

ÉPOCA DE CORTE Y MANEJO POSCOSECHA DE OCHO CULTIVARES DE ROSA DE CORTE*

TIME CUTTING AND POSTHARVEST MANAGEMENT OF EIGHT CUT ROSE CULTIVARS

Gabriela Mosqueda-Lazcares¹, Ma. de Lourdes Arévalo-Galarza^{1§}, Guadalupe Valdovinos-Ponce¹, Juan Enrique Rodríguez-Pérez² y María Teresa Colinas-León²

¹Recursos Genéticos y Productividad-Fisiología Vegetal. *Campus* Montecillo. Colegio de Posgraduados. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Montecillo, Texcoco, México. C. P. 56230. ²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5. Chapingo, Texcoco, México. C. P. 56230.

[§]Autora para correspondencia: larevalo@colpos.mx.

RESUMEN

El manejo poscosecha tradicional de flores de corte, implica la hidratación intermitente de los tallos posterior a la cosecha; sin embargo, en los últimos años se ha cuestionado esta práctica y se ha sugerido el sistema de manejo en seco, que consiste en empacar los tallos sin que hayan sido previamente hidratados, resultados previos muestran que esta práctica mantiene la calidad de los tallos florales igual o mejor que los hidratados. Considerando lo anterior, en este trabajo se abordaron dos objetivos: 1) evaluar la calidad de ocho cultivares de rosa de corte (Freedom, Royalty, Red Alfa, Red Vicer, Grand Gala, Sena, Vendela y Pecubo), hidratados inmediatamente después de la cosecha con Hydraflor[®] por 24 h, en comparación con tallos manejados en seco; ambos tratamientos fueron almacenados a 4 °C y 90% de humedad relativa por 11 días, simulando el manejo comercial; 2) evaluar el comportamiento poscosecha de ocho cultivares de rosas cosechados en dos épocas del año (mayo y septiembre) manejados en seco y almacenados a 4 °C y 90% de humedad relativa por 11 días. Los resultados del primer experimento mostraron que los tallos pretratados con Hydraflor[®], tuvieron menor absorción de solución de florero, vida de florero y mayor incidencia de *Botrytis* que

ABSTRACT

Traditional postharvest management of cut-flowers involves intermittent hydration of the post-harvest stems, but in recent years the practice has been questioned and, it has been suggested the dry handling system, which involves packing the stems without previous hydration; previous results show that this practice maintains the quality of the flowers stems same just as hydrated or even better. Considering this, the study dealt with two main objectives: 1) to evaluate the quality of eight cultivars of cut-rose (Freedom, Royalty, Red Alfa, Red Vicer, Grand Gala, Sena, Vendela and Pecubo), immediately hydrated after the harvest with Hydraflor[®] for 24 h, compared with dried stems, both treatments were stored at 4 °C and 90% relative humidity for 11 days, simulating commercial handling, 2) to evaluate the post-harvest behavior of eight cultivars of roses harvested in both seasons (May-September) handled and stored dry at 4 °C and 90% relative humidity for 11 days. The results from the first experiment showed that, the stems pretreated with Hydraflor[®], presented a lower uptake of in-vase solution, vase life and increased incidence of *Botrytis* than the stems completely handled in dry after storage. The results from the second experiment showed that, the stems harvested in

* Recibido: abril de 2011

Aceptado: octubre de 2011

los tallos manejados completamente en seco, posterior al almacenamiento. Los resultados del segundo experimento, mostraron que los tallos cosechados en septiembre tiene hasta 20% mayor vida de florero, que los cosechados en mayo. El uso de Crystal clear® como solución de florero tiene un efecto positivo en incrementar el peso fresco y vida de florero en todos los cultivares. Los tallos del cultivar Vendela fueron los de mayor vida de florero, en contraste con Pecubo.

Palabras clave: *Botrytis*, Hydraflor®, solución hidratante, periodo seco, vida de florero.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que afectan la calidad de las flores de corte, es el manejo de los tallos después de la cosecha. Existen dos métodos, uno es la hidratación intermitente y el otro el manejo en seco. El primero y más ampliamente utilizado por los productores y distribuidores de flores de corte, se lleva a cabo colocando los tallos en contenedores con agua, solución hidratante o solución preservativa por lo menos en tres ocasiones: después del corte, después del empaque y en el centro de distribución (Reid, 2002).

La constante interrupción del flujo de agua, agudiza el restablecimiento hídrico de los tallos florales durante la comercialización, sobre todo si no se mantiene la cadena de frío, resultando fallas en la apertura floral, marchitamiento y senescencia prematuros. El manejo en seco consiste en no utilizar soluciones hidratantes y preservativas, para ello los tallos son cortados, clasificados y empacados en cajas de cartón para finalmente ser estibadas dentro de una cámara frigorífica a temperaturas entre 0 y 4 °C, sin que los tallos hayan sido colocados en solución hidratante y preservativa, hasta que lleguen al centro de distribución y comercialización.

El manejo tradicional (hidratación intermitente) ha sido cuestionado en los últimos años, pues hay reportes que muestran que si los tallos se manejan completamente en seco tienen mayor vida de florero y apertura floral (Macnish *et al.*, 2009), reduciendo los costos por manejo y uso de soluciones florales (Cevallos y Reid, 2001). Sin embargo, aunque los tallos almacenados en seco, muestran pérdidas de peso mayores, la conductividad hídrica puede restablecerse más rápidamente, debido al menor crecimiento bacteriano consecuencia de la baja humedad presente en la base de los tallos florales (De Capdeville *et al.*, 2005; Macnish *et al.*, 2009).

September presented up to 20% longer vase life than those harvested in May. The use of Crystal Clear® as a vase solution has a positive effect on increasing the fresh weight and vase life in all cultivars. The stems of the Vendela cultivar presented the longest vase life, in contrast with Pecubo.

Key words: *Botrytis*, dry period, Hydraflor®, hydrating solution, vase life.

INTRODUCTION

One of the factors affecting the quality of cut-flowers is the handling of the stems after harvest. There are two methods; one is hydration and the other one intermittent dry handling. The first and most widely used by the producers and cut-flowers' distributors is carried out by placing the stems in containers with water, moisturizer or preservative solution at least three times: after cutting, after packing and at the distribution center (Reid, 2002).

The constant interruption of water flow, water sharpens the restoration of the flowering stems during marketing, especially if the cold chain is not kept, resulting failures in anthesis, wilting and premature senescence. The dry handling consists to not use hydrating solutions and preservatives, for that the stems are cut, graded and packed in cardboard boxes to finally be stowed inside a chamber at temperatures between 0 and 4 °C, without placing the stems in hydrating and preservative solutions, until they reach the center of distribution and marketing.

The traditional management (intermittent hydration) has been questioned in the recent years, there are reports showing that if the stems are handled completely dry they present a longer vase life and flower opening (Macnish *et al.*, 2009), reducing costs of management and use of floral solutions (Cevallos and Reid, 2001). However, while the stems stored dry, show higher weight losses, water conductivity can be restored more quickly, due to reduced bacterial growth due to low moisture presented in the base of the flower stems (De Capdeville *et al.*, 2005; Macnish *et al.*, 2009).

Another benefit of dry handling is that it maintains a low relative humidity on the inside of the package, reducing the incidence of *Botrytis*. The infection in the flower's buds of this fungal pathogen is a cause for rejection in the centers of distribution and marketing, whose infection begins with the deposition of conidia on the petals of the flowers during

Otro beneficio del manejo en seco es que mantiene una baja humedad relativa al interior del empaque, reduciendo la incidencia de *Botrytis*. La infección en los botones florales de este hongo patógeno es una de las causas de rechazo en los centros de distribución y comercialización, cuya infección inicia con la deposición de conidios en los pétalos de las flores durante su desarrollo en el invernadero, pero después de la cosecha si los botones florales son expuestos a humedades relativas superiores al 90% durante el empaque, almacenamiento y transporte, las pequeñas lesiones se convierten en necróticas y la infección puede distribuirse a todo el empaque, llegando los tallos florales al centro de distribución completamente dañados (Williamson *et al.*, 1995).

Otro factor que afecta significativamente la calidad y el comportamiento de algunas especies florales es la época de cosecha; por ejemplo, en rosas 'First Red' y 'Akito' cultivados en verano bajo invernadero de vidrio, tuvieron entre 37-42% mayor vida de florero que los tallos producidos en invierno (Pompodakis *et al.*, 2005). Por el contrario, Ávila y Pereyra (2007) reportan que la vida de florero de clavel (*Dianthus* sp.), resultó menor en verano que en invierno; éstas variaciones se encuentran no sólo entre especies sino también entre cultivares, y se deben entre otros factores a las reservas de carbohidratos generadas durante los periodos con mayor luminosidad y a la cantidad de tejido fotosintético presente en el tallo floral (Halevy and Mayak, 1979; Hernández *et al.*, 2009).

Los objetivos de la presente investigación fueron: 1) evaluar la efectividad de la hidratación posterior a la cosecha en comparación con el manejo en seco; y 2) evaluar la efectividad del almacenamiento en seco en dos épocas diferentes de corte sobre la calidad poscosecha de ocho cultivares de rosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivares evaluados en esta investigación fueron Freedom, Royalty, Red Alfa, Red Vicer, Grand Gala, Sena, Vendela y Pecubo. Estos fueron cultivados en los invernaderos de la empresa Flores de Analco S. C. de P. de R. L. de C. V., en Coatepec de Harinas, México durante mayo y septiembre de 2008. Los tallos de cada cultivar se cosecharon antes de las 10:00 am y fueron seleccionados para garantizar un tamaño (70 cm longitud) y punto de corte homogéneo.

their development in the greenhouse, but after the harvest when the flower's buds are exposed to a relative humidity above 90% during packing, storage and transportation, small lesions become necrotic and infection can spread to the whole package, reaching the flowering stems to the distribution center completely damaged (Williamson *et al.*, 1995).

Another factor that significantly affects the quality and behavior of some plant species is the harvest season, for example, rose 'First Red' and 'Akito' grown in summer under glass greenhouse, had between 37-42% higher vase life than the stems produced in the winter (Pompodakis *et al.*, 2005). In contrast, Ávila and Pereyra (2007) reported that, the vase life of carnation (*Dianthus* sp.) was lower in summer than in winter, these variations are not only between species but also between cultivars, and should include factors generated carbohydrate reserves during periods with higher luminosity and the amount of photosynthetic tissue present in the floral stem (Halevy and Mayak, 1979; Hernández *et al.*, 2009).

The objectives of this research were: 1) to evaluate the effectiveness of post-harvest moisture compared to dry handling, and 2) to evaluate the effectiveness of dry storage at two different times cutting on post-harvest quality of eight rose cultivars.

MATERIALS AND METHODS

The cultivars evaluated in this study were Freedom, Royalty, Red Alfa, Red Vicer, Grand Gala, Sena, Vendela and Pecubo. These were grown in the greenhouses of the company Flores de Analco S. C. of P. R. L. of C.V., in Coatepec de Harinas, Mexico during May and September, 2008. The stems of each cultivar were harvested before 10:00 am and were selected to ensure a size (70 cm length) and an even cutting-point.

Experiment 1

After harvesting and selection, 6 stems were taken per cultivar and divided into two lots of eight stems each, the first batch was treated with a pretreatment solution Hydraflor® (2 g L⁻¹) for 24 h (traditional management), under refrigeration (4 °C) and relative humidity (RH) of 90%. The stems of the second batch were packaged in black polyethylene and kraft paper and immediately placed in boxes and kept at 4 °C and 90% RH. The stems of both treatments were stored under the same cooling conditions and relative humidity for 11 days.

Experimento 1

Después de la cosecha y selección se tomaron 16 tallos por cultivar y se dividieron en dos lotes de ocho tallos cada uno, al primer lote se le aplicó un pretratamiento con solución de Hydraflor® (2 g L⁻¹) por 24 h (manejo tradicional), bajo condiciones de refrigeración (4 °C) y humedad relativa (HR) del 90%. Los tallos del segundo lote fueron empacados en papel kraft y polietileno negro e inmediatamente colocados en cajas y mantenidos a 4 °C y 90% HR. Los tallos de ambos tratamientos, se almacenaron en las mismas condiciones de refrigeración y humedad relativa por 11 días.

A la salida del almacenamiento refrigerado a todos los tallos se les eliminaron los folíolos de 20 de la parte basal y se recortaron 2 cm, y nuevamente se dividieron en dos para colocarse en floreros individuales, en donde las soluciones fueron: agua de la llave y solución de florero comercial Crystal clear® (Floralife) en dosis de 10 g L⁻¹. Se evaluó la presencia de *Botrytis* que se manifiesta inicialmente como lesiones delimitadas que después se convierten en manchas acuosas y finalmente necróticas en los sépalos y pétalos (Elad *et al.*, 1988).

Experimento 2

Se realizaron dos cosechas (16 tallos por cultivar por cosecha), la primera en mayo (cosecha de invierno) y la segunda en septiembre (cosecha de verano). Después de la selección, sin tratamiento adicional, los tallos de cada cultivar se agruparon en paquetes que se envolvieron en papel kraft con polietileno negro y se colocaron en cajas de cartón, para almacenarse en una cámara frigorífica (4 °C y 90% HR) por 11 días.

Al concluir el almacenamiento, los tallos se retiraron de la cámara, se eliminaron los folíolos de 20 cm de la parte basal y se recortaron 2 cm y se dividieron en dos tratamientos, ocho tallos de cada cultivar se colocaron en floreros que contenían una solución de Crystal clear® (Floralife) (10 g L⁻¹) y otros ocho en agua de la llave, ésta última se cambió cada tercer día con la finalidad de evitar el excesivo crecimiento bacteriano. Los floreros se colocaron en un cuarto a 20 ± 1 °C, 50 ± 5% HR y luminosidad de 14 μmol m⁻² s⁻¹ (12 h d⁻¹) para evaluar las siguientes variables:

Peso fresco (PF). Diariamente se tomaron lecturas del peso fresco del tallo floral con una balanza digital Setra, modelo S1-2000S, con capacidad para 1 500 g y 0.1 g de precisión, hasta el fin de la vida de florero. El cálculo

At the outlet of refrigerated storage at all stems leaflets were removed from 20 cm at the heel and 2 cm were cut, and again split into two to be placed in individual vases, where the solutions were tap water and commercial vase solution Crystal clear® (Floralife) at doses of 10 g L⁻¹. We evaluated the presence of *Botrytis* expressed initially defined as lesions that later become necrotic and finally watery spots on sepals and petals (Elad *et al.*, 1988).

Experiment 2

Two harvests were accomplished (16 stems per cultivar per harvest), the first in May (winter crop) and the second in September (summer crop). After the selection, without further treatment, the stems of each cultivar were grouped into packages that were wrapped in kraft paper with black polyethylene and placed in cardboard boxes for storage in a refrigerated (4 °C and 90% RH) for 11 days.

Concluded the storage, the stems were removed from the chamber, the leaflets were removed from 20 cm at the heel and 2 cm were cut and divided into two treatments, eight stems of each cultivar were placed in vases containing a solution of Crystal clear® (Floralife) (10 g L⁻¹) and eight in tap water, the latter was changed every third day in order to avoid excessive bacterial growth. The vases were placed in a room at 20 ± 1 °C, 50 ± 5% RH and light of 14 mol m⁻² s⁻¹ (12 h day⁻¹) to assess the following variables.

Fresh weight (FW). Daily readings were taken from the fresh weight of flowering stems with a Setra digital balance, S1-2000S model with a capacity of 1 500 g and 0.1 g of precision, until the end of vase life. The calculation of the percentage of weight was made using the following formula: $Pp = \frac{Pf}{Pi} * 100$, where: Pp = weight (%); Pi = initial weight (g); Pf = final weight (g).

Vase life (VF). It was measured from the transfer of the flowers to the vase, until it had at least one of the following symptoms: loss of turgor, bending the neck, petal fall and rot the stem.

Statistical analysis

The experimental design was completely randomized with a factorial arrangement of treatments in the first experiment was 8*2*2 (eight varieties*two pretreatment*two solutions of vase) with four replicates per treatment, and the second was 8*2*2 (eight varieties*two harvest seasons*two solutions of vase) with eight replicates per treatment. In both experiments

del porcentaje de peso se hizo mediante la siguiente fórmula: $Pp = \frac{Pf}{Pi} * 100$; donde: Pp= peso (%); Pi= peso inicial (g); Pf= peso final (g).

Vida de florero (VF). Se midió desde la transferencia de las flores al florero, hasta que se presentó al menos uno de los siguientes síntomas; pérdida de turgencia, doblamiento del cuello, caída de pétalos y pudrición de la base del tallo.

Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo de tratamientos factorial, en el primer experimento fue de 8*2*2 (ocho variedades * dos pretratamiento * dos soluciones de florero), con cuatro repeticiones por tratamiento; y en el segundo fue de 8*2*2 (ocho variedades * dos épocas de cosecha * dos soluciones de florero) con ocho repeticiones por tratamiento. En ambos experimentos se consideró a un tallo como unidad experimental. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), comparaciones de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) y correlación entre pares de variables. La variable peso fresco (expresada en porcentaje) se le aplicó una transformación mediante el arco seno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

Los datos muestran una respuesta diferencial entre cultivares en la variable peso fresco; los tallos que mayor peso ganaron fueron Red Vicer, Royalty y Pecubo, que no fueron necesariamente los de mayor vida de florero. Con respecto a esta variable el cultivar Vendela fue sobresaliente (Cuadro 1), si lo comparamos con la vida de florero de otros cultivares reportados como High & Mighty con 8.2 días (sin almacenamiento refrigerado) (Ahmad *et al.*, 2011) y First Red y Akito con 7.9 días (almacenadas a 5 ± 0.5 °C por 10 días) (Pompodakis *et al.*, 2005).

Los tallos sometidos al pretratamiento con Hydraflor®, tuvieron valores significativamente menores en peso fresco y vida de florero que los tallos manejados en seco (Cuadro 1). Macnish *et al.* (2009) observaron que los tallos hidratados de los cultivares de rosa 'Black Magic' y 'Osiana', tuvieron una vida de florero significativamente menor que los mantenidos en seco. Una posible causa es que los tallos manejados en seco presentan menor proliferación bacteriana, ya que los

a stem was considered as an experimental unit. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), Tukey's means comparisons ($p \leq 0.05$) and correlation between pairs of variables. The variable fresh weight (in percent) was applied by an arc sine transformation.

RESULTS AND DISCUSSION

Experiment 1

The data show a differential response between cultivars in the fresh weight variable; the stems that gained more weight were Red Vicer, Royalty and Pecubo, which were not necessarily those with the longest vase life. With respect to this variable, Vendela was quite an outstanding cultivar (Table 1), when compared with the vase life of the other cultivars reported as High & Mighty with 8.2 days (with no cold storage) (Ahmad *et al.*, 2011) and First Red and Akito with 7.9 days (stored at 5 ± 0.5 °C for 10 days) (Pompodakis *et al.*, 2005).

Cuadro 1. Efecto del cultivar en ΔPF y VF de tallos de rosa, posterior al almacenamiento en seco (11 días, 4 °C y 90% HR).

Table 1. Effects of cultivars in ΔPF and VF of rose's stems, after dry storage (11 days, 4 °C and 90% RH).

Factor	Δ PF (%)		VF (días)	
Cultivar				
Freedom	2.64	c	9.15	de
Royalty	3.29	a	10.46	bc
Red alfa	2.73	c	12.12	a
Red Vicer	3.36	a	10.81	b
Grand Gala	2.42	d	9.34	cd
Sena	2.39	d	8.06	e
Vendela	2.95	b	13.21	a
Pecubo	3.25	a	9.56	cd
Pretratamiento				
Sin pretratamiento	3.30	a	10.92	a
Hydraflor®	2.43	b	9.76	b
Solución de florero				
Agua	2.81	b	10.01	b
Crystal clear®	3.04	a	10.67	a
CV (%)	22.5		14.5	

ΔPF= incremento de peso fresco; VF: vida de florero; CV= coeficiente de variación; HR= humedad relativa. Medias con la misma letra dentro de columnas y de cada factor son iguales Tukey ($p \leq 0.05$).

tallos hidratados tienen mayor humedad alrededor del tejido, que permite a las bacterias multiplicarse y generar sustancias mucilaginosas, que entran en los vasos del xilema e impiden la libre entrada de las soluciones preservativas posterior al almacenamiento.

La oclusión del tallo provocada por bacterias puede inhibir la apertura y longevidad de las flores de corte, debido a la baja absorción de agua (Van Doorn y De Witte, 1997). También se ha observado en algunas especies florales (claveles, narcisos, iris, rosa y tulipanes) los beneficios del manejo en seco, se reporta mayor vida de florero, que los tallos hidratados, siempre y cuando sean mantenidos debajo de 10 °C (Cevallos y Reid, 2001).

Otra razón por la que el manejo sin hidratar el tallo floral tenga mejor respuesta, es que el tratamiento en seco predispone al tallo a una condición de estrés, retrasando el desarrollo floral, lo que repercute en mayor vida de florero después del almacenamiento refrigerado (Nowak y Rudnicki, 1990; Suzuki *et al.*, 2001). Los resultados de este estudio muestran que la hidratación de los tallos florales, posterior a la cosecha no resulta en mejores características de la flor, lo que contrasta con los procedimientos realizados por décadas por los productores y empacadores de rosa.

Con respecto a la solución de florero, el uso de Crystal clear®, tiene un efecto benéfico al incrementar el peso fresco y la vida de florero de los tallos de rosa de todos los cultivares (Cuadro 1). Esta respuesta se basa en las características de la solución: bajo pH, acidez y contenido de azúcares que son demandados por los tallos florales, principalmente en la etapa de apertura floral.

Finalmente con respecto a la incidencia de *Botrytis* el uso de Hydraflor®, incrementó 28% su incidencia con respecto a los tallos manejados en seco (Figura 1). Pecubo resultó el cultivar más susceptible al ataque del patógeno, los cultivares Freedom y Sena sólo presentaron signos de la enfermedad en los tallos pretratados con Hydraflor®, mientras que las flores de Royalty no se afectaron por el tratamiento toda vez que 62.5% de sus flores, tanto en las hidratadas como en las manejadas en seco, presentaron incidencia de *Botrytis*.

Se ha reportado la susceptibilidad diferencial entre cultivares de rosa al ataque de *Botrytis*, atribuida en parte al grosor de la cutícula del pétalo que dificulta la penetración, entre otros mecanismos todavía en estudio (Hammer y Evensen, 1994). De forma general se observó que los pétalos de los tallos manejados en seco, tuvieron menor daño físico que

The stems subjected to the pretreatment with Hydraflor® were significantly lower in fresh weight and vase life than the stems handled in dry (Table 1). Macnish *et al.* (2009) observed that, the hydrated stems of rose cultivars 'Black Magic' and 'Osiana', had a vase life significantly lower than those kept dry. One possible cause is that handled dry stems have lower bacterial growth, as the hydrated stems have more moisture around the tissue, which allows bacteria to multiply and produce mucilaginous substances, which enter the xylem vessels and prevent the free entry preservative solutions after storage.

Stem occlusion caused by bacteria can inhibit the opening and longevity of cut-flowers, due to low water absorption (Van Doorn and De Witte, 1997). It has also been observed in some flower species (carnations, daffodils, iris, rose and tulip) the benefits on dry handling, reported greater vase life, as long as they are kept below 10 °C (Cevallos and Reid, 2001).

Another reason why the un-hydrated handling presents a better response is that the dry treatment predisposes to the stem to a stress condition, delaying floral development, which results in increased vase life after cold storage (Nowak and Rudnicki, 1990; Suzuki *et al.*, 2001). The results of this study show that hydration of the flowering stems after the harvest is not in best features of the flower, which contrasts with the procedures performed for decades by rose growers and packers.

About the vase solution, the use of Crystal Clear® has a beneficial effect by increasing the fresh weight and vase life of rose's stems of all cultivars (Table 1). This response is based on the characteristics of the solution: low pH, acidity and sugar content that are demanded by the flowering stems, mainly at the stage of anthesis.

Finally, with respect to the incidence of *Botrytis* using Hydraflor®, 28% increased incidence with respect to the stems handled in dry (Figure 1). The Pecubo cultivar was more susceptible to a pathogen attack, Freedom and Sena cultivars showed only signs of the disease in stems pretreated with Hydraflor®, while the flowers of Royalty were not affected by the treatment given that, 62.5% of its flowers in both the hydrated and in dry handling, showed incidence of *Botrytis*.

It has been reported differential susceptibility between cultivars of roses to *Botrytis* attack, attributed in part to the thickness of the cuticle of the petal that makes the penetration quite difficult, among other mechanisms still under study (Hammer and Evensen, 1994). It is generally observed that, the petals from the stems dry-handled, presented less

los tallos hidratados con Hydraflor®, que posiblemente influyó en la menor incidencia de *Botrytis*, además los botones florales mostraron un retraso en la apertura y menor turgencia de pétalos, que representa una ventaja significativa en la comercialización de rosas (Reid, 2002).

Experimento 2

Los caracteres evaluados mostraron comportamiento diferencial entre cultivares, época de corte, soluciones de florero y sus interacciones. Los cultivares Pecubo, Red Vicer y Royalty tuvieron mayor incremento de peso fresco durante su vida de florero, siendo los cultivares Vendela y Red Vicer los de mayor vida de florero, superando en 3.5 y 2.6 días al cultivar Pecubo, que fue el cultivar con menor vida de florero (Cuadro 2). Aunque la longevidad de las flores de corte está programada genéticamente, es severamente influenciada por condiciones pre y poscosecha como la temperatura y el tipo de manejo. En este sentido se ha observado que las plantas cultivadas en verano tienen mayor vida poscosecha, que las cultivadas en invierno, debido a la mayor reserva de carbohidratos producto de una mayor luminosidad y tasa fotosintética (Halevy y Mayak, 1979; Shvarts *et al.*, 1997; Slootweg *et al.*, 2001).

Cuadro 2. Efecto del cultivar en ΔPF y VF de tallos de rosa, posterior al almacenamiento en seco (11 días, 4 °C y 90% HR).

Table 2. Effect of the cultivar in ΔPF and VF of rose’s stems, after dry storage (11 days, 4 °C and 90% RH).

Factor	Δ PF (%)	VF (días)
Cultivar		
Freedom	4.4 b	10.5 c
Royalty	7.8 a	11.9 b
Red alfa	1.9 b	11.5 b
Red vicer	7.9 a	12.3 ab
Grand gala	-0.63 c	10.2 c
Sena	0.65 b	10.2 c
Vendela	2.5 b	13.1 a
Pecubo	10.9 a	9.6 c
Época de corte		
Mayo	3.7 b	10.4 b
Septiembre	4.5 a	11.9 a
Solución de florero		
Agua	3.6 b	10.7 b
Crystal clear®	5.2 a	11.7 a
CV (%)	18.7	10.7

ΔPF= incremento de peso fresco; VF= vida de florero; CV= coeficiente de variación; HR= humedad relativa. Medias con la misma letra dentro de columnas y de cada factor son iguales Tukey ($p \leq 0.05$).

physical damage than the stems hydrated with Hydraflor®, which possibly influenced the lower incidence of *Botrytis*, also, the buds showed a delay in opening and lower turgor pressure of the petals, representing a significant advantage in the marketing of roses (Reid, 2002).

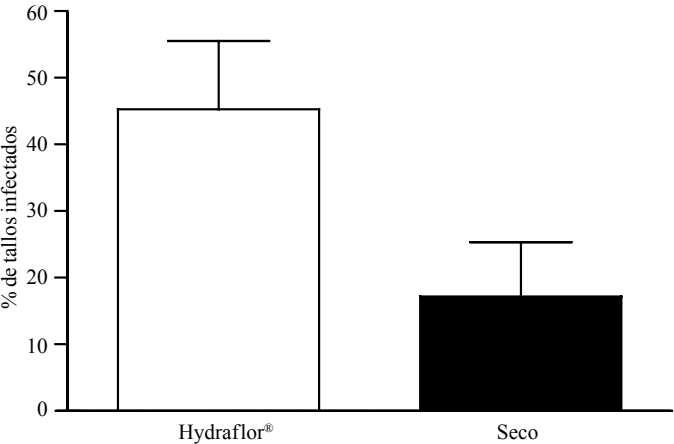


Figura 1. Porcentaje de tallos con presencia de *Botrytis* posterior al almacenamiento refrigerado (11 días, 4 °C y 90% HR) en tallos manejados con a) Hydraflor® (hidratados); y b) seco (manejo en seco); (n=8±DE).

Figure 1. Percentage of stems with *Botrytis* after cold storage (11 days, 4 °C and 90% RH) in stems handled with a) Hydraflor® (hydrated) and b) dry (dry handling); (n=8±SD).

Experiment 2

The traits evaluated showed differential behavior between the cultivars, harvest season, vase solutions and their interactions. Pecubo, Red Vicer and Royalty cultivars had a greater increase in fresh weight during vase life; Vendela and Red Vicer were the cultivars with the longest vase life, surpassing the 3.5 and 2.6 days in cultivating Pecubo, which was the cultivar with the shortest vase life (Table 2). Even though, the longevity of cut-flowers is genetically programmed, is severely influenced by pre-and post-harvest conditions such as temperature and the type of management. In this regard it has been observed that, the plants grown in summer have a greater shelf life than those grown in the winter, due to a greater carbohydrate reserves resulting from greater light and photosynthetic rate (Halevy and Mayak, 1979; Shvarts *et al.* 1997; Slootweg *et al.*, 2001).

By studying the variations in the vase life of roses for a year, Ruting (1991) reported that, the stems of rose ‘Gerdo’ harvested in May, time of increased demand,

Al estudiar las variaciones en la vida de florero de rosas durante un año, Ruting (1991) reporta que los tallos de rosa 'Gerdo' cosechados en mayo, época de mayor demanda, tuvieron menos longevidad. Slootweg *et al.* (2001) reportaron que conforme la cosecha de tallos de rosa cultivares Orange Unique y Diva se efectuaba de agosto a diciembre, se reducía la vida de florero 70% en ambos cultivares y se incrementaba la transpiración, atribuyendo el fenómeno a una menor resistencia estomatal, producto de las condiciones ambientales del invernadero (menor luminosidad y mayor humedad relativa).

Pompodakis *et al.* (2005) determinaron que existe una correlación lineal, entre la duración de la vida de florero y la temperatura de crecimiento, debido al efecto de ésta sobre la actividad fotosintética y por consiguiente el nivel de carbohidratos, estos autores mostraron que los cultivares de rosa First Red y Akito que crecieron durante el verano tuvieron 40% más vida de florero, que las rosas desarrolladas durante el invierno. En el Estado de México, también se observa cierta variación en las condiciones ambientales a lo largo del año, por lo que es muy probable que los tallos que crecieron durante el verano y se cosecharon en septiembre, tuvieran mayor contenido de reservas que se reflejó en mayor vida de florero (Cuadro 2).

El uso de Crystal clear®, mejoró la hidratación de los tallos después del almacenamiento en seco, lo cual reflejó 69% de incremento de peso fresco en comparación con los tallos colocados en agua de la llave, con mayor impacto en septiembre (Cuadro 2). Diversos estudios muestran el efecto benéfico de los preservantes florales incrementando la vida de florero en rosas (Ruting, 1991), clavel (López *et al.*, 2008), gerbera (Javad, 2011), entre otros. El pH de la solución de Crystal clear® fue 5, inferior al pH del agua de la llave (6.5- 7), lo cual contribuyó a romper la tensión superficial del agua facilitando su absorción. Además, se ha mostrado que el uso de soluciones con bajo pH reducen el crecimiento bacteriano con el consecuente incremento en la vida de florero (Regan y Dole, 2010).

Con respecto a los cambios en peso fresco, se observa en la Figura 2, que los tallos de los cultivares Royalty, Red Alfa, Grand Gala, Vendela y Pecubo cosechados en septiembre y puestas en solución de florero Crystal clear®, tuvieron mayor ganancia de peso fresco, en comparación con los tallos cosechados en mayo y colocadas en agua como solución de florero, repercutiendo en menor vida de florero (Cuadro 3).

had less longevity. Slootweg *et al.* (2001) reported that, since Orange Unique and Diva cultivars were grown from August to December, it reduced the vase life up to 70% in both cultivars and increased perspiration, attributing the phenomenon to a lower stomatal resistance, product of the greenhouse environmental conditions (low light and higher relative humidity).

Pompodakis *et al.* (2005) determined that there is a linear correlation between the duration of vase life and growth temperature, due to the effect of this on the photosynthetic activity and, therefore the level of carbohydrates; these authors showed that, the rose cultivars First Red and Akito who grew up during the summer had 40% more vase life than the roses developed during the winter. In the State of Mexico, there is also some variation in environmental conditions throughout the whole year, so it is very likely that the stems that grew during the summer and harvested in September, had a higher content of stocks, reflected in an increased vase life (Table 2).

The use of Crystal clear®, improved hydration of the stems after storage in dry, reflecting 69% increase in fresh weight, compared with the stems placed in tap water, with the greatest impact on September (Table 2). Several studies show the beneficial effect of increasing floral preservatives on vase life of the roses (Ruting, 1991), carnation (López *et al.*, 2008), gerbera (Javad, 2011), among others. The pH of the solution was Crystal clear® 5, below pH of tap water (6.5-7), which contributed to break the surface tension of water to facilitate the absorption. Furthermore, it has been shown that the use of low pH solutions reduce bacterial growth with a consequent increase in the vase life (Regan and Dole, 2010).

Concerning to changes in fresh weight, Figure 2 shows the stems of the cultivars Royalty, Red Alfa, Grand Gala, Vendela and Pecubo harvested in September and placed in a vase solution Crystal clear®, had a higher gained fresh weight, compared with the stems harvested in May and placed in water as vase solution, affecting with shorter vase life (Table 3).

Vase life of all cultivars, subjected to different treatments was superior to 9 days, so they can be considered as acceptable. The Figure 3 shows that, the stems harvested in September (summer crop) generally show higher vase life in the cultivars Royalty, Red Alfa, Sena, Vendela and Pecubo. The cutting of the stems every third day helped to

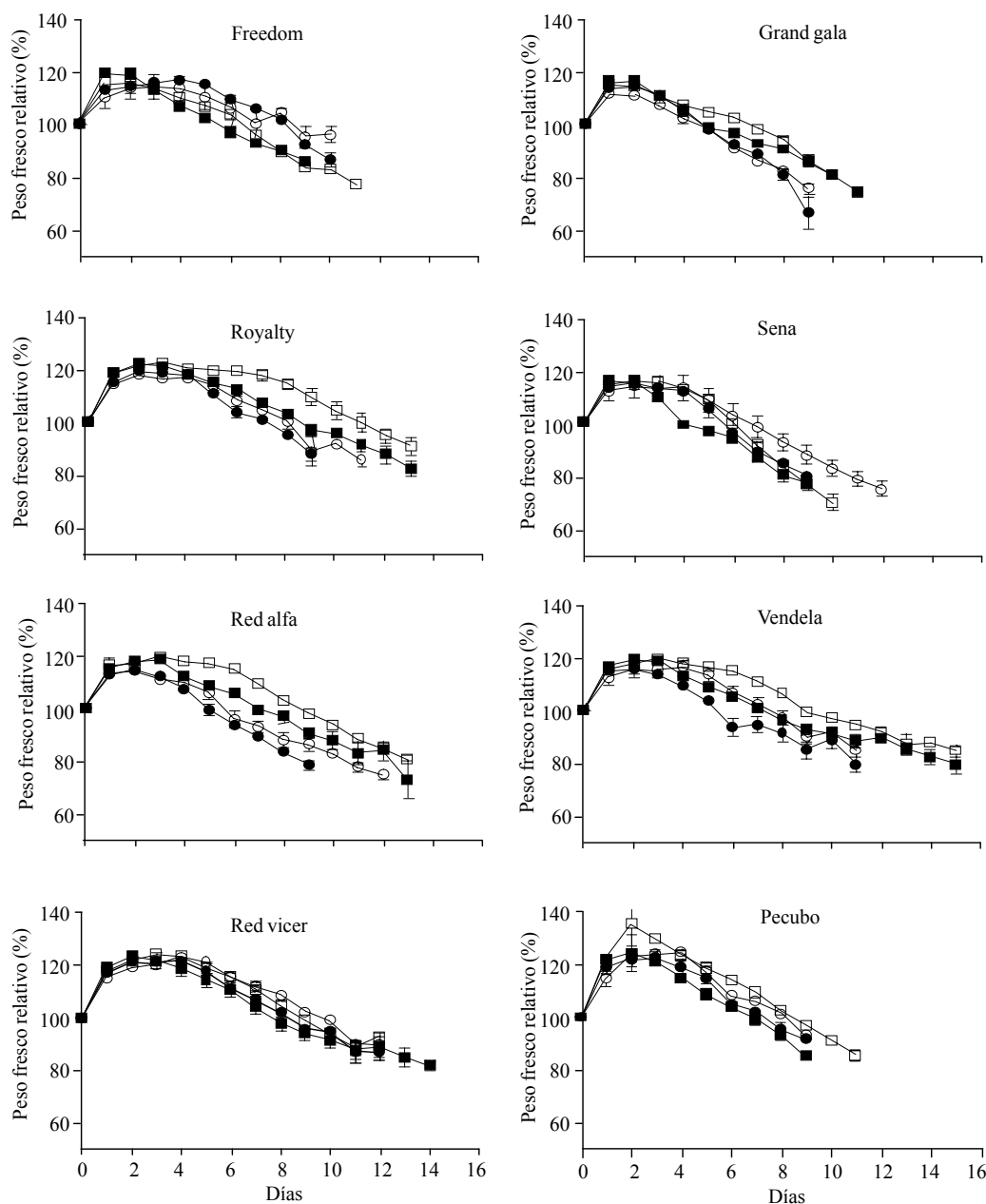


Figura 2. Cambios de peso fresco relativo de ocho cultivares de rosa, cosechadas en dos épocas de corte, posterior al almacenamiento en seco (11 días, 4 °C y 90% HR) y sometidos a diferentes tratamientos: cosecha en mayo y colocadas en solución de Crystal clear® (○); cosecha en mayo y colocadas en agua (●); cosecha en septiembre y colocadas en solución de Crystal clear® (□); cosecha en septiembre y colocadas en agua (■) (n= 8 ± DE).

Figure 2. Changes of fresh weight on eight cultivars of rose, harvested at two cutting times, after dry storage (11 days, 4 °C and 90% RH) and subjected to different treatments: harvesting in May and placed in solution Crystal clear® (○); harvested in May and placed in water (●); harvested in September and placed in Crystal clear® solution (□); harvested in September and placed in water (■) (n=8 ±SD).

La vida de florero de todos los cultivares, sometidos a los diferentes tratamientos fue superior a 9 días, por lo que se puede considerar como aceptable. En la Figura 3 se muestra que los tallos cosechados en septiembre (cosecha

maintain a constant absorption of the solution and extend vase life (Figure 4). Damunupola *et al.* (2010) indicated that this practice significantly improves the absorption of the solution in different species of cut-flower. The cut also

de verano) muestran en general mayor vida de florero en los cultivares Royalty, Red Alfa, Sena, Vendela y Pecubo. El recorte de los tallos cada tercer día ayudó a mantener constante la absorción de la solución y prolongar la vida de florero (Figura 4). Damunupola *et al.* (2010) señalan que esta práctica mejora significativamente la absorción de la solución en diferentes especies de flor de corte. El recorte también prolonga la vida de florero al eliminar la oclusión de la parte basal del tallo producida por bacterias y sus subproductos y embolismo (presencia de aire), de tal forma que se facilita la absorción de la solución de florero (Van Meeteren y Arévalo, 2009).

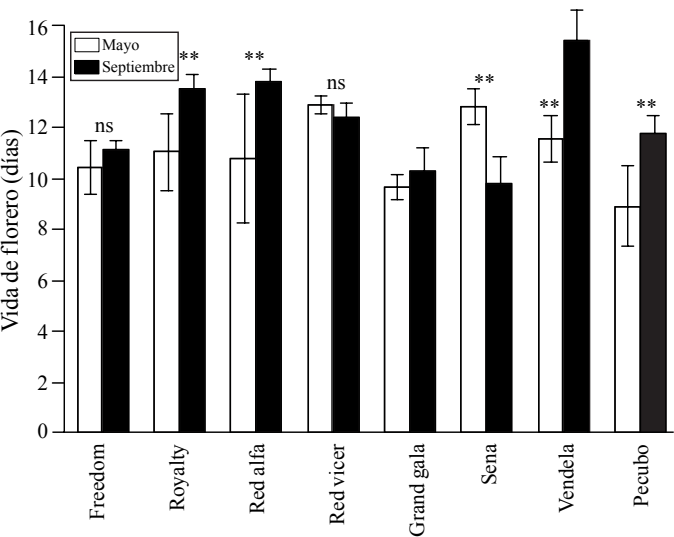


Figura 3. Vida de florero de ocho cultivares de rosa provenientes de dos épocas de corte manejados en seco (4 °C y 90% HR) durante 11 días. Después del almacenamiento los tallos de rosa se colocaron en solución preservativa Crystal clear® (n= 8 ±DE). ns= no significativo; **= significativamente diferente (p= 0.05).

Figure 3. Vase life of eight cultivars of rose from two cutting times handled in dry (4 °C and 90% RH) for 11 days. After storage the stems of roses were placed in preservative solution Crystal clear® (n= 8 ±SD). ns= not significant; **= significantly different (p= 0.05).

Los resultados de este trabajo, muestran que el manejo en seco mantiene e incluso mejora las características poscosecha de los cultivares de rosa evaluados, permite cuestionar el punto de vista tradicional de considerar a la hidratación un paso indispensable en el proceso de empaque de rosas.

Cuadro 3. Efecto de la solución de florero en ΔPF y VF de ocho cultivares de rosas cosechadas en dos épocas de corte.

Table 3. Effect of vase solution in ΔPF and VF in eight cultivars of roses harvested in two harvesting seasons.

Época de corte	Solución	ΔPF (%)	VF (días)
Mayo	Agua	3.29 c	9.73 c
Mayo	Crystal clear®	4.02 b	11.05 b
Septiembre	Agua	2.71 c	11.59 b
Septiembre	Crystal clear®	6.29 a	12.23 a

ΔPF= incremento de peso fresco; VF= vida de florero. Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales Tukey (p≤ 0.05).

extends the vase life by eliminating the occlusion of the basal part of stalk produced by bacteria and their products and embolism (presence of air), so that the absorption of the vase solution it's easier (Van Meeteren and Arévalo, 2009).



Figura 4. Efecto de la solución de florero en la apertura floral de dos cultivares de rosa (Vendela y Pecubo), sometidos a almacenamiento en seco (11 d, 4 °C y 90% HR). Después del almacenamiento los tallos se colocaron en agua de la llave o solución preservativa Crystal clear®.

Figure 4. Effect of the vase solution on the flower opening of two rose cultivars (Vendela and Pecubo), under dry storage (11 d, 4 °C and 90% RH). After storage, the stems were placed in tap water or preservative solution Crystal clear®.

The results of this study show that, the dry handling maintains and even improves the postharvest characteristics of the evaluated rose cultivars, allows questioning the traditional view of considering hydration is an essential step in the process of packing roses.

CONCLUSIONES

El uso de Hydraflor® previo al almacenamiento en seco redujo la ganancia de peso fresco y favoreció el desarrollo de *Botrytis*, por lo que los tallos manejados completamente en seco tuvieron mejores características de calidad (peso fresco y vida de florero). Asimismo, después del almacenamiento refrigerado, se recomienda la aplicación de una solución preservativa, para asegurar el restablecimiento de las relaciones hídricas de los tallos y proveer los sustratos para mejorar las características de calidad. Las flores cosechadas en septiembre en la mayoría de los cultivares evaluados, tienen mayor vida de florero que las cosechadas en mayo, que se ve incrementado con el uso de una solución de florero como Crystal clear®. Las cultivares de rosa con mejor comportamiento fueron 'Vendela' y 'Red Vicer' mientras las de menor vida fue 'Pecubo', 'Grand Gala' y 'Sena'.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del proyecto SAGARPA-CONACYT 11875, por el apoyo económico para la realización de este proyecto. Al ingeniero Hugo Domínguez Sepúlveda de Flores de Analco S. C. de P. de R. L. de C. V., por su incondicional apoyo para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Ahmad, I.; Joyce, D. and Faragher, J. D. 2011. Physical stem-end treatment effects on cut rose and acacia vase life and water relations. *Postharvest Biol. Technol.* 59:258-264.
- Ávila, A. y Pereyra, S. M. 2007. Cosecha temprana, apertura forzada y vida en el vaso de flores de cuatro cultivares de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) en invierno y en verano. *Agriscientia*. 2:71-77.
- Cevallos, J. C. and Reid, M. S. 2001. Effect of dry and wet storage at different temperatures on the vase life of cut flowers. *HortTechnology*. 11:199-202.

CONCLUSIONS

The use of Hydraflor® prior to the dry storage, reduced the fresh weight gained and favored the development of *Botrytis*, so the stems handled completely dry had better quality characteristics (fresh weight and vase life). Also, after the cold storage, the application of a preservative solution it's recommended, in order to ensure the restoration of the water relations of stems and provide the substrates to improve the quality characteristics. The flowers harvested in September in most of the cultivars evaluated present a longer vase life than those harvested in May, which is increased with the use of a solution such as Crystal clear®. The best performing rose cultivars were 'Vendela' and 'Red Vicer' while 'Pecubo', 'Grand Gala' and 'Sena' presented the lowest performance.

End of the English version



- Damunupola, J. W.; Qian, T.; Muusers, R.; Joyce, D. C.; Irving, E. D. and Van Meeteren, U. 2010. Effect of S-carvone on vase life parameters of selected cut flower and foliage species. *Postharvest Biol. Technol.* 55:66-69.
- De Capdeville, G.; Maffia, L. A.; Finger, F. L. and Batista, U. G. 2005. Pre-harvest calcium sulfate applications affect base life and severity of gray mold in cut roses. *Sci. Hort.* 103:329-338.
- Elad, Y.; Kirshner, B. and Gotlib, Y. 1993. Attempts to control *Botrytis cinerea* on roses by pre- and postharvest treatments with biological and chemical agents. *Crop Prot.* 12:69-73.
- Hammer, P. and Evensen, K. 1994. Differences between rose cultivars in susceptibility to infection by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*. 84:1305-1312.
- Halevy, A. H. and Mayak, S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part I. *Hort. Rev.* 1:204-223.
- Hernández, H. F.; Arévalo-Galarza, L.; Colinas-León, M. T.; Zavaleta-Mancera, H. A. y Valdés-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.

- Javad, N. M.; Ahmad, K.; Mostafa, A. and Roya, K. 2011. Postharvest evaluation of vase life, stem bending and screening of cultivars of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) flowers. *African J. Biotechnol.* 10(4):560-566.
- López, P.; Neisa, D. P.; Bacca, C. and Flórez, V. J. 2008. Evaluación de preservantes florales en la poscosecha de tres variedades de clavel estándar. *Agronomía Colombiana.* 26(1):116-126.
- Macnish, A. J.; De Theije, D.; Reid, M. S. and Jian, C. Z. 2009. An alternative postharvest handling strategy for cut flowers- dry handling after harvest. *Acta Hortic.* 847:215-222.
- Nowak, J. and Rudnicki, R. M. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. Timber Press Inc., Portland, Oregon, USA. 210 p.
- Pompodakis, N. E.; Terry, L. A.; Joyce, D. C.; Lydakis, D. E. and Papadimitriou, M. D. 2005. Effect of seasonal variation and storage temperature on leaf chlorophyll fluorescence and vase life of cut roses. *Postharvest Biol. Technol.* 36:1-8.
- Reid, M. S. 2002. Postharvest handling systems: ornamental crops. *In*: Kader, A. A. (ed.). Postharvest technology of horticulture crops. 3rd edition. University of California. Oakland, California, USA. 315-326 pp.
- Regan, E. M. and Dole, J. M. 2010. Determining optimum pH and EC levels for extended vase life of cut rose 'Freedom', 'Charlotte', and 'Classy'. *Acta Hortic.* 870:263-271.
- Ruting, A. 1991. Effects of wetting agents and cut flower food on the vase life of cut roses. *Acta Hortic.* 298:69-74.
- Shvarts, M.; Weiss, D. and Borochoy, A. 1997. Temperature effects on growth, pigmentation and postharvest longevity of petunia flowers. *Sci. Hortic.* 69:217-227.
- Slootweg, G.; Ten Hoope, M. A. and De Gelder, A. 2001. Seasonal changes in vase life, transpiration and leaf drying of cut roses. *Acta Hortic.* 543:337-342.
- Suzuki, A.; Leonard, R. T.; Nell, T. A.; Barret, J. E. and Clark, D. G. 2001. Effects of retail hydration on water uptake and quality of 'Madame Delbard' roses after long term transport. *Acta Hortic.* 543: 251-256.
- Van Doorn, W. G. and Witte, Y. 1997. Sources of the bacteria involved in vascular occlusion of cut rose flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122(2):263-266.
- Van Meeteren, U. and Arévalo-Galarza, 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 Hortic.* 847:199-206.
- Williamson, B.; Duncan, G. H.; Harrison, J. G.; Harding, L. L.; Elad, Y. and Zimand, G. 1995. Effect of humidity on infection of rose petals by dry inoculated conidia of *Botrytis cinerea*. *Mycol. Res.* 99:1303-1310.