porous trees. *Canadian Journal of Botany*, 56(18): 2286-2295. DOI: [10.1139/b78-274](https://doi.org/10.1139/b78-274)

**Cite this paper/Como citar este artículo:** De la Cruz-Guzmán, G. H., Saucedo-García, D. M. Arriaga-Frías, A., Mandujano-Piña, M. (2018). Rehydration and longevity in flower stems of rose 'Topaz' and chrysanthemum 'Hartman' stored in dry at room temperature. *Revista Bio Ciencias* 5, e316. doi: <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.05.2018.04>

