



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“Almacenamiento seco a temperatura ambiente como una propuesta de manejo postcosecha en tallos florales de rosa y crisantemo”

T E S I S

Que para obtener el título de

Bióloga

P R E S E N T A

Diana Marisol Saucedo García

Director de Tesis

Dr. Gumercindo H. De La Cruz Guzmán

Los Reyes Iztacala, enero de 2017.

Tlalnepantla, Estado de México



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres que con dedicación y esfuerzo permanecieron a mi lado desde el primer hasta el último día de mi formación académica.

A mi padre por tu cariño y los valores inculcados.

A mi madre, por animarme y encaminarme en tantos momentos de frustración, tus consejos y tu confianza.

Dr. Gumercindo, agradezco infinitamente su paciencia, motivación y tiempo indispensables para la culminación de este proyecto.

A mi amado campus universitario, por brindarme la oportunidad de ser mejor persona, por convertirse en mi segundo hogar, lugar donde conocí personas maravillosas, aprendí de la vida y me formé como profesionalista.

A Diego, por acompañarme y apoyarme.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	2
LISTA DE CUADROS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
I. INTRODUCCION GENERAL.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1 Descripción e importancia de rosa y crisantemo como flores de corte	10
2.3 Índice de cosecha.....	13
2.4 Manejo postcosecha y vida de florero.....	15
2.5 Vida en florero y preservantes florales.....	18
2.6 Relaciones hídricas en el florero.....	19
III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	23
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	23
3.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1 Fase 1.....	25
4.1.1 Material biológico y distribución de tratamientos.....	25
4.1.2 Diámetro, número y área de los elementos de vaso e índice de vulnerabilidad (IV).....	27
4.2 Fase 2.....	28
4.2.1 Material biológico y distribución de tratamientos.....	28
4.2.2 Peso fresco (PF).....	29
4.2.3 Tasa de absorción de la solución (TAS).....	30
4.2.4 Apertura Floral (ϕ).....	30
4.2.5 Índice de apertura floral (IA).....	30
4.2.6 Vida de florero (VF).....	31
4.3 Análisis Estadístico.....	33
4.3.1 Fase I.....	33
4.3.2 Fase II.....	33

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
FASE I	34
5.1 Temperatura y humedad relativa (HR) en el ambiente del laboratorio	34
5.2 Recuperación de la hidratación en tallos florales de rosa y crisantemo expuestos al ambiente por 48 h	35
5.3 Humedad de los tallos florales expuestos a temperatura ambiente ..	37
5.4 Diámetro, número y área de los elementos de vaso e índice de vulnerabilidad (IV).....	39
5.4.1 Diámetro de los elementos de vaso	39
5.4.2 Número y área de los elementos de vaso e índice de vulnerabilidad	41
FASE II	43
6.1 Temperatura y humedad relativa (HR) en el interior de los empaques	43
6.2 Humedad de los tallos florales almacenados en seco a temperatura ambiente	44
6.3 Peso fresco (PF).....	45
6.4 Tasa de absorción de la solución (TAS)	47
6.5 Apertura de los botones florales	- 49 -
6.6 Índice de apertura floral (IA) y vida de florero (VF).....	- 50 -
VI. CONCLUSIONES	- 54 -
VII. LITERATURA CITADA.....	- 55 -

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tallos florales que recuperaron su hidratación (>95 %) 24 h después de colocarse en el florero con 250 mL de solución preparada.	35
Cuadro 2. Contenido de humedad (%) en hojas, tallos y botones florales de rosa 'Topaz' y Crisantemo 'Hartman' expuestos a temperatura ambiente por 48 h..	37
Cuadro 3. Número, diámetro, área e índice de vulnerabilidad de vasos en la parte media de los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.	41
Cuadro 4. Apertura de los botones florales (mm) de rosa 'Topaz' con almacenamineto seco a temperatura ambiente por 7 d.	- 49 -
Cuadro 5. Índice de apertura floral (IA) y vida de florero (VF) en tallos de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' con almacenamiento seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 7 d.....	- 51 -

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'	11
Figura 2. Tendencia del valor de la producción de rosa y crisantemo	13
Figura 3. Índice de cosecha de rosa 'Topaz' (A) y crisantemo 'Hartman' (B)	15
Figura 4. Manejo húmedo.....	17
Figura 5. Manejo seco.....	17
Figura 6. Factores que influyen en el balance hídrico de los tallos florales.....	20
Figura 7. Diagrama de la metodología desarrollada durante la fase I	26
Figura 8. Diagrama de la metodología desarrollada durante la fase II.	29
Figura 9. Escala hedónica de vida en florero y senescencia de rosa	31
Figura 10. Escala hedónica de vida en florero y senescencia de crisantemo	32
Figura 11. Temperatura y HR del sitio donde se desarrolló el experimento.	34
Figura 12. Recuperación de los tallos florales	36
Figura 13. Diámetro de los elementos de vaso en tallos	40
Figura 14. Temperatura y humedad relativa alrededor de los tallos.....	43
Figura 15. Peso fresco de tallos florales de rosa y crisantemo.....	46
Figura 16. Tasa de absorción	48
Figura 17. Aspecto visual en tallos de rosa 'Topaz'	- 52 -
Figura 18. Aspecto visual en tallos florales de crisantemo 'Hartman'	- 53 -

RESUMEN

Para proponer al almacenamiento seco a temperatura ambiente como una técnica de manejo postcosecha se analizó la relación entre las características de los elementos de vaso y la hidratación, así como el tiempo en que los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' pueden almacenarse sin detrimento en su vida de florero. En un invernadero comercial en Texcoco, Estado de México se tomaron muestras de la parte media de tres tallos florales, se incluyeron en parafina y se realizaron cortes transversales de 20 μm para obtener el número, diámetro y área de los elementos de vaso y calcular el índice de vulnerabilidad. También se cosecharon tallos para transportarse, en húmedo (control) y en seco, al laboratorio donde se expusieron a al ambiente (20 ± 3 °C; 45 ± 7.5 % de HR) por 48 h y se evaluó, cada 8 h, el contenido de humedad y el número de tallos que recuperaron su hidratación. Otros tallos se almacenaron en seco, en el mismo ambiente, de 1 a 7 d, en éstos se evaluó peso fresco, tasa de absorción de agua, índice de apertura floral y vida de florero. Los resultados mostraron que el número de vasos fue 14 % menor en rosa (282.6 vasos mm^{-2}) que en crisantemo. Sin embargo, el diámetro, el área y el índice de vulnerabilidad fueron significativamente mayores, lo que promovió cavitación, menor contenido de humedad y que ningún tallo de rosa recuperara su hidratación con 40 h de exposición al ambiente, mientras que en crisantemo todos se recuperaron. Como técnica de manejo se propone cosechar los tallos florales por la mañana, seleccionarlos por longitud, empaquetarlos con papel kraft y bolsas de polietileno negro y almacenarlos en seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 3 d para rosa 'Topaz' y 6 d para crisantemo 'Hartman', con este tiempo la vida de florero se mantiene en 9.6 y 20.2 d respectivamente.

Palabras clave: Vida de florero, tasa de absorción de agua, índice de vulnerabilidad, área de los elementos de vaso, hidratación del tallo floral.

I. INTRODUCCION GENERAL

A nivel mundial, Kenia, Colombia, Ecuador, y México forman parte de los países productores de ornamentales que exportan hacia la Unión Europea, Japón o Estados Unidos quienes absorben aproximadamente el 75 % del consumo hortícola mundial (SAGARPA, 2009).

En México, 70 % de la producción, distribución y consumo de tallos florales se realiza en la zona centro. El Estado de México es reconocido como el mayor productor junto con Puebla, Morelos y el Distrito Federal (SHCP, 2014). El 80 % de ésta se destina a abastecer el mercado interno y el 20 % a la exportación (SIAP, 2013). Entre los cultivos florícolas de mayor demanda destacan la rosa y el crisantemo (Secofi, 2005).

Durante el proceso de producción, los floricultores se enfrentan a la falta de infraestructura para cultivar, cosechar, almacenar y transportar los tallos florales, lo que trae como consecuencia una reducción de la calidad y disminución de la vida en florero (SAGARPA, 2009). La postcosecha, inicia cuando los tallos florales se cortan y finaliza con la llegada al consumidor final, durante este proceso puede ocurrir daño mecánico, deshidratación, síntesis de etileno y disminución de la longevidad. En la solución del florero, las causas que aceleran la senescencia se relacionan con la concentración de microorganismos y la cantidad de sales o bicarbonatos que alteran las relaciones hídricas (Halevy y Mayak, 1981). Para disminuir la cantidad de microorganismos en el agua se pueden agregar compuestos que acidifiquen la solución (pH, 3.5 a 5.0), mientras que, para uniformizar el uso del agua en flores de corte, van Meeteren *et al.* (2001) propusieron una solución que simula el contenido del agua potable (0.7mM CaCl₂ + 1.5mM NaHCO₃ + 0.005mM CuSO₄). Esta solución favorece el flujo hídrico y se utiliza en sustitución del agua potable.

Para mantener la calidad, los productores utilizan el manejo húmedo que consiste en cosechar, hidratar, seleccionar, empaquetar, volver a hidratar y finalmente almacenar los tallos florales entre 0 y 2 °C ya que a temperaturas mayores la tasa de respiración se incrementa exponencialmente y la senescencia se acelera. Durante este proceso, el agua se contamina por microorganismos que taponan los vasos del xilema y los cambios de temperatura favorecen la germinación de esporas de *Botrytis* (Celikel y Reid, 2005; De La Cruz *et al.*, 2014).

Por otro lado, el manejo seco que consiste en cosechar, seleccionar, empaquetar, almacenar y distribuir los tallos florales sin hidratación alguna, ha mostrado una vida de florero similar o mayor que el manejo húmedo en cultivares de rosa 'Black Magic', 'Polar Star', 'Engagement', 'Kardinal' y 'Angelique' (Mosqueda *et al.*, 2011; Ahmad *et al.*, 2012; De La Cruz *et al.*, 2014). La razón es que el estrés disminuye el potencial hídrico, favorece la absorción de agua y los tallos florales recuperan su hidratación en menor tiempo (30 min aproximadamente), además no hay fuentes de contaminación por microorganismos o condensación del agua que estimule la germinación de esporas de *Botrytis* (Jarvis 1977; Volpin y Elad, 1991; Taiz y Zeiger, 2010)

El manejo seco puede ser una alternativa viable para los productores que no cuenten con cámaras frigoríficas o bien donde la disponibilidad de agua sea limitada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción e importancia de rosa y crisantemo como flores de corte

El cultivo de plantas ornamentales se considera una ocupación básica de la humanidad que no solo se encuentra ligada a sus necesidades económicas sino también a las de recreación. Hoy en día dos de las especies más conocidas y cultivadas alrededor del mundo son rosa y crisantemo (Ramos y Herrera, 2012). Las rosas y crisantemos cultivados en la actualidad provienen de numerosos procesos de cruza y selección con el fin de obtener tallos florales más vigorosos y con mayor vida de florero (Caballero, 1997).

La rosa es una planta exótica que pertenece a la familia de las Rosáceas, es la especie más popular entre los consumidores debido a su importancia ornamental y cultural, por su belleza es muy apreciada como flor de corte, su demanda destaca por su fragancia y amplia variedad de tonos y colores (Yong, 2004; Dahal, 2013). En particular *Rosa hybrida* cv. Topaz se originó a partir de un híbrido de té color rosado oscuro producto del cruzamiento entre las especies *Rosa chinensis* Jacq (rosa Té) y *Rosa gallica* L. (rosa de castilla). Los rosales híbridos de Té (*Rosa hybrida* L.) heredaron de sus progenitores las dos cualidades más sobresalientes, la capacidad de repetir la floración y follaje coriáceo de *R. chinensis* y los tallos vigorosos y resistentes a las heladas de *R. gallica*. También adquirieron la capacidad de producir un número mayor de pétalos y gama de colores más amplios que las especies hibridadas (Adumitresei y Stanescu, 2009). Los tallos florales de rosa 'Topaz', que se utilizaron en esta investigación, tuvieron una longitud de 60 ± 2.5 cm, diámetro del tallo en la parte media de 0.65 ± 0.05 cm y 38.60 ± 2.28 pétalos por botón floral con un área foliar promedio de 410 ± 15 cm² (Figura 1).

El crisantemo pertenece a la familia Asteraceae originaria del oriente asiático con un alto valor ornamental, las hojas pueden ser lobuladas, dentadas o rugosas y son casi siempre aromáticas. Dentro de la floricultura, crisantemo es un híbrido que segrega formas diversas, a partir de la cual se han generado cultivares como *Chrysantemun indicum* (amarillo) y *C. mortifolium* (rosas y lilas) actuales originarios de China. Es una de las especies ornamentales más cultivadas en todo el mundo, la producción es importante en países como Japón donde tiene un elevado valor simbólico, existe una gran demanda por lo que trabajos de mejora genética han dado lugar a numerosos cultivares, de formas y colores diversos. Después de rosa, crisantemo es la flor cortada más vendida en el mercado (Palmieri, 2006; Barrera *et al*, 2007 Chalate *et al.*, 2008). La longitud promedio de los tallos florales de crisantemo 'Hartman' fue de 65 ± 5 cm, 546 ± 20 pétalos por botón floral y un área foliar de 16.01 ± 3.62 cm² (Figura 1).



Figura 1. Tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.

2.2 Cultivo y comercialización de rosa y crisantemo en México

México cuenta con un gran potencial para el cultivo de productos florícolas, pues posee ventajas competitivas importantes tales como sus condiciones climáticas, gran diversidad de suelos y la disponibilidad de mano de obra. Dentro del país 70 % de la producción, distribución y consumo de flores se realiza en la zona centro, los principales productores son Estado de México, Puebla, Morelos y Distrito Federal. El 75 % de la producción se realiza a cielo abierto, 5 % en túneles y 20 % en viveros o invernaderos tecnificados. Del total producido, 80 % se destina para abastecer el mercado interno a través de intermediarios o directamente a consumidores locales, floristerías o tiendas de autoservicio localizadas principalmente en las delegaciones de Xochimilco, Tlalpan, Estado de México (Villa Guerrero, Texcoco, Naucalpan, Villa del Carbón) y estado de Morelos (Cuernavaca), y tan solo el 20 % se destina a las exportaciones (ASERCA, 2006; SAGARPA, 2012; SIAP, 2013; SHCP, 2014).

La demanda de las flores de corte depende principalmente de fechas especiales como: fiestas religiosas, bodas, quince años y graduaciones, día de muertos, día del amor y la amistad, día de las madres, navidad y en menor proporción el día de la secretaria y del maestro. Aunque rosas y crisantemos se comercializan durante todo el año, existen periodos de mayor demanda, por ejemplo: para crisantemo son de noviembre a mayo, mientras que para rosas son los meses de febrero, mayo, junio y diciembre (Chalate *et al.*, 2008).

Los precios de los bonches con 25 tallos florales de rosa, durante el año fluctúan entre \$139.94 y \$ 189.41, el mayor costo corresponde al mes de febrero y el menor al mes de julio. Mientras que la docena de crisantemo fluctúa entre \$10.62 y \$12.02, el periodo mayor de consumo y los precios más altos corresponden a los meses de mayo, noviembre y diciembre los cuales son las temporadas de venta que responden al periodo de festividades (Chalate *et al.*, 2008) (Figura 2).

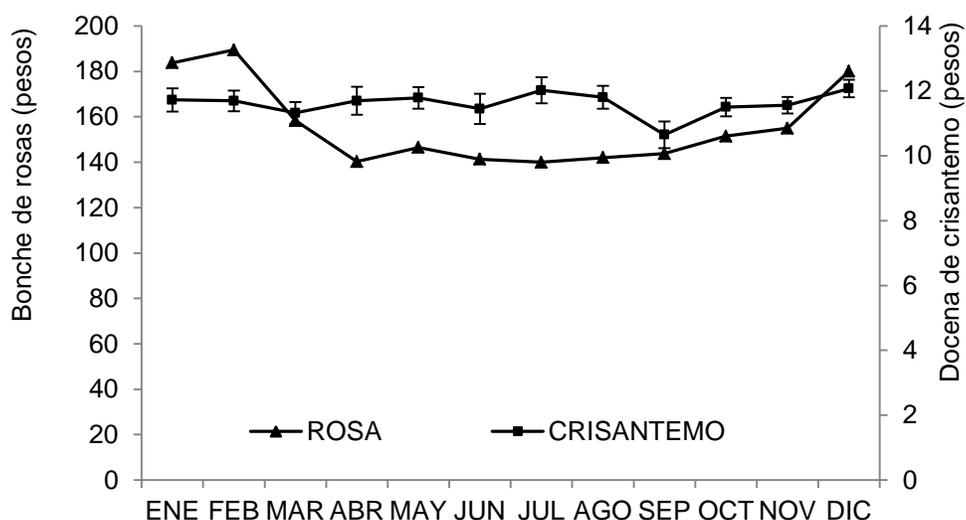


Figura 2. Tendencia del valor de la producción de rosa y crisantemo de invernadero producido en Morelos y comercializado en la Central de Abastos, Ciudad de México. Cada dato es el promedio de 5 años, enero de 2012 a noviembre de 2016. (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, 2016. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>).

2.3 Índice de cosecha

La cosecha inicia a las 7:00 horas y se realiza diariamente o cada tercer día dependiendo de la extensión de la parcela. Los cosechadores recortan, a lo largo de los surcos, los tallos florales con el índice de cosecha (apertura del botón floral) que consideren pertinente, los separan por color, los sujetan con mallas y los colocan en contenedores con agua o con soluciones químicas antes de llevarlos al sitio de selección y empaque. Para evitar fallas en la apertura floral y prolongar la vida en florero, los productores deben conocer el índice de cosecha de cada cultivar. Generalmente las rosas se cosechan cuando los sépalos se separan en el ápice, se procura que el tallo sea lo más largo posible. En crisantemo la cosecha se realiza cuando el botón floral está totalmente abierto (Figura 3).

Las cualidades deseadas en las rosas para corte, según los gustos y exigencias del mercado en cada momento son: tallos largos y rígidos, 50 a 70 cm, dependiendo de las zonas de cultivo, follaje verde brillante, apertura lenta y vida de florero prolongada. En promedio los cultivares de rosa duran 10 d y los de crisantemo 20 d en el florero, sin aplicar ninguna solución preservante (Arévalo *et al.*, 2012).

La calidad se califica según la longitud del tallo (SAGARPA, 2012) en:

- a) Extra con 80 a 90 cm
- b) Primera con 70 a 80 cm
- c) Segunda con 60 a 70 cm
- d) Tercera con 50 a 60 cm
- e) Tallos cortos con 40-50 cm.

Para crisantemo se prefieren tallos mayores que 60 cm, botones florales y hojas libres de plagas y enfermedades. Sin embargo, no hay una clasificación por longitud del tallo como en las rosas.

El punto de corte para crisantemo en la mayoría de las variedades se presenta cuando los pétalos exteriores se han desprendido totalmente y los interiores aún se están desprendiendo (Hidalgo, 2011) (Figura 3).



Figura 3. Índice de cosecha de rosa 'Topaz' (A) y crisantemo 'Hartman' (B).

2.4 Manejo postcosecha y vida de florero

El manejo postcosecha se refiere a la forma en que los tallos florales se manipulan desde su cosecha hasta que llegan al consumidor final. La vida de florero inicia cuando los tallos se colocan en un contenedor y se define como el número de días que mantienen un aspecto visual agradable, sin marchitamiento de hojas o pétalos. Los factores que se relacionan con disminución de la longevidad son el déficit hídrico, que se presenta cuando la tasa de absorción es menor que la de transpiración, en el xilema, la cavitación por aire o el embolismo provocado por microorganismos y en el ambiente, la presencia de etileno que estimula la autocatálisis en el tallo floral y acelera la senescencia (Gebremedhin, 2013).

El aumento en la demanda de flores de corte requiere que el transporte se realice a cortas (5 a 10 km) o largas distancias (más de 10 km) sin detrimentos en su calidad o vida de florero, para ello se necesitan materiales de embalaje que disminuyan el daño mecánico y camiones refrigerados para abatir el metabolismo

celular que acelera la senescencia. Mantener la cadena de frío desde la cosecha hasta el consumidor favorece el balance hídrico, retrasa la senescencia y mejora la vida cuando los tallos se colocan en el florero (Arévalo *et al.*, 2012; Asgarhi, 2015). La exposición a temperaturas mayores que 20 °C y humedad relativa alta (80 %) reducen la vida de florero ya que provocan amarillamiento de las hojas, abscisión de pétalos, apertura irregular del botón floral y muerte prematura (Nowak y Rudnicki 1990; Hassan 2014).

De manera tradicional, los productores realizan la cosecha las 7:00 am, cuando la temperatura es baja y la humedad relativa alta, introducen los tallos en contenedores con agua o soluciones hidratantes, los transportan al sitio de selección y empaque y los hidratan nuevamente para almacenarlos entre 0 y 2 °C ya que a temperaturas mayores la tasa de respiración se incrementa exponencialmente y la senescencia se acelera (Celikel y Reid, 2005). Después del almacenamiento, se transportan en seco o en húmedo a los sitios de distribución y venta donde se hidratan una vez más, a esta técnica se le conoce como manejo húmedo (De La Cruz *et al.*, 2014).

Con el manejo húmedo (Figura 4) la desecación se reduce, pero los botones florales continúan su apertura, la condensación del agua provocada por los cambios de temperatura favorece la germinación de esporas de *Botrytis*, la concentración de bacterias que taponan los haces vasculares en la base de tallo se incrementa lo que provoca disminución de la conductividad hídrica y acelera la senescencia. Además, se requiere mayor espacio en las cámaras frigoríficas, uso de agua y mano de obra calificada (de Witte y van Doorn, 1988; Hammer y Evensen, 1996; Ahmad *et al.*, 2012).



Figura 4. Manejo húmedo. A) Empaquetamiento de tallos florales, B) contenedores sucios que contribuyen a la proliferación de bacterias y taponamiento físico de los tallos, C) hidratación de los tallos florales.

Los costos altos para la infraestructura, mano de obra y recursos utilizados estimulan la búsqueda de alternativas con eficiencia similar o mayor que el manejo húmedo.

El manejo seco que consiste en cosechar, seleccionar, empaquetar los tallos florales con papel kraft y bolsas de polietileno negro para luego almacenarlos y distribuirlos al consumidor final, sin hidratación alguna (Figura 5), puede ser una alternativa para los productores que no cuenten con cámaras frigoríficas o la disponibilidad de agua, en los sitios de cultivo, sea limitada (De La Cruz *et al.*, 2014).



Figura 5. Manejo seco. A) Selección de tallos florales de rosa ‘Samurai’, ‘Topaz’, ‘Polar Star’ y ‘Engagement’, B) Empaquetado de los tallos florales con papel kraft y bolsas de polietileno negro, C) Almacenamiento seco a temperatura ambiente o en refrigeración.

La envoltura crea una atmósfera modificada ya que la transpiración de los tallos florales aumenta la humedad relativa a 90 o 95 %, el papel kraft absorbe agua y evita la dispersión de esporas de *Botrytis* disminuyendo su incidencia durante la vida de florero. La respiración contribuye significativamente a la atmósfera modificada al reducir la concentración de oxígeno y elevar los niveles de CO₂, con lo cual la tasa transpiratoria y el metabolismo celular disminuyen, se previene la acción del etileno y se extiende el periodo de almacenamiento por varios días a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) o por semanas en refrigeración (0 a 2 °C) (Goszcynska y Rudnicki, 1983; Rudnicki *et al.*, 1986; Fanourakis *et al.*, 2013; De la Cruz *et al.*, 2014).

Con el manejo seco, los productores que no cuenten con cámaras frigoríficas pueden almacenar los tallos florales a temperatura ambiente (20 ± 3°C) sin pérdidas en la calidad o disminución de vida en florero, siempre que se eviten la deshidratación foliar envolviendo los tallos con papel kraft y bolsas negras de polietileno. Con ésta técnica, los costos se reducen porque disminuye la manipulación y se evita el uso de soluciones preservantes. Además, la conductividad hídrica se restablece más rápido debido al menor crecimiento bacteriano en la base del tallo y a la disminución del potencial hídrico derivado del estrés provocado en el sistema vascular (Faragher *et al.*, 1984; Cevallos y Reid, 2000; Macnish *et al.*, 2009).

2.5 Vida en florero y preservantes florales

Según Halevy y Mayak, (1981) los factores que modifican la vida en el florero son: la temperatura, porque acelera el metabolismo, la humedad relativa que estimula la deshidratación, la concentración de etileno porque acelera la senescencia y la composición del agua en el contenedor que podría ser fuente para la proliferación de microorganismos. Estos factores pueden ser contrarrestados mediante la aplicación de preservantes florales que: **a)** aporten una fuente energética, **b)**

disminuyan o eviten el crecimiento de microorganismos en la solución, **c)** inhiban la síntesis o la acción del etileno.

Los preservantes florales que aportan energía al tallo floral tienen como componente principal a la sacarosa, la cual es hidrolizada a glucosa y fructuosa por las enzimas invertasas de los pétalos (Reid, 2009). El azúcar que se disuelve en la solución del florero, se transporta por el tallo vía floema y llega a las hojas donde entra al simplasto y por el floema se transporta a los pétalos donde incrementa el potencial osmótico que contribuye a la absorción de agua, mantiene la turgencia celular, mejora la apertura e incrementan la vida en florero (Halevy y Mayak, 1981; Särkkä, 2005).

Los compuestos que abaten la concentración de microorganismos y evitan la síntesis o acción del etileno son las sales de plata como el nitrato de plata (AgNO_3), tiosulfato de plata (STS), derivados de hidroxiquinoleína (HQC o HQS), 1-MCP y etanol. Éstos evitan el taponamiento de los haces vasculares, disminuyen la actividad del etileno e incrementa la vida en las flores de corte (Hussen y Yassin, 2013).

2.6 Relaciones hídricas en el florero

Las relaciones que ocurren en el florero modifican la longevidad de los tallos florales. El balance hídrico positivo, que ocurre cuando la tasa de absorción es mayor que la de transpiración, aumenta el peso fresco y mejora la apertura floral y vida de florero. Sin embargo, cuando este balance es negativo se provoca déficit hídrico y los síntomas de senescencia se aceleran. Existen otros factores que influyen directa o indirectamente en el balance hídrico y la vida de florero, estos son: la densidad y apertura del poro estomático, las características de los vasos en el xilema del tallo floral, la concentración de microorganismos o unidades formadoras de colonia (UFC) en la solución del florero, el gradiente de potencial

hídrico que se establece entre la solución y el tallo floral, los metabolitos secundarios (ligninas, suberinas) que se sintetizan como consecuencia del corte, la actividad enzimática, la incidencia de *Botrytis* en los pétalos y desde luego el manejo de los tallos florales (Figura 6).



Figura 6. Factores que influyen en el balance hídrico de los tallos florales.

La deshidratación del tallo floral se acompaña de una tasa transpiratoria alta debido a que los estomas permanecen abiertos. La regulación estomática ocurre mientras el cultivo está en desarrollo, si ha crecido con humedad relativa alta (> 80 %) ocurrirán fallas en el cierre de estomas por falta de síntesis de ácido abscísico. Cuando se desarrolla con humedad relativa baja (< 60 %) no ocurren fallas en el cierre de estomas y la vida de florero es mayor porque se evita la deshidratación (Fanourakis *et al.*, 2013).

Las características de los vasos en el xilema contribuyen a la hidratación del tallo floral, ya que vasos con diámetros anchos tienen menos resistencia al flujo de agua y son más susceptibles a la cavitación comparado con los vasos estrechos que difícilmente cavitan, pero tiene mayor resistencia al flujo hídrico (van Doorn y Reid, 1995).

Cuando el número de unidades formadoras de colonia (UFC) en la solución del florero es de 10^6 el flujo hídrico en los tallos florales se ve limitado y queda totalmente obstruido si la concentración sube a 10^7 UFC (van Doorn, 2012).

El potencial hídrico (Ψ) del agua destilada (0.0 Mpa) es mayor comparado con el de cualquier solución preservante, sin embargo, el efecto en la absorción es poco significativo debido al gradiente que se establece entre el Ψ de la solución, el tallo floral y la atmósfera cuyo valor es de -69 MPa a 20 °C y 60 % de humedad relativa (Taiz y Zeiger, 2010).

Como respuesta al daño se activan enzimas tales como peroxidasas, catecol oxidasas, polifenoloxidasas y fenilalanina amonioliasas (PAL), relacionadas con la formación de compuestos fenólicos y suberinas que obstruyen el flujo de agua en los vasos del xilema (van Doorn y Cruz, 2000; van Doorn y Vaslier, 2002). En tallos florales de *Chrysanthemum sp* la alta actividad de PAL está relacionada con el bloqueo de los vasos del xilema (van Meeteren y Arévalo, 2009). En *Grevillea* 'Crimson Yul-lo', la aplicación de S-carbone (0.32 y 0.64 mM), que inhibe la síntesis de fenoles y suberinas, incrementa su flujo hídrico y vida en florero (He *et al.*, 2006) sugiriendo que procesos fisiológicos pueden estar relacionados con la absorción de agua en los primeros 2 cm del tallo floral.

En flores de corte, la absorción de agua ocurre directamente a través de los vasos del xilema que junto con el poro estomático regulan la tasa transpiratoria y la hidratación de los tallos florales (Zimmermann, 1983; Taiz y Zeiger, 2010). Vasos con diámetros grandes (> 75 μ m) tienen menor resistencia al flujo hídrico y son

más susceptibles al embolismo comparado con los de menor calibre (van Meeteren *et al.*, 1999; Jedrzejuk *et al.*, 2012). El cierre de estomas reduce la pérdida de agua, mantiene la turgencia celular y prolonga la vida en florero (Taiz y Zeiger, 2010; Fanourakis *et al.*, 2013). 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 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 valores menores que 1.0 indican que los tallos estuvieron estresados y son resistentes al embolismo (Carlquist, 1977; Hacke *et al.*, 2001).

Para hacer una propuesta de manejo en flor de corte es importante analizar los factores que contribuyen a mantener un balance hídrico positivo cuando los tallos se colocan en el florero.

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 OBJETIVOS GENERALES

Analizar las características de los vasos de xilema, y su relación con la recuperación de la hidratación, en tallos florales rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' expuestos a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 48 h.

Evaluar el almacenamiento seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) como una propuesta de manejo postcosecha en tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

Evaluar el número de tallos florales de, rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman', que recuperan su hidratación después de exponerse a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 48 h.

Evaluar los cambios en el contenido de humedad de hojas, tallos y botones florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' expuestos a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 48 h.

Determinar el diámetro, el número y el área de los elementos de vaso en la parte media de tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.

Calcular el índice de vulnerabilidad (IV) en tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.

Determinar el tiempo que los tallos de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' pueden almacenarse en seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) sin que disminuyan su vida de florero.

Proponer una técnica de manejo postcosecha para tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.

3.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Entre las características anatómicas que distinguen a la especie, se pueden mencionar el número y área de los elementos de vaso o el índice de vulnerabilidad, por lo que se puede sugerir un efecto diferencial en la hidratación de los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' expuestos a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 48 h.

Los materiales y el procedimiento que se realiza para empaquetar los tallos florales con manejo seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) disminuyen la deshidratación y mantienen la calidad en la flor de corte.

Los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' pueden almacenarse en seco a temperatura ambiente (20 ± 3 C), sin embargo, existe un tiempo crítico para cada especie en el cual la vida de florero disminuye.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en dos fases, en la primera los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' se cosecharon, transportaron y expusieron, sin envoltura, al ambiente del laboratorio (20 ± 3 °C y 45 ± 7.5 % de HR), para la segunda fase, otros tallos florales de rosa y crisantemo se envolvieron con papel kraft y bolsas de polietileno negro y se almacenaron por 1 o 7 d en el ambiente del laboratorio.

4.1 Fase 1

4.1.1 Material biológico y distribución de tratamientos

Los tallos florales se cosecharon, a las 7:00 h, en el invernadero comercial de la empresa Flores Selectas de Tequexquahuac, ubicado en el pueblo de Tequexquahuac, Texcoco, Estado de México. Diez tallos florales de rosa 'Topaz' y diez de crisantemo 'Hartman' se transportaron, por 2 h, en húmedo (100 % de hidratación correspondiente al tratamiento control) y sesenta de cada cultivar en seco.

En el laboratorio, los tallos control se colocaron inmediatamente en floreros con 250 mL de solución preparada, 0.7 mM cloruro de calcio + 1.5 mM de bicarbonato de sodio + 0.005mM sulfato de cobre (van Meeteren *et al.*, 2001), y se distribuyeron al azar en un área con iluminación de $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, temperatura de 20 ± 3 °C, humedad relativa de 45 ± 7.5 % y fotoperiodo de 12 horas. Cada unidad experimental estuvo representada por un tallo floral dentro de un florero con 250 mL de solución preparada. Los tallos con manejo seco, se desarrollaron y se expusieron sobre las mesas del laboratorio (20 ± 3 °C) por 48 h. Para evaluar la recuperación de la hidratación en el florero, cada 8 h (8, 16, 24, 32, 40 y 48) se seleccionaron al azar siete tallos florales de rosa y siete de crisantemo, se

recortaron 3 cm de su base, se pesaron con una balanza digital (Velab ES-1000H, con 0.01 g de precisión) y se colocó, cada uno, en un florero con 250 mL de solución preparada (van Meeteren *et al.*, 2001). Se consideraron como tallos que recuperaron su hidratación aquellos cuyo porcentaje de peso fresco fue $\geq 95\%$ después de 24 h en el florero (Figura 7).

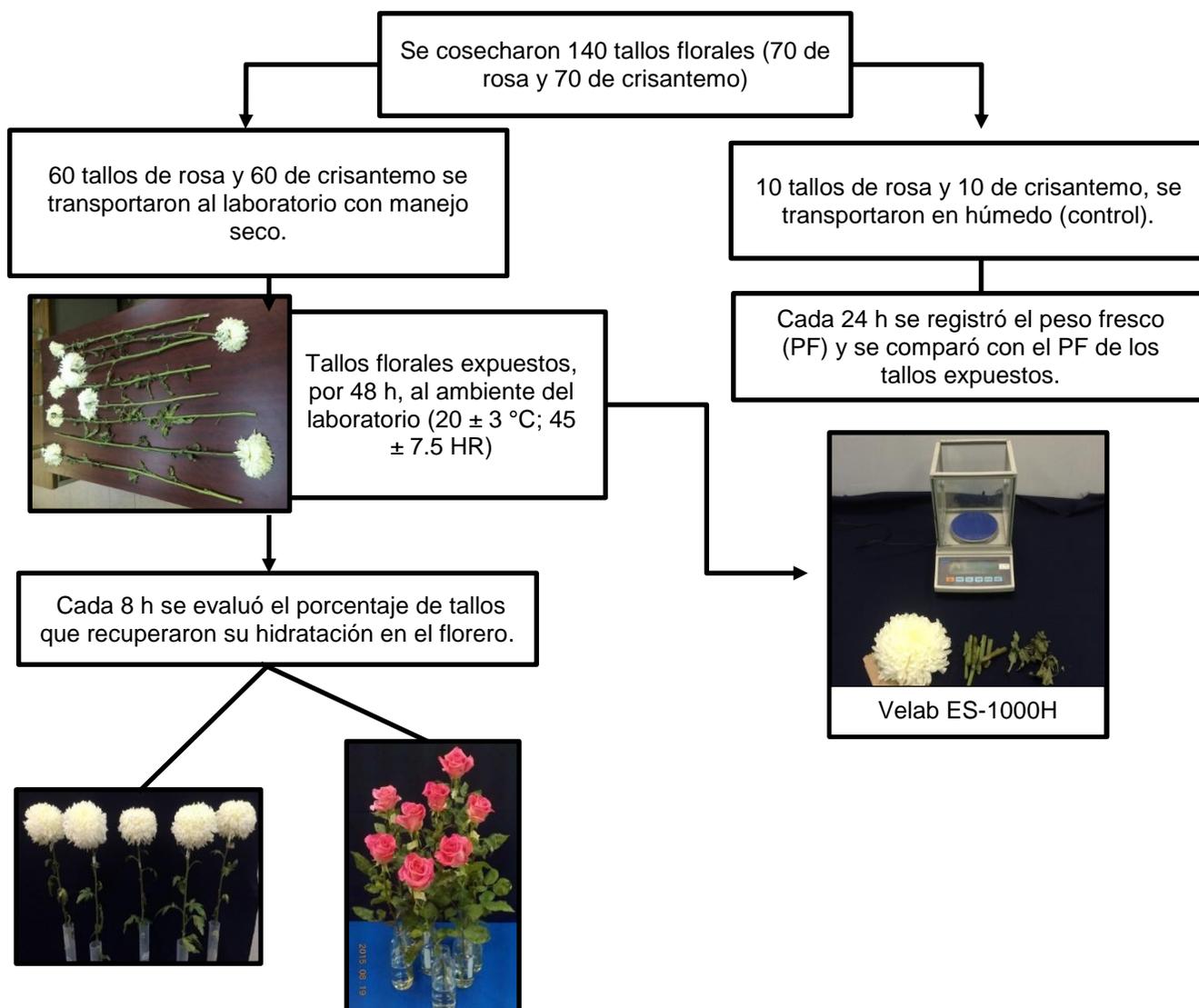


Figura 7. Metodología desarrollada durante la fase I.

El contenido de humedad de los tallos florales expuestos a temperatura ambiente por 48 h se determinó, cada 8 h, mediante la selección al azar de tres tallos

florales de rosa y tres 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. La ecuación utilizada fue:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = 1 - \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} (100)$$

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

En la parte media de tres tallos florales de rosa y tres de crisantemo se obtuvieron fracciones de 0.5 cm de longitud y se fijaron en FAA (alcohol, 50 mL; ácido acético, 5 mL; formaldehído, 10 mL; agua destilada, 35 mL), para luego incluirse en parafina y realizar cortes transversales de 20 µm en base a la microtécnica descrita por Avitia, (1996). 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 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):

$$\text{Índice de Vulnerabilidad} = \frac{\text{Diámetro de los elementos de vaso}}{\text{Número de elementos de vaso por mm}^2}$$

4.2 Fase 2

4.2.1 Material biológico y distribución de tratamientos

Para la segunda fase, ochenta tallos florales de rosa 'Topaz' y ochenta de crisantemo 'Hartman' se cosecharon, a las 7:00 h, en el mismo invernadero comercial. Diez tallos florales de rosa y diez de crisantemo se transportaron, por 2 h, en húmedo (100 % de hidratación o control) y setenta en seco.

En el laboratorio, los tallos control se colocaron inmediatamente en floreros con 250 mL de solución preparada (van Meeteren *et al.*, 2001), los transportados en seco se recortaron 3 cm de su base, se pesaron, se separaron en paquetes de diez tallos florales cada uno y se envolvieron con papel kraft y bolsas negras de polietileno. Los paquetes se almacenaron de 1 a 7 días en el ambiente del laboratorio (20 ± 3 °C; 45 ± 7.5 % de HR). Dentro de los paquetes, junto a los tallos florales, se colocaron sensores (HOBO) para medir la temperatura y la humedad relativa en el interior.

Diariamente se desarrolló un paquete de tallos florales de rosa y uno de crisantemo para evaluar, en tres tallos florales, el contenido de humedad de las hojas, tallos y botones florales, el procedimiento ya se describió en la fase 1. Los siete tallos restantes se pesaron, se recortaron 3 cm de su base, se pesaron nuevamente, se colocaron en floreros con 250 mL de solución preparada (van Meeteren, 2001) y se distribuyeron al azar en el mismo espacio que los de la fase 1 (Figura 8).

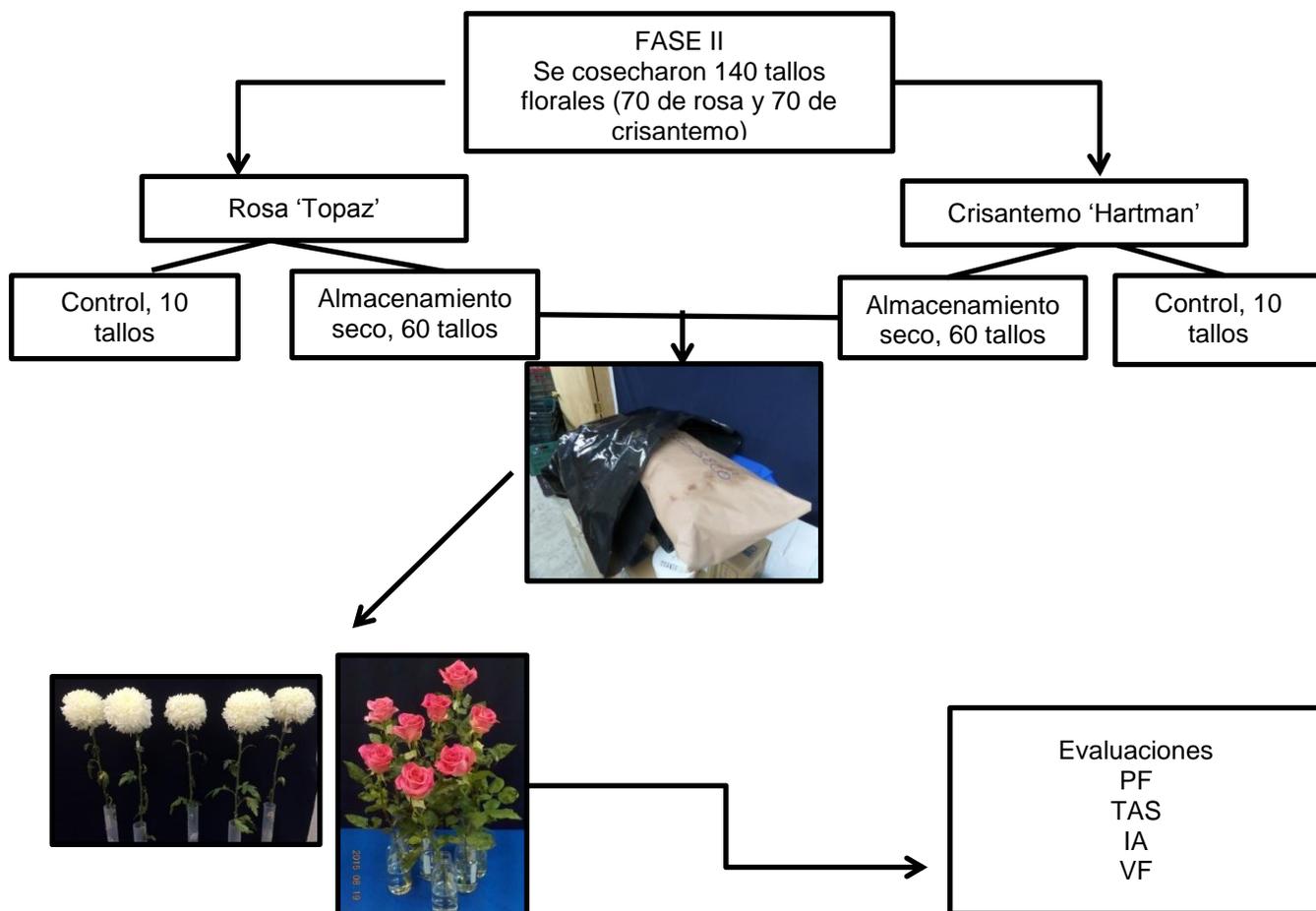


Figura 8. Metodología desarrollada durante la fase II. PF, peso fresco; TAS, tasa de absorción de la solución; IA, índice de apertura floral; VF, vida de florero.

En esta fase se evaluó:

4.2.2 Peso fresco (PF)

Los tallos florales se pesaron individualmente con una balanza digital (Velab ES-1000H con 0.01 g de precisión) y se obtuvo el peso fresco en porcentaje con la siguiente ecuación:

$$PF (\%) = \frac{\text{Peso fresco inicial}}{\text{Peso fresco final}} \times 100$$

4.2.3 Tasa de absorción de la solución (TAS)

La solución de cada florero se pesó (sin el tallo), con la misma balanza y se obtuvo la tasa de absorción de la solución (TAS) con la ecuación:

$$TAS = \frac{(Pis - Pifs)}{Pit}$$

Dónde: TAS = tasa de absorción de la solución ($\text{mL g}^{-1} \text{d}^{-1}$), Pis = peso de la solución en el día previo, Pifs = peso de la solución en el día 1, 2, 3, n y Pit: peso inicial del tallo floral respectivo.

4.2.4 Apertura Floral (ϕ)

En la parte superior central del botón floral se midió el diámetro máximo con un vernier digital (marca Scala con precisión de 0.01mm).

4.2.5 Índice de apertura floral (IA)

El IA se calculó con la ecuación:

$$IA = \frac{\phi_{VF}}{\phi_{max}}$$

Donde ϕ_{VF} es la apertura durante la vida de florero y ϕ_{max} es la apertura máxima del cultivar, 88.7 ± 7.4 para rosa 'Topaz' 126.75 ± 1.20 para crisantemo 'Hartman' (De la Cruz *et al.*, 2016).

4.2.6 Vida de florero (VF)

La VF se determinó contando el número de días que la flor permanece en el florero sin mostrar síntomas de cabeceo, caída de pétalos, marchitez o amarillamiento de las hojas mediante la construcción de una escala hedónica (Figuras 9 C y 10 C).



Figura 9. Escala hedónica de vida en florero y senescencia de rosa 'Topaz'.

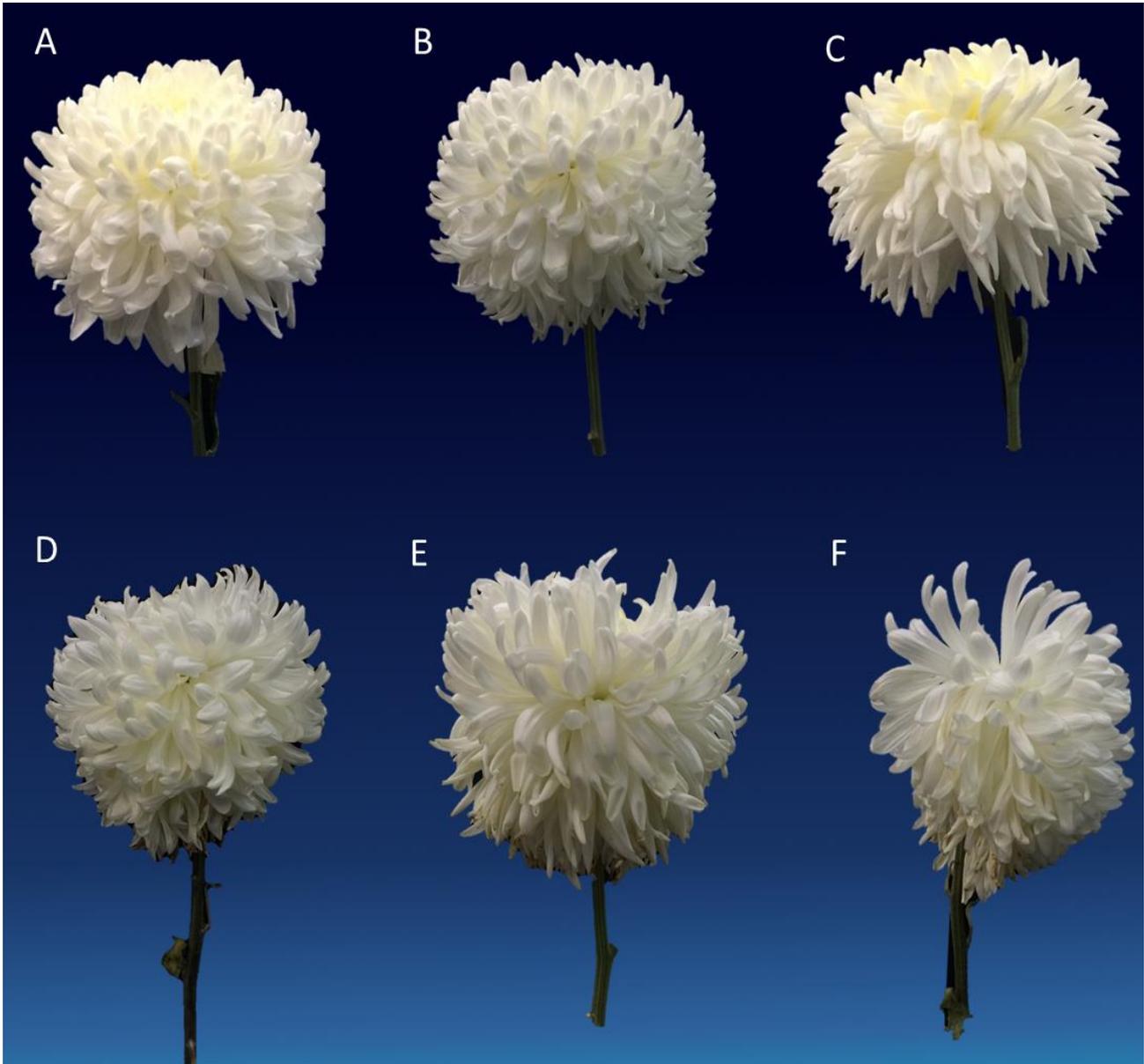


Figura 10. Escala hedónica de vida en florero y senescencia de crisantemo 'Hartman'.

4.3 Análisis Estadístico

4.3.1 Fase I

A los resultados de hidratación se les aplicó estadística descriptiva, el contenido de humedad, número y área de los vasos se procesaron mediante análisis de varianza de un factor y pruebas de comparación de medias (Tukey, $\alpha < 0.05$). Para el diámetro de los elementos de vaso se construyeron, además, histogramas de distribución de frecuencias.

4.3.2 Fase II

A las variables evaluadas en ambas ornamentales (rosa y crisantemo) se les aplicó análisis de varianza de un factor y se realizaron pruebas de comparación de medias (Tukey, $\alpha < 0.05$). En ambas fases se utilizó el paquete estadístico SAS[®] v. 9.0 para Windows.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE I

5.1 Temperatura y humedad relativa (HR) en el ambiente del laboratorio

La temperatura ambiente dentro del laboratorio donde se desarrolló el experimento fue de 20 ± 3 °C y la HR de 45 ± 7.5 % (Figura 11).

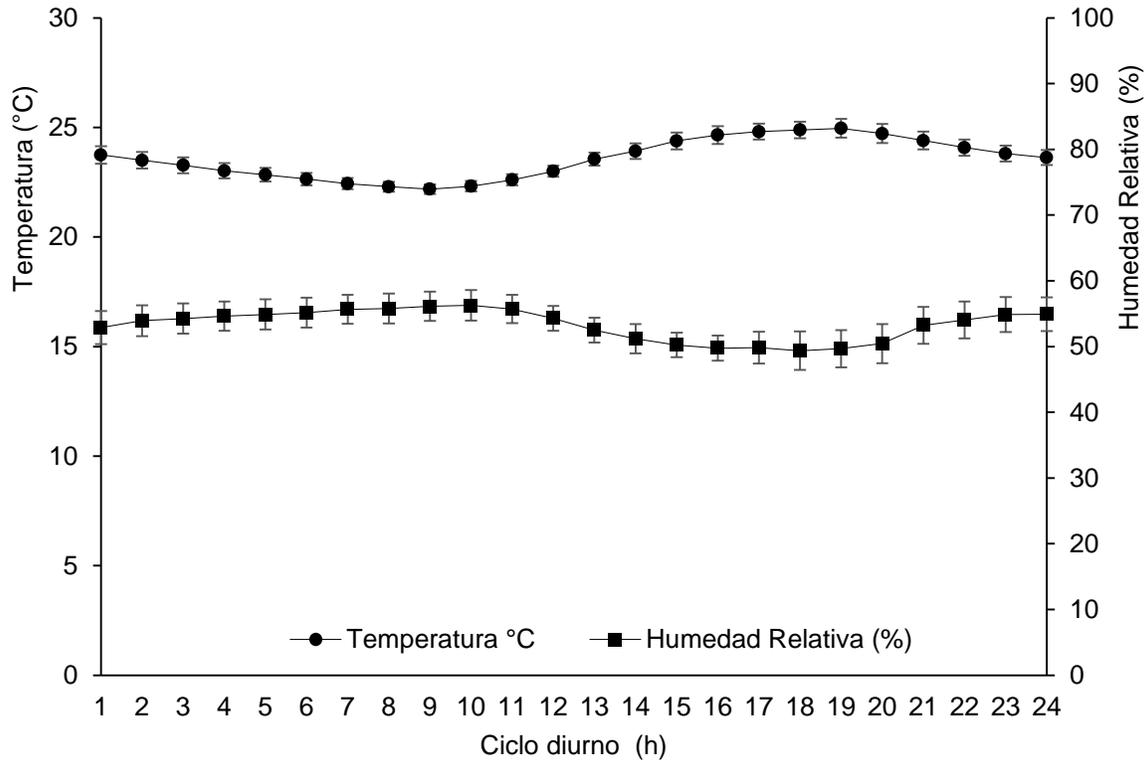


Figura 11. Temperatura y humedad relativa en el ambiente del laboratorio. Cada valor es el promedio de siete repeticiones \pm error estándar.

La temperatura y HR determinan el potencial hídrico (Ψ) de la atmósfera (Taiz y Zeiger, 2010), en base a esto, dentro del laboratorio el Ψ osciló entre -129 y -88

MPa sin efecto sobre la calidad o vida de florero de rosa ‘Topaz’ o crisantemo ‘Hartman’, ya que ambas ornamentales fueron evaluadas en el mismo ambiente.

5.2 Recuperación de la hidratación en tallos florales de rosa y crisantemo expuestos al ambiente por 48 h

A temperatura ambiente (20 ± 3 °C), los tallos florales de rosa ‘Topaz’ son más susceptibles a la deshidratación que los de crisantemo ‘Hartman’ ya que éstos últimos al exponerse al ambiente por 48 h, sólo 14 % no recuperaron su hidratación, mientras que los tallos de rosa el mismo porcentaje lo presentaron al cabo de sólo 8 h de exposición al ambiente, decayendo la recuperación de la hidratación hasta 0 % a las 40 h (Cuadro1).

Cuadro 1. Tallos florales que recuperaron su hidratación (≥ 95 %) 24 h después de colocarse en el florero con 250 mL de solución preparada (van Meeteren, 2001).

Tiempo de exposición al ambiente (h)	Porcentaje de tallos que recuperaron su hidratación (%)	
	Rosa	Crisantemo
0	100 ^z	100
8	86	100
16	71	100
24	43	100
32	28	100
40	0	86
48	0	86

^zLos valores en porcentaje se obtuvieron a partir de siete tallos florales.

Las diferencias en el porcentaje de tallos recuperados pueden atribuirse al diámetro, número y área de los elementos de vaso, ya que el flujo de agua en las plantas se asocia con las características de los conductos vasculares, y con el control estomático que disminuye la deshidratación si los poros se cierran durante la exposición al ambiente (Fanourakis *et al.*, 2013; Arriaga *et al.*, 2016).

Con estos resultados se demuestra la importancia de proteger los tallos florales, de rosa 'Topaz', con materiales aislantes como papel kraft y bolsas de polietileno negro. De esta forma se evita la deshidratación y se disminuyen las mermas durante el manejo postcosecha. De La Cruz *et al.* (2016) mencionan que tallos florales de rosa 'Polo' pueden almacenarse en seco por 72 h sin efecto en su vida de florero, siempre que se envuelvan con materiales aislantes para evitar la deshidratación.

En este caso, los tallos de rosa 'Topaz' se expusieron al ambiente, perdieron agua y también su capacidad de hidratación al colocarse en el florero. Crisantemo 'Hartman' es menos sensible a la exposición al ambiente. En la figura 12, se muestra una secuencia fotográfica de la recuperación de los tallos florales 24 horas después de ser introducidos en el florero.



Figura 12. Aspecto de los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman', expuestos al ambiente y 24 horas después de colocarse en el florero.

5.3 Humedad de los tallos florales expuestos a temperatura ambiente

El contenido de humedad en hojas, tallos y botones florales de crisantemo expuestos a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 40 h se mantuvo por arriba de 90 %. En rosa, sin embargo, con el mismo tiempo de exposición, la humedad descendió a 45.2, 76.0 y 82.6 % en hojas, tallos y botones florales respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. 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.

Tiempo (h)	rosa			crisantemo		
	Hojas	Tallo	Botón floral	hojas	Tallo	Botón floral
0	100 a ^z	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
DMS	18.10	14.93	10.78	12.57	2.49	2.65
CV	9.49	6.34	4.30	4.68	0.92	0.98

^zCada dato es el promedio de tres repeticiones. Medias con letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (Tukey, $\alpha < 0.05$). DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

La deshidratación mayor en rosa puede atribuirse a la gran cantidad de área foliar expuesta, ya que cada tallo floral se mantuvo con tres hojas trifoliadas y tres pentafoliadas, juntas sumaron $410 \pm 15 \text{ cm}^2$, comparada con la de crisantemo, cuya área foliar promedio fue de $16.0 \pm 3.6 \text{ cm}^2$ por sus hojas escasas y pequeñas. Debido a la forma compacta de los botones florales de rosa y a que los pétalos internos no quedan expuestos al ambiente presentaron menor pérdida de agua. En el manejo postcosecha es importante evitar la deshidratación del tallo floral, sobre todo de las hojas, ya que en estas se lleva a cabo la transpiración cuticular y estomática (Taiz y Zeiger, 2010) y son los órganos con mayor superficie de exposición al ambiente, mientras que en los botones florales los pétalos internos están protegidos por los de la periferia

En crisantemo, la absorción de agua disminuye cuando el tallo floral es cortado cerca de la raíz (5 a 10 cm). Según Marousky (1973) existe una relación inversa entre la lignificación del tallo y la absorción, lo cual indica que si el tallo se corta en una parte muy lignificada el flujo se dificultará. Otros tallos leñosos como *Amelanchier spicata* también sufren bloqueo xilemático, por la presencia de ligninas, independiente de la acumulación de microorganismos en la solución del florero o en los conductos del xilema. Sin embargo, en tallos florales de rosa, que también presentan lignificación, no se ha reportado esta relación (van Doorn, 2004).

Un factor importante para la absorción de agua es el tamaño de los elementos de vaso presentes en el tallo floral, donde, mientras mayor sea el diámetro de los vasos, la tendencia a la cavitación se incrementa. De esta forma, el bloqueo del flujo hídrico, después del almacenamiento seco, puede ocurrir en los conductos o en las paredes de los vasos del xilema. Si ocurre solo en uno de estos sitios, 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, 1973).

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

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

5.4.1 Diámetro de los elementos de vaso

En rosa 'Topaz', el diámetro de los elementos de vaso fluctuó entre 70 y 210 μm , mientras que en crisantemo 'Hartman' el intervalo fue de 50 a 190 μm con distribución normal y varianzas homogéneas (Bartlett, 0.05) para ambas ornamentales. En rosa 91 % de los vasos se ubicaron entre 70 y 170 μm , en crisantemo 77.8 % tuvieron diámetros entre 50 y 150 μm (Figura 13).

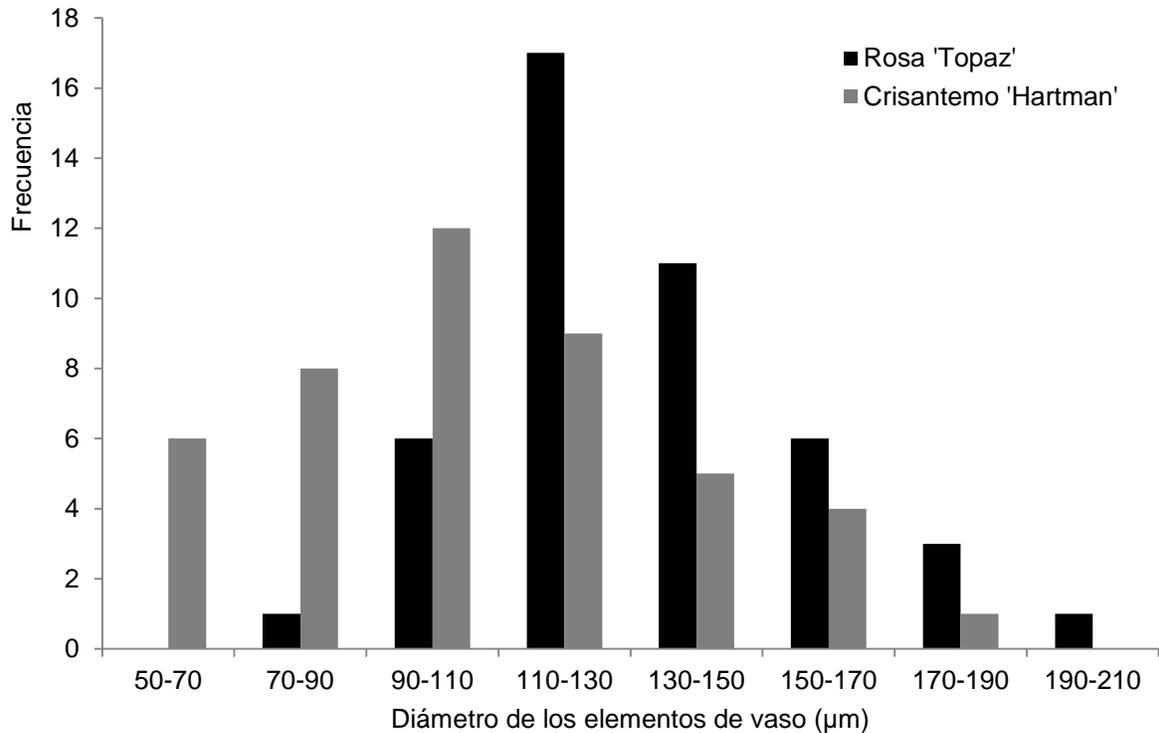


Figura 13. Distribución del diámetro de los elementos de vaso en tallos de florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'. Cada barra representa el promedio de quince repeticiones.

Damunupola *et al.* (2011) encontraron distribución normal del diámetro de los vasos de *Acacia holosericea*, con 29 % entre los 70 y 80 µm. Esto indica que los vasos de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' tuvieron mayor diámetro que los de *A. holosericea*. Los elementos de vaso con diámetro menor en crisantemo indican que el área de los vasos es menor comparada con los de rosa 'Topaz' lo que les confiere menos susceptibilidad a la cavitación ya que vasos con diámetros mayores en la base del tallo, pueden contribuir a la cavitación, lo cual conlleva a que la conductividad hídrica y vida de florero disminuyan (Nijse *et al.*, 2001). Especies con vasos mayores de 75 µm son más susceptibles a presentar embolismo durante periodos de estrés hídrico (Margrave *et al.*, 1994).

5.4.2 Número y área de los elementos de vaso e índice de vulnerabilidad

En crisantemo 'Hartman', el número de vasos fue significativamente mayor que en rosa 'Topaz'. Sin embargo, el diámetro y el área de los vasos fue mayor en rosa que en crisantemo (Cuadro 3).

El diámetro o área de los vasos se relaciona directamente con la conductividad hídrica ya que vasos grandes presentan menos resistencia al flujo, pero son más susceptibles a la cavitación comparados con vasos pequeños que ofrecen mayor resistencia, pero son menos susceptibles de cavitarse (van Doorn, 2012).

Cohen *et al.* (2012) describieron las características morfológicas de dos cultivares de *Rosa hybrida*: 'Lovely Red' (LR) y 'Rouge Baiser' (RB), donde contaron 267 y 308 vasos mm⁻² respectivamente. Éstos valores son similares a los obtenidos en rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' con 282.63 y 324.8 vasos mm⁻² (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número, diámetro, área e índice de vulnerabilidad de vasos ubicados en la parte media de los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman'.

Tallos florales	Número de Vasos mm ⁻²	Ø elementos de vaso (µm)	Área de vasos (µm ²)	IV
Rosa 'Topaz'	282.63 b ^z	127.84 a	17705 a	0.466 a
Crisantemo 'Hartman'	324.8 a	107.51 a	11494 b	0.329 b
DMS	37.715	20.46	3759	0.0717
CV	16.59	23.25	34.42	24.08

^zCada dato es el promedio de 15 repeticiones. Medias con letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (Tukey, $\alpha < 0.05$). DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación; Ø, diámetro de elementos de vaso; IV, índice de vulnerabilidad. Las observaciones se hicieron con el objetivo de 16 X.

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 (Fanh *et al.*, 1986; Cohen *et al.*, 2012).

Un gran número de vasos favorece la capacidad de conducción y diámetros más pequeños disminuyen el riesgo de cavitación (Martínez *et al.*, 2002). En crisantemo, 86 % de los tallos florales se hidrataron al colocarse en el florero aún con 48 h de estar expuestos a temperatura ambiente, lo cual se explica porque el xilema presentó un mayor número de vasos con diámetros más pequeños comparado con los encontrados en rosa 'Topaz' cuyos vasos con diámetros más grandes contribuyeron a la cavitación, limitaron el flujo hídrico y con 48 h de exposición al ambiente ningún tallo floral recuperó su hidratación.

El índice de vulnerabilidad (IV) fue mayor en rosa (0.680) que en crisantemo (0.449). 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. Arriaga *et al.* (2016) mencionan que el IV se incrementa con la longitud, 0.14, 0.83 y 1.24 para tallos florales de rosa 'Polo' con 25, 35 y 50 cm de longitud respectivamente. En rosa y crisantemo, al parecer, los cambios en la hidratación estuvieron determinados por la superficie transpiratoria y por el diámetro y área de los vasos más que por el índice de vulnerabilidad.

FASE II

6.1 Temperatura y humedad relativa (HR) en el interior de los empaques

La temperatura ambiente dentro del laboratorio donde se desarrolló el experimento fue de 20 ± 3 °C y la HR de 45 ± 7.5 %, mientras que alrededor de los tallos florales, envueltos con papel kraft y bosas de polietileno negro, la temperatura se mantuvo en 23 °C y la humedad relativa osciló entre 94 y 97 % (Figura 14).

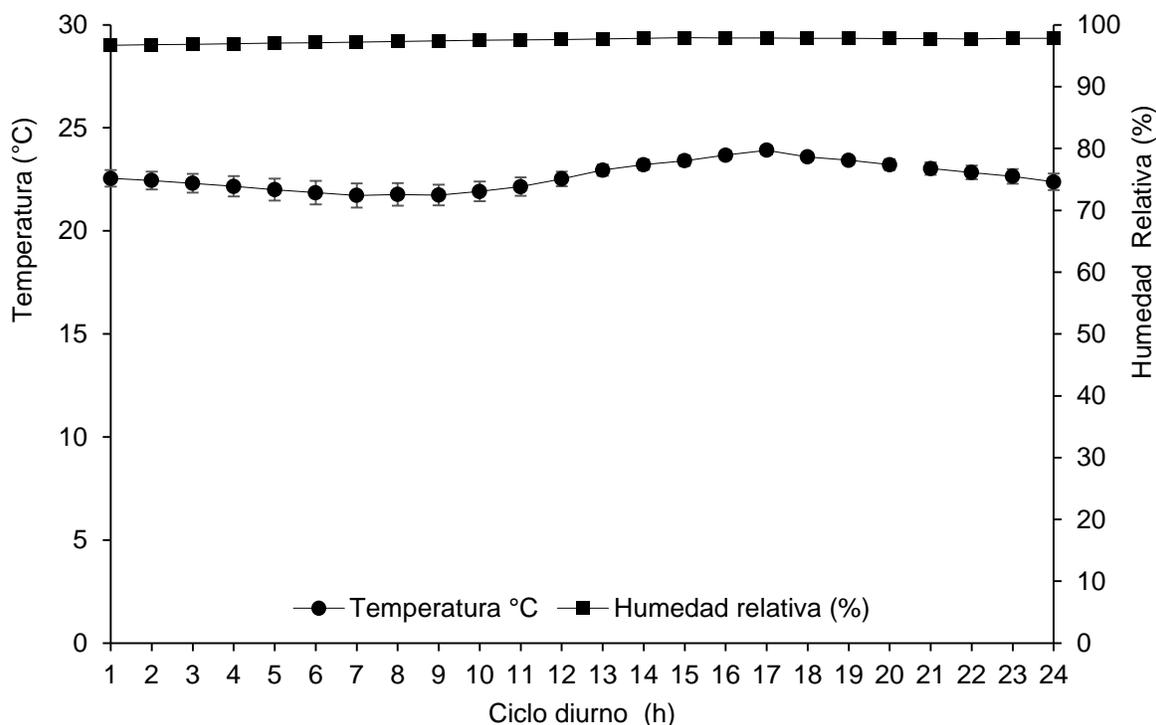


Figura 14. Temperatura y humedad relativa alrededor de los tallos florales almacenados en seco a temperatura ambiente por 7d. Cada valor es el promedio de diez repeticiones \pm error estándar.

En el interior de los paquetes, alrededor de los tallos florales, la humedad relativa alta (95 %) se generó debido a que la transpiración continuó después del

empaquetamiento, el agua liberada humedeció el papel kraft y el plástico funcionó como aislante para evitar disipación de la humedad generada. Por otro lado, la energía liberada por la respiración pudo causar aumento de temperatura entre 1 y 2 °C por arriba de la ambiental hasta llegar a un equilibrio que se mantuvo estable por el tiempo que duró el almacenamiento seco a 20 ± 3 °C. De esta forma se generó lo que Rudnicki *et al.* (1986) llamaron atmósfera modificada. Según Goszcynska y Rudnicki, (1983); Fanourakis *et al.* (2013) la respiración contribuye significativamente a la formación de una atmósfera modificada ya que reduce la concentración de oxígeno y eleva los niveles de CO₂, con lo cual el metabolismo disminuye y puede extenderse el periodo de almacenamiento por varios días a temperatura ambiente.

6.2 Humedad de los tallos florales almacenados en seco a temperatura ambiente

Al desempaquetar los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman', almacenados de 1 a 7 d, y evaluar el contenido de humedad en hojas, tallos y botones florales, se obtuvieron valores entre 95 y 98 % sin diferencias entre tratamientos o especies ornamentales. El estrés que se generó en el sistema vascular de los tallos disminuyó el potencial hídrico (Ψ), de tal forma que, al colocarlos en la solución del florero, se generó un gradiente de Ψ mayor, lo que favoreció el flujo de agua, y la turgencia en los tallos florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' se restableció en 30 minutos aproximadamente.

La explicación a lo anterior es que, aún con el empaquetamiento, la transpiración inicial de las hojas aumenta la humedad relativa entre el 90 y 95 %, la tasa respiratoria abate la concentración de oxígeno e incrementa los niveles de CO₂, el metabolismo celular disminuye y los materiales aislantes evitan que el agua se pierda por la superficie foliar (Goszcynska y Rudnicki, 1983; Rudnicki *et al.*, 1986).

Por esta razón, el almacenamiento seco a temperatura ambiente, empaquetando los tallos florales con papel kraft y bolsas de polietileno negro, se convierte en una técnica de manejo postcosecha que los productores pueden implementar en su sistema de producción.

6.3 Peso fresco (PF)

En el día 2, los tallos florales de rosa 'Topaz' incrementaron su peso fresco entre 2 (control) y 8 % (tallos almacenados). A partir del tercer día, los del control y los almacenados por 1 o 3 d mantuvieron su peso fresco mayor comparado con los que se almacenaron por 5 o 7 d que disminuyeron su peso fresco hasta 85 % (Figura 15 A).

En crisantemo 'Hartman', al día 2, el incremento en peso fresco fue 6 % menor comparado con los tallos florales de rosa 'Topaz'. A partir del tercer día el PF se mantuvo entre 92 y 99 % sin importar el tiempo de almacenamiento. El incremento de PF al día 6 (Figura 15 B) se atribuye al recorte de 3 cm en la base del tallo con lo que se eliminan los posibles embolismos, se incrementa el flujo hídrico y se favorece la vida de florero (van Doorn y Han, 2011).

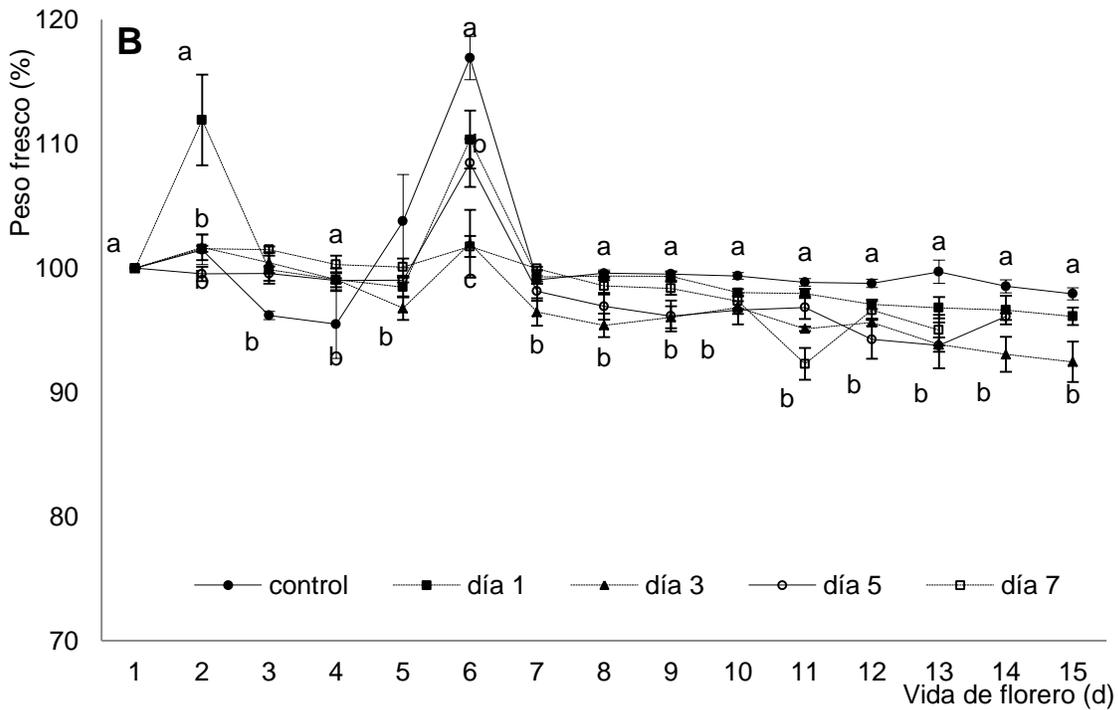
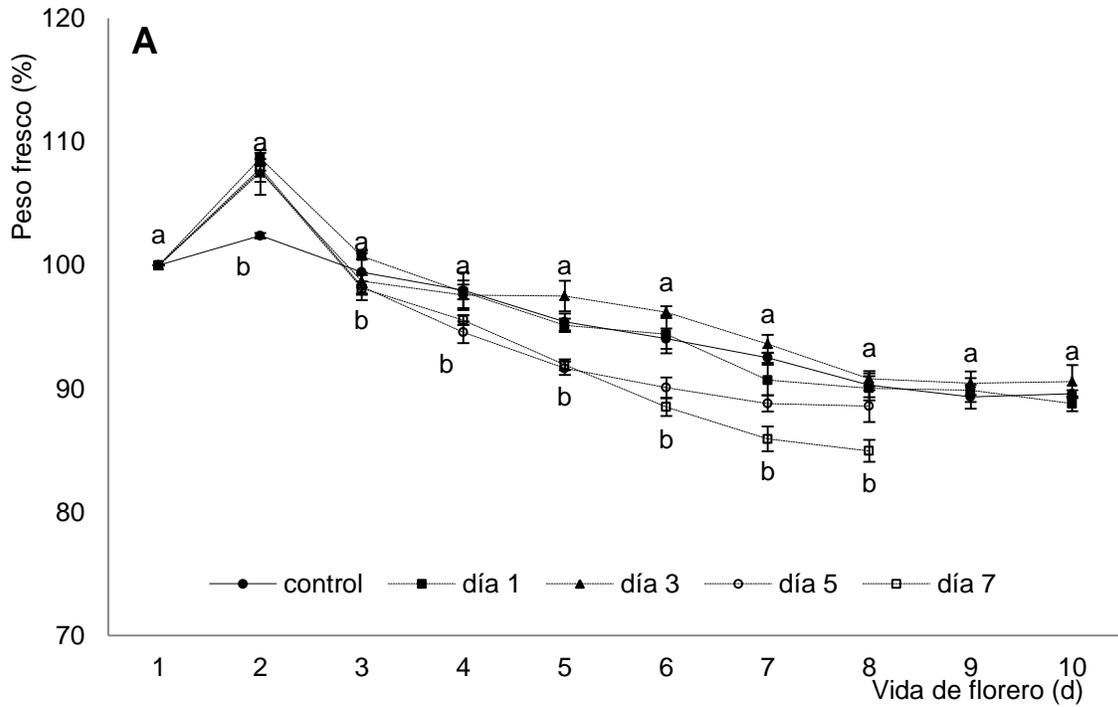


Figura 15. Peso fresco de tallos florales de rosa 'Topaz' (A) y crisantemo 'Hartman' (B) con almacenamiento seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) desde 0 hasta 7 d. Cada dato es el promedio de siete repeticiones \pm error estándar. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha < 0.05$).

Durante la vida de florero (VF), los tallos incrementan su PF y a los pocos días lo disminuyen, sin embargo, 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 Shimizuko-Yumoto, 2007; Taiz y Zeiger, 2010) . En este caso, los tallos de crisantemo mantuvieron por 15 d un peso fresco $\geq 92\%$ lo cual derivó en mayor longevidad en el florero comparado con rosa cuyo peso fresco al día 8 fue entre 85 y 91 %.

6.4 Tasa de absorción de la solución (TAS)

La tasa de absorción (TAS) inicial fue mayor en los tallos florales de rosa (0.49 a 0.67 mL g⁻¹ d⁻¹) comparado con los de crisantemo (0.30 a 0.45 mL g⁻¹ d⁻¹). Al día 8, sin embargo, ambos tuvieron similar absorción (0.13 a 0.26 mL g⁻¹ d⁻¹) (Figura 16 A y 16 B).

La tasa de absorción de agua al día 8 fue similar para rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman', no obstante, se observaron diferencias en el peso fresco lo que podría explicarse porque en crisantemo hay menor pérdida de agua debido a su reducida superficie foliar (16.01 \pm 3.6 cm²) comparada con la de rosa (410 \pm 15 cm²). Shahri et al., (2011) encontraron que el almacenamiento a 5 °C incrementa la absorción de agua en tallos florales de *Ranunculus asiaticus*. Al respecto, van Meeteren et al., (1999) mencionan que los procesos metabólicos que aportan energía hacia los pétalos se desarrollan mejor cuando la hidratación es mayor.

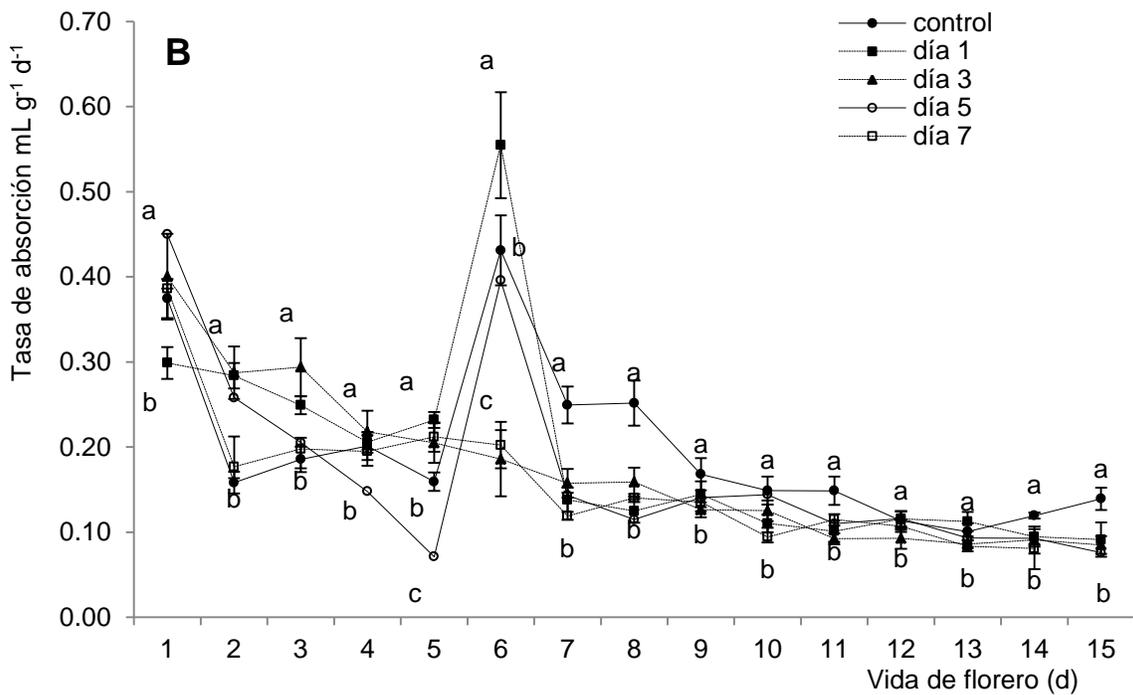
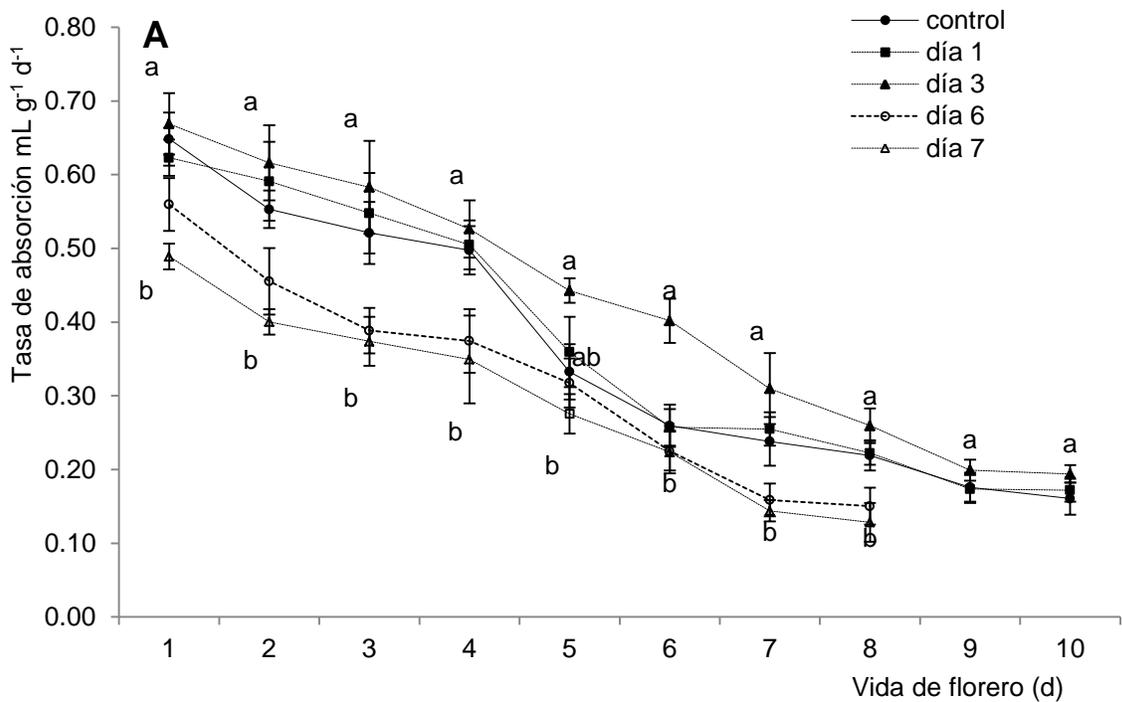


Figura 16. Tasa de absorción en tallos florales de rosa 'Topaz' (A) y crisantemo 'Hartman' (B) con almacenamiento seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) desde 0 hasta 7 d. Cada dato es el promedio de siete repeticiones \pm error estándar. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha < 0.05$).

6.5 Apertura de los botones florales

En rosa 'Topaz', el almacenamiento seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 1 o 7 d no tuvo efecto en la apertura de los botones florales cuyo diámetro promedio inicial fue de 63 mm y apertura máxima, entre los días 4 y 6 de vida en florero, de 85 mm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Apertura de los botones florales (mm) de rosa 'Topaz' con almacenamiento seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) desde 0 hasta 7 d.

Tiempo de Almacenamiento	Vida de florero (días)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	62.3 a ^z	80.4 a	82.5 a	85.6 a	84.7 a	81.2 a	79.9 a	79.9 a	75.1 a	67.8 a
1	65.0 a	73.4 a	80.6 a	88 a	86.2 a	81.6 a	80.6 a	78.5 a	75.9 a	72.5 a
3	46.0 b	66.1 a	78.3 a	82.5 a	83.7 a	78.4 a	76.4 a	72.3 a	70.2 a	63.7 b
5	58.5 ab	75.5 a	78.5 a	78.4 a	77.9 a	74.0 a	70.4 a	68.7 a	64.3 a	67.8 a
7	58.0 ab	71.8 a	74.3 a	76.0 a	73.9 a	70.6 a	69 a	66.6 a	65.5 a	
DMS	15.57	17.01	15.35	15.33	14.99	12.95	16.91	11.39	11.42	13.03
CV	21.12	18.21	15.32	14.68	14.51	12.50	14.19	12.34	12.84	16.78

^z Cada dato es el promedio de siete repeticiones. IA, Índice de apertura floral; VF, vida de florero DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes. (Tukey, $\alpha < 0.05$).

Los tallos florales de crisantemo se cosechan cuando el botón floral está totalmente abierto, 100 a 125 mm de diámetro para el caso de este experimento, lo cual significa que la apertura ya no se modifica por efecto de tratamiento cuando se coloca en el florero. La apertura de los botones florales se encuentra estrechamente relacionada con la capacidad de hidratación del tallo ya que el flujo de agua contribuye a la distribución de azúcares para la apertura floral (Ichimura y Pun, 2003; Hernández, 2008)

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

Tanto en rosa como en crisantemo, el tiempo de almacenamiento seco a temperatura ambiente no tuvo efecto en el índice de apertura floral. Mientras más próximo a 1.0 sea el índice de apertura, significa que el botón floral estuvo más cercano a su apertura máxima, 88.7 ± 7.4 y 126.75 ± 1.20 mm de diámetro para rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' respectivamente (De la Cruz *et al.*, 2016).

Aunque no se observaron diferencias significativas, en rosa 'Topaz' hubo una disminución de 12 % en el IA cuando los tallos florales se almacenaron por 4 o más días a temperatura ambiente, mientras que en crisantemo el IA se mantuvo con un valor ≥ 0.94 (Cuadro 5).

Con respecto a la vida de florero, los tallos 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 sin mostrar diferencias con los tallos almacenados por menos tiempo. A partir del quinto día de almacenamiento la VF disminuye 2.5 d con respecto al control. De manera contrastante, los tallos florales de crisantemo tuvieron una VF de 19.35 a 21.42 d cuando se almacenaron de 0 a 6 d. únicamente el almacenamiento por 7 d redujo significativamente a 16.7 d la vida de florero (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índice de apertura floral (IA) y vida de florero (VF) en tallos de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' con almacenamiento seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 7 d.

Tiempo de almacenamiento (d)	Rosa 'Topaz'		Crisantemo 'Hartman'	
	IA	VF	IA	VF
0 (control)	0.96a ^z	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
DMS	0.18	1.80	0.12	4.33
CV	14.30	14.27	7.92	13.74

^z Cada dato es el promedio de 7 repeticiones. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes. (Tukey, $\alpha < 0.05$). IA, Índice de apertura floral; VF, vida de florero DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

Los tallos florales que tuvieron mayor vida de florero, mostraron mayor incremento de PF asociado a una tasa de absorción de agua más eficiente corroborando de esta manera que los síntomas de senescencia se relacionan con la deshidratación del tallo y un desbalance entre la tasa 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 disminuye la vida de florero (Ichimura y Shimizu-Yumoto, 2007).

En la figura 17 se muestra el aspecto visual de los tallos florales de rosa 'Topaz', donde no se aprecian diferencias entre los tallos almacenados por 0 y 3 d a temperatura ambiente, mientras que con 7 d de almacenamiento se observa cabeceo y marchitamiento al séptimo día de vida en florero.



Figura 17. Aspecto visual en tallos florales de rosa 'Topaz' almacenados a temperatura ambiente ($20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) por 0, 3 y 7 d.

La figura 18 muestra el aspecto visual de los tallos florales de crisantemo 'Hartman', almacenados por 0, 3 y 7 d a temperatura ambiente. Los síntomas de senescencia son apenas perceptibles con 7 d de almacenamiento.

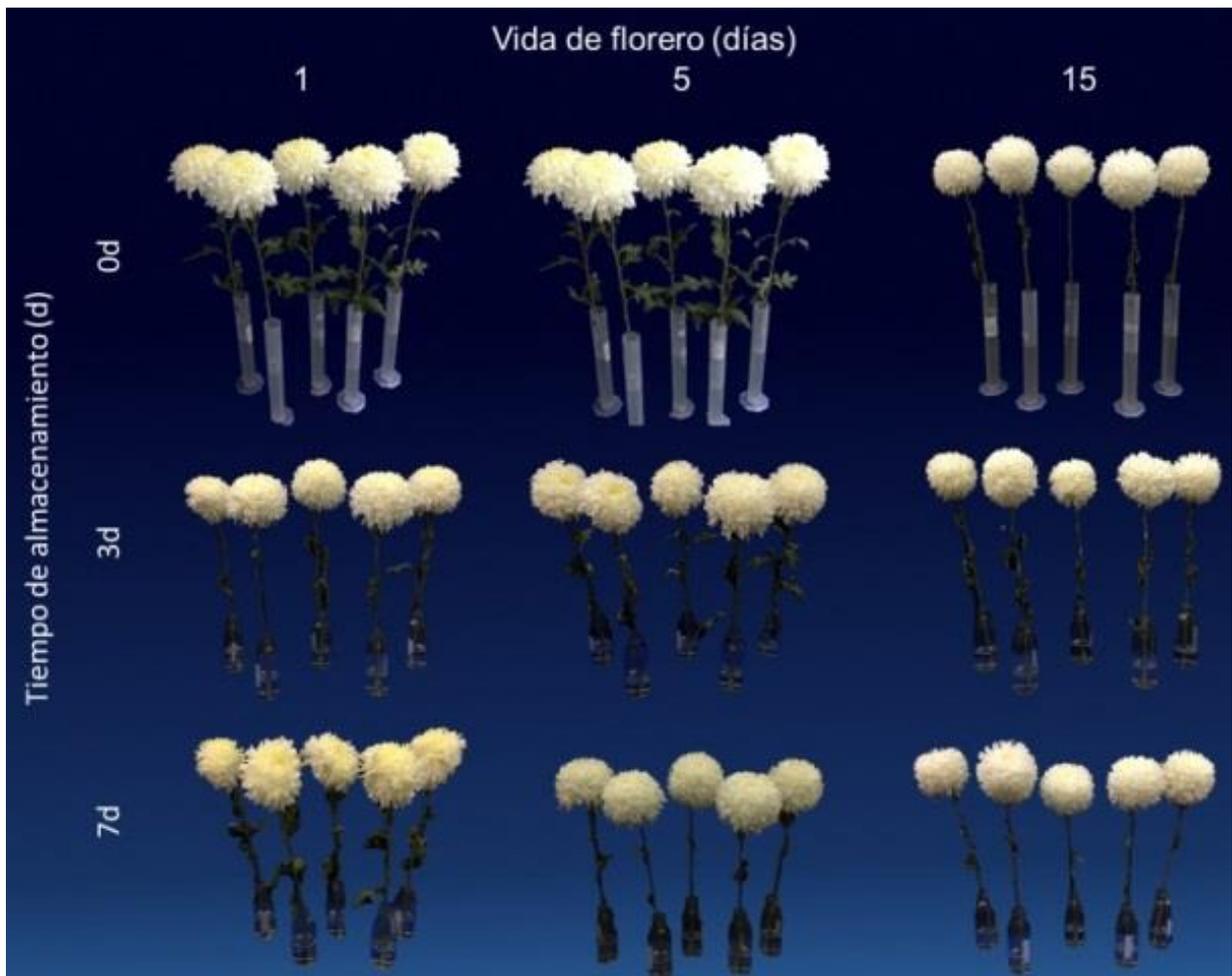


Figura 18. Aspecto visual en tallos florales de crisantemo 'Hartman' almacenados a temperatura ambiente ($20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) por 0, 3 y 7 d.

En el florero, la vida promedio de rosa y crisantemo, sin la aplicar ningún tratamiento es de 10 y 20 d respectivamente (Arévalo *et al.*, 2012). Para rosa 'Topaz' éstos valores no se modificaron con 3 d de almacenamiento seco a temperatura ambiente ($20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) y para crisantemo 'Hartman' con 6 d de almacenamiento en las mismas condiciones.

VI. CONCLUSIONES

En rosa 'Topaz', las hojas favorecen la pérdida de agua y el menor número de vasos pero con áreas mayores, limitan la absorción de la solución. Por esta razón se dificulta recuperar la turgencia en el florero después de exponerse al ambiente.

En crisantemo 'Hartman', las hojas pequeñas disminuyen la deshidratación foliar mientras que el mayor número de vasos con áreas menores favorecen la absorción de agua y los tallos florales recuperan su hidratación en el florero después de exponerse al ambiente.

Con 24 h de exposición a temperatura ambiente (20 ± 3 °C), menos de la mitad de los tallos florales de rosa 'Topaz' recuperan su hidratación al colocarse en la solución del florero. Con el mismo tiempo de exposición, todos los tallos de crisantemo 'Hartman' se recuperan.

Cuando los tallos se exponen al ambiente, los botones florales de rosa 'Topaz' y crisantemo 'Harman' pierden menos agua comparado con las hojas.

Los tallos florales de rosa 'Topaz' son más sensibles a la deshidratación que los de crisantemo 'Hartman'.

El índice de vulnerabilidad no es un buen criterio para determinar el flujo hídrico en rosa 'Topaz' o crisantemo 'Hartman'.

La técnica de manejo que se propone para rosa 'Topaz' y crisantemo 'Hartman' es: cosechar los tallos florales por la mañana (7:00 am), seleccionarlos por longitud, empaquetarlos con papel kraft y bolsas de polietileno negro y almacenarlos en seco a temperatura ambiente (20 ± 3 °C) por 3 y 6 d respectivamente ya que durante ese tiempo su vida de florero no es afectada.

VII. LITERATURA CITADA

- Adumitresei L., Stanescu I. 2009. Theoretical considerations upon the origin and Nomenclature of the present rose cultivars. *Plant Develop.* 16:103-108.
- Ahmad I., Dole M.J., Amjad A., Ahmad S. 2012. Dry Storage Effects on Postharvest Performance of Selected Cut Flowers. *HortTechnology* 22(4):463-469.
- Arévalo G.L., García O.C., Rosas S.G.H. 2012. Factores que afectan la vida de florero en flores de corte. *Agroproductividad* 5(3):28-35.
- Arriaga F.A., De La Cruz G.G. y Mandujano P. M. 2016. Conductividad hidráulica en tallos florales de rosa cv.'Polo' con diferente longitud. *Rev. Fitotec. Mex.* 39(3): 233-239.
- Aserca. 2006. La floricultura mexicana, el gigante que está despertando. *Claridades agropecuaria*. Junio: 3-38.
- Asghari R. 2015. Influence of liliiums and roses interaction on postharvest quality of the cut flowers as affected by pulsing solution and packaging materials. *Bulgarian Journal of agricultural Science.* 21(4):784-790.
- Avitia G.E. 1996. Anatomía precigótica y postcigótica en relación al aborto de óvulos y semillas en *Spondias purpurea* L. (Tesis de doctorado). Colegio de Posgraduados, campus Montecillo, Texcoco Estado de México.
- Barrera O. A., Cabrera R.J., García P.F., Alcántara Ñ.J.C., Sánchez M.E., Cruz M.J., Granada C.L. 2007. Producción de crisantemo (*Dendrathera* spp) en Morelos. SAGARPA, INIFAP, CIRPAS. Campo experimental "Zacatepec". Folleto Técnico No. 27. Zacatepec, Morelos. 13 p.
- Caballero L.A. 1997. Evaluación de los fungicidas Saprol (triforine), Sumi-8 (dinicolazone) y Bayfidan (triadimenol) para el control de la roya blanca del crisantemo causada por *Puccinia horiana* P. Henn. *Fitopatología.* 32(3):173-176.
- Carlquist S. 1977. Ecological Factors in Wood Evolution: A Floristic Approach. *American Journal of Botany.* 64(7):887-896.

- Castro M., Fassio C., Darrouy N., Reyes S. 2007. Caracterización histológica de vasos xilemáticos a nivel de tallo y vulnerabilidad a la cavitación en portainjertos de palto (*Persea americana* Mill) y la variedad Hass en plantas de vivero. In Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate). Avocado. *Scientia Horticulturae* 92:97-105.
- Celikel F.G., Reid M.S. 2005. Temperature and Postharvest Performance of Rose (*Rosa hybrida* L. 'First Red') and Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L. 'Bristol Fairy') Flowers. *Acta Hort.* 682:1789-1794.
- 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.
- Chalate M. H., San Juan H.R., Diego L.G 2008. Cadena productiva horticultura ornamental en estado de Veracruz. Fundación Produce-Colegio de Postgraduados campus Veracruz. 105 p.
- Cohen G., Mascarini L., 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.* 81:199-204.
- Dahal S. 2013. Postharvest handling of cut flower rose. Department of Horticulture, Institute of Agriculture and Animal Sciences (IAAS), Rampur, Chitwan, Nepal. 24 p.
- Damunupola J.W., Ratnayake K., Joyce D.C., Irving D.E. 2011. Characterization of xylem conduits and their possible role in limiting the vase life of cut *Acacia holosericea* (Mimosaceae) foliage stems. *Functional Plant Biology.* 38(7):614-623.
- De la Cruz G.G.H., Arévalo M.L., Lao M.T. 2014. Almacenamiento seco a temperatura Ambiente de Siete Cultivares de *Rosa hybrida*. *Actas de Horticultura* (68):157-164.
- De la Cruz G.G., Arévalo G.M., Peña V.C., Castillo G.A.M., Colinas L.T y Mandujano P.M. 2016. Influencia del índice de cosecha en la vida de florero de siete cultivares de *Rosa hybrida*. *Agroproductividad.* 8(2):311.

- De Witte Y., van Doorn W.G. 1988. Identification of bacteria in the vase water of roses, and the effect of the isolated strains on water uptake. *Scientia Hort.* 35:285-291.
- Fahn A., Werker E., Baas P. 1986. *Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions*. The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem. 221 p.
- Fanourakis D., Pieruschka R., Savvides A., Macnish A. J., Sarlikiotl V., Woltering, E.J. 2013. Sources of vase life variation in cut roses: A review. *Postharvest Biology and Technology* 78:1-15.
- Faragher J.D., Mayak S., 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.
- Gebremedhin H., Tesfaye B., Mohammed A., Tsegay D. 2013. Influence of preservative solutions on vase life and postharvest characteristics of rose (*Rosa hybrida*) cut flowers. *Int. J. Biotechnol. Mol. Biol. Res.* 4(8):111-118.
- Goscynska D., Rudnicki R.M. 1983. Long term cool storage of bud-cut carnations. *Acta Horticulturae* 141:203-212.
- Hacke U. G., Sperry J., Pockman W. T, Davis S. D., McCulloh K. A. 2001. Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. *Oecologia* 126: 457-461.
- Halevy H.A., Mayak S. 1981. Senescence and Postharvest Physiology of Cut Flowers, Part 2. *Hort. Rev.* 3:59-143.
- Hammer E.P., Evensen B.K. 1996. Effects of the Production Environment on the Susceptibility of Rose Flowers to Postharvest Infection by *Botrytis cinerea*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(2):114-320.
- Hassan F., Ali E. 2014. Longevity and postharvest quality of *Rosa hybrida* L. cv. "Happy Hour" cut flowers as affected by silver thiosulphate (STS) treatment. *Scientia Agriculturae* 5 (3): 85-91.
- He S., Joyce D.C., Irving D.E., Faragher J.D. 2006. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' inflorescences. *Postharvest Biology and Technology* 41(1):78-84.

- Hernández H.F., Arévalo G.M.L., Colinas-León, M.T., Zavaleta-Mancera, H.A., & Valdes Carrasco, J. (2009). Diferencias anatómicas y uso de soluciones de pulso en dos cultivares de rosa (*Rosa sp.*). *Revista Chapingo. Serie horticultura* 15:11-16.
- Hernández J.A., León C.T., Aguilar V., Flores E.A., Brindis C.R y García C.G. 2008. Soluciones y refrigeración para alargar la vida postcosecha de rosa cv. 'Black Magic'. *Rev. Fitotec. Mex.* 31 (3):73-77.
- Hidalgo P., L.R., Garzón R., D.E. y Flórez R., V.J. 2011. Notas sobre poscosecha de crisantemos en la sabana de Bogotá y sus bases fisiológicas. En: Flórez R., V.J. (Ed.). *Avances sobre fisiología de la producción de flores de corte en Colombia*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia, pp. 132-142.
- Hussen S., Yassin H. 2013. Review on the impact of different vase solutions on the postharvest life of rose flower. *International Journal of Agricultural Research and Review* 1(2): 13-17.
- Ichimura K. and H. Shimizuko-Yumoto 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.
- Ichimura K., Pun K.U. 2003. Role of sugars in senescence and biosynthesis ethylene in cut flowers. *JARQ, Japan Agricultural Research Quarterly* 37(4):219-224.
- Jarvis W.R. 1977. *Botryotinia* and *Botrytis* Species: Taxonomy, Physiology, and pathogenicity. Can. Dept. of Agr., Ottawa. Monograph No. 15.
- Jedrzejuk A., Rochala J., Zarkrzewski J., Rabiza-Swider J. 2012. Identification of xylem occlusions occurring in cut clematis (*Clematis L., Ranunculaceae* Juss.) stems during their vase life. *The Scientific Journal*. 12 p.
- Macnish A.J., de Theije A., Reid M.S. 2009. An Alternative Postharvest Handling Strategy for Cut Flowers Dry Handling after Harvest. *Acta Hort.* 847:215-222.
- Margrave K.R., Kollb K. J., Ewers F. W., Davies S. D. 1994. Conduct diameter and drought-induce embolism in *Salvia mellifera* (Labiatae). *New Phytol.* 126: 695-705.

- Marousky F.G. 1973. Control of bacteria in cut flower vase water. Proc. Fla. State Hort. Soc. 90:294-296.
- Martínez V. J., Piñol J., Beven K. 2002. A hydraulic model to predict drought-induced mortality in Woods plants: an application to climate in the Mediterranean. Ecological Modelling. 155:127-147.
- Mosqueda L.G., Arévalo G.M.L., Valdovinos P.G., Rodríguez P.J., Colinas L.M.T. 2011. Época de corte y manejo de ocho cultivares de rosa de corte. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3:591-602.
- Nijse J., van der Heijden G.W.A.M., van Ieperen W., Keijzer C.J y van Meeteren U. 2001. Xylem hydraulic conductivity related to conduit dimensions along chrysanthemum stems. Journal of Experimental Botany 52:319-327.
- Nowak J., Rudnicki R.M. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist, greens and potted plants. Timber Press, Inc. 210 p.
- Palmieri M. 2006. Diagnóstico de la situación fitosanitaria del crisantemo y otras flores de corte y evaluación de planes emergentes de manejo integrado del cultivo en los municipios de San Pedro y San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Proyecto FODECYT 076-2006.
- Ramos T.A., y Herrera V.B. 2012. Flores de corte: nuevas oportunidades. ODEPA. 13p.
- Reid M.S. 2009. Postcosecha y Manejo de las Flores de Corte. Ediciones HortiTecnia Ltda, Bogotá, Colombia. 38 p.
- Reyes-Santamaría I., T. Terrazas, A. F. Barrientos-Priego and C. Trejo .2002. Role in limiting the vase life of cut *Acacia holosericea* (Mimosaceae) foliage stems. Functional Plant Biology.
- Rudnicki R. M., Goszcynska D., Noeak J. 1986. Storage of cut flowers. Acta Horticulturae 181:285-296.
- SAGARPA, Tecnológico de Monterrey. 2012. Plan rector sistema nacional ornamentales. Estado de México, México, 28 p.
- SAGARPA. 2009. La infraestructura y sistemas requeridos para el desarrollo de clústeres de horticultura ornamental orientados a la exportación de productos de valor agregado a Estados Unidos y Canadá. En:

- http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/ORNAMENTAL.pdf. Revisado, agosto 2015.
- Särkkä L .2005. Yield,quality and vase life of cut roses in year round greenhouse production. Academic Dissertation, University of Helsinki, Finland. 64 p.
- Secretaría de Economía y Fomento Industrial (Secofi). (2005). Anuarios estadísticos. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SIIM). En: <http://www.secofi-sniim.gob.mx> . Revisado, Octubre 2016.
- Shahri W y Tahir I. 2011. Flower Senescence – Strategies and some associated events. *The Botanical Review* 77(2):152-184.
- SHCP. 2014. Panorama de Ornamentos. Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Ornamentos%20\(abr%202014\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Ornamentos%20(abr%202014).pdf). Revisado, agosto 2015.
- Shobha K.S., Gowda J.V.N.1993. Effect of chemical pre-treatment on vase life of rose cv. 'Queen Elizabeth'. *Indian Rose Annual* 11: 69-71.
- SIAP. 2013. Producción de ornamentales en México. En: <http://www.siap.gob.mx/produccion-ornamental-mexico/>. Revisado, agosto 2015.
- Taiz L., Zeiger E. 2010. *Plant Physiology*. Second edition. Sinauer associates, inc, publishers. Sunderland Massachusetts, U.S.A. 792 p.
- van Doorn W.G y Otma E. 1995. Vascular occlusion in cut flowering rose stems exposed to air: role of water entry into the lumina of the xylem conduits opened by cutting. *J. Plant Physiol* 145: 78-82.
- van Doorn W.G. 1997. Water relations of cut flowers. *Hortic. Rev.* 18:1-85.
- van Doorn W.G. 2012. Water relations of cut flowers: An update. *Horticultural Reviews* 40:55-106.
- van Doorn W.G., Cruz P. 2000. Evidence for a wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers. *Postharvest Biology and Technology* 19:73-83.

- Van Doorn W.G, Reid M.S. 1995. Vascular occlusion in stem of cut rose flowers exposed to air: Role of xylem anatomy and rates of transpiration. *Physiologia Plantarum* 93: 624-629.
- van Doorn W.G., Vaslier N. 2002. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: Roles of peroxidase and catechol oxidase. *Postharvest Biol. Technol* 26:275-284.
- van Doorn W.G, Loubard M. 2004. Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses *Astilbe*, and *Viburnum*. *Postharvest Biology and Technology* 32 (2): 281-288.
- van Doorn W.G., Han S.S. 2011. Postharvest quality of cut lily flowers. *Postharvest Biol. Technol* 62:1–6.
- van Meeteren U., van Gelder A., van Ieperen W. 2001. Should we Reconsider the use of Deionized Water as Control Vase Solutions? *Acta Hort.* 543:257-264.
- van Meeteren U., Arévalo-Galarza L., van Doorn W. 2006. Inhibition of water uptake alter harvesting cut flowers role of air emboli and wound-induced processes in chrysanthemum. *Postharvest Biology and Technology* 41:70-77.
- van Meeteren U., van Gelder H., 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: 175-187.
- Volpin H., Elad Y. 1991. Influence of calcium on susceptibility of rose flowers to botrytis blight. *Physiology and biochemistry* 1:1390-1394.
- Willcox D., Dove B., McDavid D., Greer D. 2002. UTHSCSA Image Tool for Windows ver. 3.0. USA: The University of Texas Health Science Center in San Antonio, 275 p.
- Yong A. 2004. El Cultivo del Rosal y su Propagación. *Cultivos Tropicales* 25(2):53-67.
- Zimmermann M. H. 1983. Xylem structure and the ascent of sap. Springer Series in Wood Science. 146 p.