



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**  
**IZTACALA**

**RELACIONES HÍDRICAS Y ANATOMÍA DE TALLOS  
FLORALES DE *Rosa hybrida* cv. POLO CON DOS  
TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**B I Ó L O G O**

P R E S E N T A

**QUEVEDO GONZÁLEZ ARMANDO**

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. ALBERTO ARRIAGA FRÍAS

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2019.





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## DEDICATORIAS

**A mis padres, Humberto Quevedo y Juana González**, por confiar en mí y siempre apoyarme en cada momento para conseguir un logro más en mi vida, el cual no solo es mío, si no también suyo, por todo el amor dado y el esfuerzo hecho a lo largo de sus vidas para que yo llegase hasta aquí, a este momento y consiguiera esto y mucho más.

**A mis hermanos, Elizabeth y Gustavo**, que siempre nos apoyamos mutuamente, aunque nunca nos lo digamos, pero siempre estamos ayudándonos el uno al otro.

**A mis abuelitos, Teodoro<sup>†</sup> y Matilde<sup>†</sup>**, que aunque ya no pudieron verme alcanzar esta meta, sé que siempre me apoyaron con todo su corazón en todo momento, tanto de mi vida como de mi formación académica.

## AGRADECIMIENTOS

**A la UNAM**, por permitirme formar parte de esta gran universidad, una de las más grandes de Latinoamérica y así poder crecer como persona y poder cumplir un sueño más que fue concluir una carrera y obtener mi título universitario en la carrera de Biología.

**A mi familia**, por todo su apoyo incondicional y por estar ahí a mi lado en cada etapa de mi vida.

**A mi amada FES Iztacala**, por convertirse en mi segundo hogar, donde conocí personas maravillosas, aprendí de la vida y me forme como profesionista.

**A mi tutor, M. en C. Alberto Arriaga Frías**, por instruirme, alentarme y más que nada por su paciencia y tiempo que dedico para que yo pudiese concluir satisfactoriamente este proyecto.

**A mis sinodales, Dr. Manuel Mandujano Piña, Dr. Gumercindo H. De la Cruz Guzmán, Dra. María Graciela Molina González, M. en C. Dalia Grego Valencia**, por su tiempo, sus observaciones y comentarios realizados de manera certera en la revisión de este trabajo.

**A mis amigos (as), Christopher, Ale, Cynthia, Vero, Geras, Tony y Facio**, quienes estuvieron siempre ahí para pasar unos buenos momentos en las prácticas de campo y porque siempre nos apoyamos en todo momento.

**A todos aquellos (as)** que de una u otra forma han contribuido en mi vida, tanto personal como profesionalmente.

# CONTENIDO

DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
3.1 La floricultura en México .....	5
3.2 Descripción y clasificación taxonómica .....	6
3.3 Importancia como flor de corte .....	9
3.4 Rosa cultivar Polo .....	9
3.5 Manejo postcosecha .....	10
3.5.1 El etileno .....	11
3.5.2 Manejo en seco .....	12
3.5.3 Manejo en húmedo .....	13
3.6 Anatomía del tallo .....	14
3.7 Anatomía del tallo en dicotiledóneas .....	15
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
4.1 Generales .....	17
4.2 Particulares .....	17
<b>5. HIPÓTESIS .....</b>	<b>19</b>
5.1 Generales .....	19
5.2 Particulares .....	19
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>

6.1 Primer ensayo.....	21
6.1.1 Material vegetal y distribución de tratamientos. ....	21
6.2 Segundo ensayo .....	23
6.2.1 Material vegetal y distribución de tratamientos. ....	23
6.3 Tercer ensayo.....	24
6.3.1 Material vegetal y distribución de tratamientos. ....	25
6.3.2 Cortes histológicos. ....	27
6.4 Variables evaluadas.....	28
6.4.1 Variables relacionadas con vida de florero.....	28
6.4.2 Variables anatómicas.....	30
6.5 Análisis estadístico. ....	32
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
7.1 Primer ensayo.....	33
7.1.1 Peso fresco.....	33
7.1.2 Tasa de absorción de la solución.....	35
7.1.3 Apertura floral. ....	37
7.1.4 Vida de florero. ....	38
7.2 Segundo ensayo.....	40
7.2.1 Peso fresco.....	40
7.2.2 Tasa de absorción de la solución.....	42
7.2.3 Apertura floral. ....	43
7.2.4 Vida de florero. ....	45
7.3 Tercer ensayo.....	46
7.3.1 Peso fresco.....	46
7.3.2 Tasa de absorción de la solución.....	48

7.3.3 Apertura floral. ....	49
7.3.4 Vida de florero. ....	51
7.4 Comparación entre los ensayos. ....	52
7.5 Descripción de las características anatómicas cualitativas en tallos florales de rosa cv. Polo con 0, 2 y 20 cm de longitud. ....	55
7.5.1 Tallos de 20 cm. ....	56
7.5.2 Tallos de 2 cm. ....	58
7.5.3 Tallos de 0 cm. ....	59
7.6 Descripción de las características anatómicas cuantitativas en tallos florales de rosa cv. Polo con 0, 2 y 20 cm de longitud. ....	60
7.6.1 Número y diámetro de elementos de vaso por mm <sup>2</sup> . ....	61
7.6.2 Índice de vulnerabilidad (IV) y conductividad relativa (CR). ....	63
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>9. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>68</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales estructuras morfológicas del género <i>Rosa</i> . .....	7
<b>Figura 2.</b> Manejo en seco. ....	13
<b>Figura 3.</b> Manejo en húmedo. ....	14
<b>Figura 4.</b> Organización de los haces vasculares en eustele. ....	15
<b>Figura 5.</b> Principales tipos celulares del xilema primario de una angiosperma. ...	16
<b>Figura 6.</b> Longitud de los tallos florales por tratamiento. ....	26
<b>Figura 7.</b> UE por tratamiento. ....	27
<b>Figura 8.</b> Escala hedónica de vida de florero y senescencia de rosa cv. Polo. ....	29
<b>Figura 9.</b> Cortes transversales en tallos de rosa cv. Polo divididos en cuatro partes iguales para seleccionar un cuadrante de 1 mm <sup>2</sup> . ....	30
<b>Figura 10.</b> Peso fresco en tallos florales de rosa cv. Polo (E1). ....	34
<b>Figura 11.</b> Tasa de absorción de la solución en tallos florales de rosa cv. Polo (E1) .....	36
<b>Figura 12.</b> Apertura floral en tallos de rosa cv. Polo (E1). ....	37
<b>Figura 13.</b> Tiempo en florero de tallos florales de rosa cv. Polo (E2) .....	39
<b>Figura 14.</b> Peso fresco en tallos florales de rosa cv. Polo (E2) .....	41
<b>Figura 15.</b> Tasa de absorción de la solución en tallos florales de rosa cv. Polo (E2) .....	42
<b>Figura 16.</b> Apertura floral en tallos de rosa cv. Polo (E2). ....	44
<b>Figura 17.</b> Tiempo en florero de tallos florales de rosa cv. Polo (E2) .....	45
<b>Figura 18.</b> Peso fresco en tallos florales de rosa cv. Polo (E3) .....	47
<b>Figura 19.</b> Tasa de absorción de la solución en tallos florales de rosa cv. Polo (E3). ....	48
<b>Figura 20.</b> Apertura floral en tallos de rosa cv. Polo (E3). ....	50
<b>Figura 21.</b> Tiempo en florero de tallos florales de rosa cv. Polo (E3) .....	51
<b>Figura 22.</b> Cortes transversales de tallos de rosa cv. Polo. ....	56
<b>Figura 23.</b> Anatomía del tallo de 20 cm de <i>R. hybrida</i> cv. Polo. ....	57
<b>Figura 24.</b> Anatomía del tallo de 2 cm de <i>R. hybrida</i> cv. Polo. ....	58
<b>Figura 25.</b> Anatomía del tallo de 0 cm de <i>R. hybrida</i> cv. Polo. ....	60
<b>Figura 26.</b> Distribución de los elementos de vasos por mm <sup>2</sup> . ....	62

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Producción de rosa en México 2012-2017. ....	5
<b>Cuadro 2.</b> Listado de variedades de <i>Rosa hybrida</i> comercializadas en México. ....	8
<b>Cuadro 3.</b> Variables evaluadas durante los tres ensayos de experimentación. ...	53
<b>Cuadro 4.</b> Índice de vulnerabilidad y conductividad relativa en cortes transversales de tallos florales de rosa cv. Polo con 20, 2 y 0 cm de longitud. ....	63

# 1. RESUMEN

El manejo postcosecha implica un conjunto de operaciones que incluyen el manejo húmedo y seco, el almacenaje en frío y la adición de agentes preservantes diversos, por ejemplo, para retrasar o inhibir la acción del etileno, además de productos hidratantes entre otros. Dentro de estos, el manejo seco ha adquirido, de manera gradual, importancia en contraste con el manejo húmedo, aplicación de frío y sustancias preservantes como son los agentes anti-etileno (Ej. Ethylbloc®). El presente estudio se llevó a cabo, en *Rosa hybrida* 'Polo' en tres ensayos. En el primero se estudió el efecto de una baja temperatura (9°C) de almacenamiento con manejo en húmedo y en seco sobre la vida postcosecha. Se encontró que los tallos almacenados a 9°C y 86% HR prolongaron su vida de florero (VF) entre 1 a 2 días con un promedio de 18.4 d de vida de florero (VF) manteniendo porcentajes elevados de peso fresco (96.6 %) respecto al peso inicial.

En el siguiente ensayo se evaluó el efecto de un almacenamiento a 9°C y 86% de HR con manejo en seco, ahora con la inclusión de Ethylbloc®, sobre la vida postcosecha. Los resultados mostraron que tallos almacenados en frío prolongan su VF hasta 11.1 d, manteniendo altos porcentajes de peso fresco (97.57 %). El uso de Ethylbloc® no presentó una diferencia significativa en la VF de los tallos.

En el tercer ensayo se revisó el papel del frío sobre la vida postcosecha de unidades florales con tallos de diferente longitud (0, 2 y 20 cm). Con las mismas longitudes de tallo se realizó un estudio anatómico a efecto de relacionarlos con los datos obtenidos, principalmente de flujo de agua. Los resultados que mostraron diferencias fueron la tasa de absorción de agua en los tallos de 0 cm y frío y en VF. Esto último se relacionó con la menor susceptibilidad a la obstrucción al flujo de agua por cavitación de los elementos de vasos dado el reducido diámetro que exhiben (8.65 µm) en comparación con los tallos largos con vasos hasta tres veces mayores (25.17 µm).

## 2. INTRODUCCIÓN

Las flores ornamentales, sean cortadas o intactas, son estructuras complejas en las que la pérdida de la calidad puede significar un rechazo por parte del consumidor. La rosa (*Rosa hybrida* L.) es la planta de jardín con mayor popularidad en el mundo y, comercialmente, es una de las más importantes como flor de corte (Juárez *et al.*, 2008), lo que la vuelve una de las especies ornamentales mayormente apreciadas, demandadas por su fragancia y variedad de tonos y colores que satisfacen los gustos más exigentes de los consumidores (De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2015).

En las flores de corte, una deficiente absorción de agua en los tallos puede ocasionar un marchitamiento prematuro, el cual puede ser por varios mecanismos que causan obstrucción de los conductos vasculares, como pueden ser, crecimiento bacteriano, embolismo, depósitos de mucílago, gomas y resinas (van Doorn, 1997).

Existen de igual manera factores bioquímicos que influyen sobre la vida de las flores de corte, como en el caso del etileno, el cual es un gas liberado por la mayoría de las flores durante el proceso natural de senescencia así como por un manejo inadecuado de estas, por ejemplo, por exceso de estiva, daño por contacto y contaminación microbiana, lo que resulta en un aumento en la producción de este gas, lo que puede conducir a una senescencia prematura, dependiendo del nivel de sensibilidad de cada cultivar.

Hoy en día, la mejor forma para mantener un buen grado de conservación e hidratación en tallos cortados de rosa, es mediante el uso de cámaras frías, que son efectivas pero poco usadas por los pequeños floricultores en México por su elevado costo (Juárez *et al.*, 2008).

La conservación frigorífica, es el sistema más utilizado para prolongar la vida comercial de la mayoría de los productos agrícolas. En el caso de la flor cortada, y debido a su carácter extremadamente perecedero, la utilización de una red de frío efectiva es necesaria. El frío consigue ralentizar los procesos vitales de las flores tales como respiración, procesos enzimáticos entre otros, permitiendo una mayor duración de las reservas almacenadas durante el cultivo que resulta en una extensión de la vida útil de las flores de corte (Abril, 1991).

Juárez *et al.*, (2008) mencionan que el almacenamiento refrigerado de tallos florales de rosa con solución preservante prolonga la vida postcosecha hasta 13 días, presentando un mayor peso fresco y mayor apertura floral aunada a una mínima abscisión de hojas.

El método de manejo postcosecha de la flor de corte es determinante de la vida en el florero. Diversos estudios señalan que el manejo en seco de los tallos florales, es decir, tallos que no han sido hidratados durante la cosecha, almacenamiento y transporte a los centros de distribución, tienen menos pérdida de la calidad y mantienen buenas relaciones hídricas durante la vida de florero (Mosqueda-Lazcares *et al.*, 2012). Este método permite almacenar por periodos largos de tiempo algunas especies de flores y ahorrar espacio en el cuarto de almacenamiento, sin embargo, es un método de almacenaje que requiere de un mayor cuidado relacionado con la estiva, y no todas las flores se adaptan muy bien a las condiciones de almacenamiento bajo esta modalidad (Flores, 2011).

El manejo en húmedo de flores, consiste en el almacenamiento en agua o en una solución preservante, este método es ampliamente utilizado, las flores almacenadas en estas condiciones preservan una buena turgencia. El lado negativo de este método es la utilización de mucho más espacio en el cuarto frío y períodos de almacenaje más cortos respecto a las flores de manejo seco (Flores, 2011).

La cosecha de las flores de corte, puede provocar cavitación en los elementos de vaso, cuyas dimensiones regulan la conductividad hidráulica y, consecuentemente la rehidratación. Si la cavitación aérea no se remueve, provocará un estrés hídrico (falla en la hidratación) estimulando un anticipado marchitamiento de hojas y pétalos (Osorio, 2011).

El flujo de agua se asocia directamente con las características anatómicas de los conductos vasculares. Para el caso de las flores de corte, particularmente de rosa (*R. hybrida*), los estudios que refieren a diferencias en las dimensiones de los vasos se relacionan con el consumo de agua. Arriaga-Frías *et al.*, (2016) reportan para tallos florales de rosa cv. Polo que vasos con menor diámetro (4.4  $\mu\text{m}$ ) influyen negativamente sobre la conductividad de agua y, por ende, de su consumo y en la vida de florero.

Con base en lo anterior se evaluó el efecto del manejo postcosecha, la temperatura de almacenamiento y la aplicación de Ethylbloc<sup>®</sup> sobre la vida postcosecha de tallos de rosa cv. Polo, además se analizó la anatomía del tallo, a diferentes longitudes, para examinar la relación guardada con la vida de florero.

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 La floricultura en México

En México se cuenta con una amplia diversidad climática distribuida en muchas regiones a lo largo del país, lo que permite un buen desarrollo de productos con calidad de exportación, como las flores. El cultivo de plantas ornamentales en México se concentra principalmente en el cultivo de gladiolas, flores de semilla y de maceta, cempoalxochitl y rosa (García, 2004). El Estado de México es el principal productor a nivel nacional de Rosa, con un 76.4 % de producción a nivel nacional. En el año 2017 la producción de rosa aumentó en promedio un 37.4 % con respecto a lo registrado en 2012 (SIAP-SAGARPA, 2018).

Los principales estados productores de rosa son: el Estado de México, en segundo lugar es el estado de Morelos, les siguen los estados de Puebla, Querétaro, Jalisco, Oaxaca, Hidalgo, Guerrero, la CDMX y por último el estado de Tlaxcala (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Producción de rosa en México 2012-2017.

Posición	Entidad Federativa	Volumen (gruesa)	
		2012	2017
<b>Total nacional</b>		<b>6,558,964</b>	<b>9,011,683</b>
<b>1</b>	Estado de México	5,415,680	6,887,909
<b>2</b>	Morelos	561,665	725,525
<b>3</b>	Puebla	157,892	621,044
<b>4</b>	Querétaro	374,690	597,075
<b>5</b>	Jalisco	18,464	154,953
<b>6</b>	Oaxaca	0	8,590
<b>7</b>	Hidalgo	11,556	7,720
<b>8</b>	Guerrero	7,831	5,812
<b>9</b>	Ciudad de México	4,938	1,705

10	Tlaxcala	6,250	1,350
----	----------	-------	-------

Fuente: SIAP-SAGARPA, 2018.

### 3.2 Descripción y clasificación taxonómica

La rosa es una planta exótica que pertenece a la familia Rosaceae, se considera originaria de China y se conoce desde hace más de 4000 años, es una planta arbustiva, de porte abierto, con ramas semileñosas y normalmente espinosas. Las hojas son pinnadas, con estípulas, caducas, compuestas de cinco folíolos, ovaladas y con las nervaduras del envés sobresalientes (Wisseman y Ritz, 2005).

Las flores suelen ser grandes y vistosas, comúnmente solitarias o agrupadas en inflorescencias terminales (Álvarez, 2005). Tienen un receptáculo carnoso en forma cónica hueca que rodea muchos carpelos monospermos situados en su pared interna (Bañon *et al.*, 1993).

Las características morfológicas generales del género *Rosa* son:

**Raíz:** Rizoma estolonífero (Figura 1a).

**Tallo:** Arbusto de tallos semileñosos, casi siempre erectos, algunos de textura rugosa y escamosos, con notables formaciones epidérmicas de variadas formas, estípulas persistentes y bien desarrolladas (aguijones) (Figura 1b).

**Hojas:** Las hojas son compuestas, imparipinnadas, generalmente de color verde oscuro brillante, con tres, cinco o siete folíolos de forma ovalada, con el borde dentado y a veces estípulas, es decir, pequeñas expansiones en la base de la misma hoja (Figura 1c).

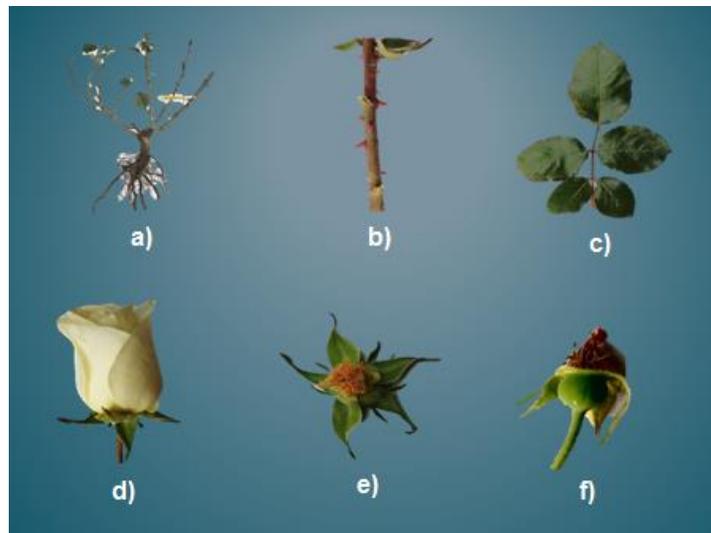
**Flores:** Generalmente aromáticas, completas y hermafrodita (androceo y gineceo juntos); regulares, con simetría radial (actinomorfa) (Figura 1d).

- Perianto bien desarrollado

- Hipanto o receptáculo floral prominente en forma de urna.
- Cáliz dialisépalo, de cinco piezas de color verde. Los sépalos pueden ser simples (Figura 1e) o a veces de forma compleja con lobulaciones laterales estilizadas.
- Androceo compuesto por numerosos estambres dispuestos en espiral (varios verticilos), generalmente en número múltiplo de los pétalos (5x) (Figura 1e)

**Fruto:** El producto fecundado de la flor es un aquenio.

**Infrutescencia:** Es un fruto compuesto por múltiples frutos secos pequeños (poliaquenio), separados y encerrados en un receptáculo carnoso (hipanto) (Arzate-Fernández *et al.* 2014) (Figura 1f).



**Figura 1.** Principales estructuras morfológicas del género *Rosa*. **a)** Raíz; **b)** Tallo; **c)** Hojas compuestas; **d)** Flor; **e)** Cáliz y Androceo; **f)** Infrutescencia.

Ubicación taxonómica:

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Rosidae.

Orden: Rosales.

Familia: Rosaceae.

Subfamilia: Rosideae.

Tribu: Roseae.

Género: Rosa.

Especie: *Rosa hybrida* (Jean-Baptiste Guillot, 1867).

Existe una enorme variedad de cultivares (más de 30 000) a partir de diversas hibridaciones, y cada año aparecen nuevos. Actualmente los cultivadores de rosa se centran en el tamaño y el color, para producir flores grandes y atractivas, aunque con poco o ningún aroma. Algunas de las variedades comercializadas en México se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Listado de variedades de *Rosa hybrida* comercializadas en México.

<b>Color</b>	<b>Variedad</b>
Rojo	Black Magic
	Grand Gala
	Royalty
Blanco	Polo
	Virginia
	Vendela
Amarillo	Golden Strike
	Santa fe
Rosa	Sophie
	Elisa
	Monalisa
	Osiana
	Pink Vision
	Vision

Fuente: Coxflor (2019).

### **3.3 Importancia como flor de corte**

La rosa es la flor de corte más popular entre los consumidores, debido a su importancia ornamental y cultural, por su fragancia y belleza es muy apreciada como flor de corte, es por esto que se destaca su demanda (Dahal, 2013).

El mercado internacional es muy exigente con respecto a la calidad de las rosas, ya que éstas se encuentran en nueve de cada diez hogares, también son utilizadas para fechas y ocasiones importantes debido a su gran gama de colores y fragancias (Rodríguez y Flórez, 2014).

La calidad de la flor lleva consigo una diferencia competitiva, que le permite mantener el liderazgo en el mercado mundial y para ello es indispensable mantener un permanente cuidado y vigilancia, sobre todo de aquellos factores que pudieran disminuir o vulnerar la calidad de la flor (Coyago, 2018).

### **3.4 Rosa cultivar Polo**

La hibridación original de este cultivar se adjudica a la empresa Rosen Tantau en Alemania, en el año de 1997, el nombre de origen fue TANolop Polo (Rosen Tantau, 2019), se desconoce cuáles fueron los progenitores de esta variedad, la cual presenta un color casi blanco o también denominado blanco mezcla de té híbrido, el desarrollo del botón floral hasta el corte es de un lapso de 84 días, el tallo presenta menor cantidad de espinas que la mayoría de las variedades de *R. hybrida*, tiene un rendimiento de 1.6 tallos florales/planta/mes (Coyago, 2018).

### 3.5 Manejo postcosecha

El manejo postcosecha se define como las labores que se realizan desde la cosecha hasta que los tallos florales son colocados en el florero.

A continuación se describe brevemente el proceso postcosecha de la rosa con base en las recomendaciones de García, (2004) y Reid, (2009), señalando algunas de las principales variables a controlar:

**Corte:** Es el primer paso de la cosecha. Las rosas se cortan en diferentes etapas de madurez dependiendo de la variedad, época del año y condiciones del mercado en ese momento. Una vez cortadas se agrupan, amarran y acomodan en cajas. Para mantenerlas hidratadas se colocan en tinas con agua mezcladas con algún bactericida, cuidando que el nivel no exceda los 15 cm de altura.

**Transporte a empaque:** Se realiza de manera manual, por medio de carretillas, bandas transportadoras o camionetas, según sean las condiciones de la empresa o productor. Si las salas de empaque se encuentran retiradas y no se cuenta con un sistema de hidratación previa, el tiempo de transporte de un lugar a otro no debe exceder los 15 min.

**Cámara de recepción:** El objetivo principal de esta cámara es eliminar el calor de campo de la flor y acondicionar el producto para ser empacado. La temperatura óptima oscila entre 2–6 °C. Se deben colocar las rosas en una solución preservante de acondicionamiento compuesta con agua limpia y sulfato de aluminio (0.6-0.8 g·L<sup>-1</sup>). Cuando hay incidencia de *Botrytis cinerea* (podrición gris o tizón del tallo y flor) es necesario aplicar un fungicida como Scala<sup>®</sup>, Fungicida Basf [Pirimetanil 40%] sumergiendo el botón en la solución.

**Calibración:** Es donde se inicia el proceso de selección de calidades. Consiste en clasificar la flor considerando el tamaño de los tallos, la curvatura, grosor, incidencia de plagas y enfermedades. Se considera que entre más largo sea el tallo, mayor será su precio en el mercado.

**Empaque:** Área donde se selecciona la flor, clasificándola en diferentes calidades: exportación, estándar, especial y de desecho. La temperatura máxima de esta sala debe ser de 15 °C. Las flores se agrupan en paquetes de 25 tallos por bonche (5 flores por fila). Para exportación, se empacan 15 flores en la parte superior y 10 en la parte inferior. Los Bouquets es otra forma de empaquetar, que le dan un mayor valor agregado. Se componen de tallos principales, relleno y follaje.

**Inspección, corte y etiquetado:** Una vez elaborados los bonches o bouquets se lleva a cabo una inspección de calidad, aceptando o rechazando el producto. Luego se realiza el corte de los tallos que excedan el tamaño permitido. En cada empaque se coloca la etiqueta adherible que contiene el nombre de la empresa, variedad, calidad y longitud del tallo.

**Almacenamiento:** Una vez recortados los tallos, los paquetes se colocan en tinas con agua y solución de sulfato de aluminio [0.6-0.8 g·L<sup>-1</sup>] como preservante. Se almacenan en refrigeración a una temperatura de 2 – 4 °C y una humedad relativa del 80 – 90 %. El producto no puede estar más de siete días en la cámara de almacenamiento porque va perdiendo calidad con el tiempo.

**Embalaje:** Las flores se retiran de las cámaras frigoríficas al momento de su comercialización. El embalaje se puede realizar en seco o en agua, según sea el destino de venta.

Cuando el proceso de empaque es llevado a cabo de forma correcta, se puede garantizar la calidad del producto.

### 3.5.1 El etileno

El etileno, es uno de los principales responsables de la senescencia, es una hormona vegetal gaseosa producida por todos los órganos de la planta. Esta hormona es sintetizada por las flores en su proceso de maduración. También se encuentra en el aire procedente de las emanaciones de frutas en maduración,

hortalizas y de la combustión de hidrocarburos, madera, tabaco entre otros (Verdugo *et al.*, 2003).

Este gas se sintetiza a partir del aminoácido metionina, primero se da la conversión de metionina a S-adenosil-L-metionina (SAM) catalizada por la enzima SAM sintetasa, luego se presenta la formación de 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) a partir de SAM mediante la enzima ACC sintasa (ACS) y finalmente la conversión de ACC a etileno, catalizada por la ACC oxidasa (ACO) (Bapat *et al.*, 2010).

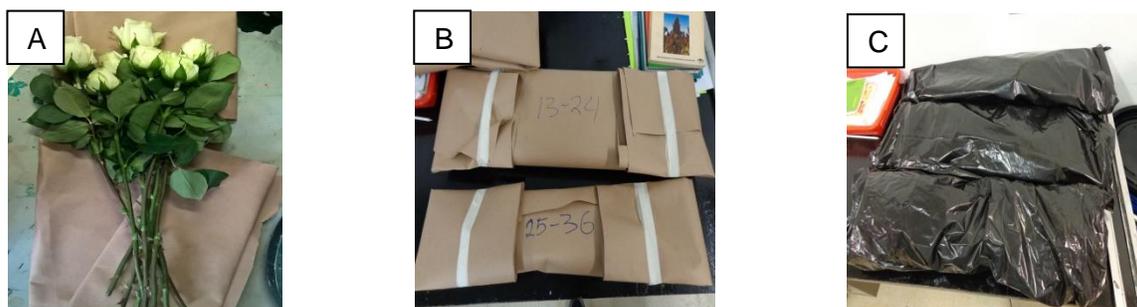
Una forma de controlar los efectos negativos del etileno en cultivos ornamentales es utilizar 1-Metilciclopropeno (1-MCP) (Pérez-Arias *et al.*, 2015). El 1-MCP es una olefina cíclica, este ocupa los receptores del etileno de manera irreversible, bloqueando la cascada de transducción de señales que conllevan a la expresión de genes relacionados con la respuesta del etileno. La afinidad del 1-MCP por los receptores es diez veces mayor a la del etileno y actúa a más bajas concentraciones (Balaguera-López *et al.*, 2014).

A pesar de que la unión del 1-MCP es irreversible, se ha reportado que los tejidos pueden recuperar la sensibilidad al etileno, debido a la capacidad de síntesis de nuevos receptores (Cameron y Reid, 2001), lo cual depende de la especie, tejido, estado de desarrollo y ambiente (Varanasi *et al.*, 2013).

Actualmente los productores ya cuentan con productos comerciales para el control del etileno, como es el caso del producto denominado Ethylbloc<sup>®</sup> sachet, este producto, como lo describe Floralife<sup>®</sup> (2017), es un polvo hidratable que al humedecerse, libera gas 1-MCP para extender la vida y utilidad de numerosas flores recién cortadas, flores de maceta, así como plantas de jardín, vivero y follaje. Las plantas se tratan con este gas en cajas para flores y cajas de envío. Este producto es para uso exclusivo en cultivos ornamentales y no comestibles.

### **3.5.2 Manejo en seco**

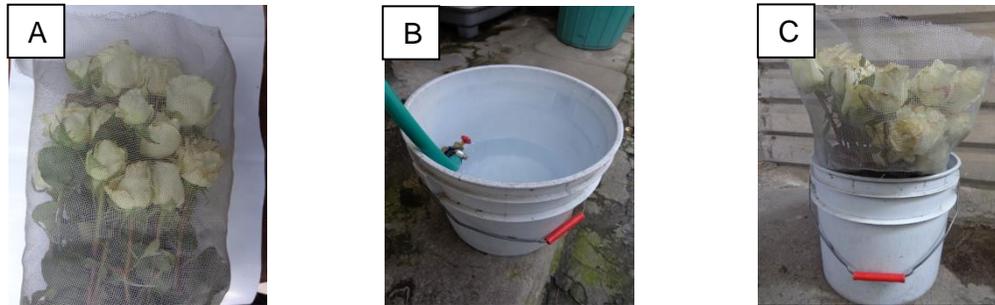
El manejo en seco de tallos florales (Figura 2), consiste en que los tallos no son hidratados durante la cosecha, almacenamiento y transporte a los centros de distribución, en este método, los tallos se envuelven en papel kraft y se colocan dentro de una bolsa de plástico negro. El papel evita que la transpiración de los tallos se condense rápidamente y produzca la humedad necesaria para la proliferación de hongos. La bolsa permite mantener esta evaporación y condensación controlada evitando una pérdida de agua por parte de los tallos (Nowak y Rudnicki, 1990; De la Cruz *et al.*, 2014; Hassan, 2014).



**Figura 2.** Manejo en seco. **A)** Selección de tallos. **B)** Empaquetado de los tallos con papel kraft y bolsa negra. **C)** Almacenamiento a temperatura ambiente o en refrigeración.

### 3.5.3 Manejo en húmedo

El manejo en húmedo de tallos florales (Figura 3), consiste en el almacenamiento en agua o en una solución preservante una vez que los tallos son cortados, en éste método se utilizan contenedores con agua o solución, los tallos son protegidos solo con una malla y son transportados a los centros de distribución en estos mismos contenedores (de Witte y van Doorn, 1988; Hammer y Evensen, 1996; Ahmad *et al.* 2012). Esto permite que las flores mantengan una buena turgencia.



**Figura 3.** Manejo en húmedo. **A)** Empaquetamiento de tallos. **B)** Contenedores plásticos de 20 L con solución preservante o agua. **C)** Hidratación de los tallos florales.

### 3.6 Anatomía del tallo

Prácticamente en todas las plantas vasculares los órganos están formados por tres sistemas de tejidos:

- El sistema de protección, formado por epidermis y peridermis, se sitúa en la parte superficial de los órganos.
- El sistema fundamental, formado por parénquima y por los tejidos de sostén, se dispone debajo del sistema de protección, y en tallos y raíces se extiende hasta la médula.
- El sistema vascular, formado por los tejidos conductores xilema y floema, se dispone en diferentes partes y con diferentes organizaciones según el órgano y tipo de planta.

Estos sistemas se distribuyen de manera característica según el órgano, la fase del desarrollo de la planta y según el grupo de plantas a la que pertenezca dicho órgano (monocotiledóneas o dicotiledóneas). La organización interna de estos tejidos en tallos es variable (Megias *et al.*, 2018).

### 3.7 Anatomía del tallo en dicotiledóneas

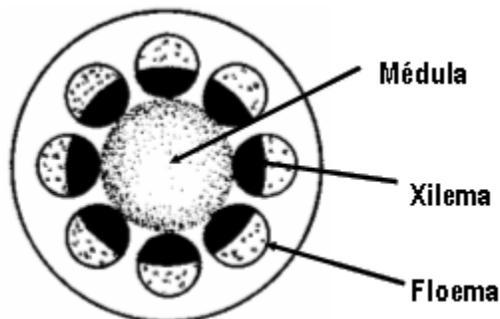
El tallo de dicotiledóneas, en general, se observan desde su superficie hasta su eje central los siguientes tejidos:

**Epidermis.** Es una lámina, habitualmente formada por una sola capa de células que presentan cutina y ceras en sus paredes.

**Corteza.** Es una capa de células que se dispone inmediatamente debajo de la epidermis. Sus células son parenquimáticas y pueden ser fotosintéticas o de almacenamiento.

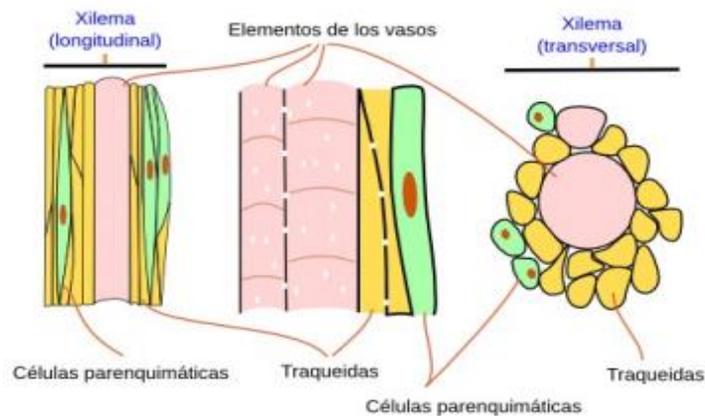
En la zona parenquimática, la capa de células que está más próxima a la epidermis se denomina hipodermis, y suele tener función de soporte. La capa de parénquima más próxima a los haces vasculares se le denomina endodermis.

**Tejidos vasculares.** Se diferencia la disposición de los tejidos vasculares: el xilema y el floema. Éstos se agrupan para formar haces colaterales, es decir, el floema primario es externo en relación al xilema. Así en una dicotiledónea típica el floema y el xilema se encuentran formando un círculo, dejando entre ellos un parénquima denominado interfascicular, organización denominada eustele (Fanh, 1982). (Figura 4).



**Figura 4.** Organización de los haces vasculares en eustele. Imagen tomada de: Fanh, (1982).

El xilema primario se origina durante el crecimiento de la planta, en cuyo proceso se formará el xilema secundario a partir del cambium vascular. Una vez diferenciado su contenido plasmático se elimina para adquirir su funcionalidad en el transporte y reparto de agua y sales minerales provenientes fundamentalmente de la raíz al resto de la planta. Es también el principal elemento de soporte mecánico de las plantas. En el xilema nos encontramos cuatro tipos celulares principales: a) los elementos de los vasos o tráqueas, b) las traqueidas, c) las células parenquimáticas, que funcionan como células de almacenamiento o comunicación, y d) las células de sostén que son las fibras de esclerénquima y esclereidas (Figura 5) (Megías *et al.*, 2017).



**Figura 5.** Principales tipos celulares del xilema primario de una angiosperma. Imagen tomada de: Megías *et al.*, 2017.

Para el análisis anatómico de las capacidades hídricas del xilema de los tallos florales, se toman en cuenta la densidad y las dimensiones de los elementos de vaso, y a partir de estos, se obtienen mediante fórmulas el índice de vulnerabilidad (IV) el cual teóricamente indica la vulnerabilidad de la planta al estrés hídrico y la conductividad hídrica relativa (CR) el cual indica la cantidad teórica de agua que pasa a través del xilema.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Generales**

Primer ensayo.

Evaluar el papel de la refrigeración a 4 °C en la vida postcosecha de tallos de rosa cv. Polo, manejados en seco y en húmedo durante el almacenamiento.

Segundo ensayo.

Evaluar el papel del agente inhibidor 1-Metilciclopropeno en forma comercial (Ethylbloc<sup>®</sup>) de los efectos del etileno sobre tallos florales de rosa cv. Polo manejados en seco durante el almacenamiento a 4 °C y a 25 °C.

Tercer ensayo.

Analizar las características de los elementos de vaso en cortes transversales de tres distintos puntos: 0, 2 y 20 cm con respecto al botón floral en tallos de rosa cv. Polo, para determinar su potencial de flujo de agua para relacionarlo con la hidratación y vida de florero de las mismas tres longitudes de tallo, equivalentes al estudio anatómico.

### **4.2 Particulares**

Primer ensayo.

Comparar la respuesta en el peso fresco (PF), la tasa de absorción (TAS), la apertura floral (APF) y la vida de florero (VF) en tallos de rosa cv. Polo

almacenados a temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) y refrigeración (4° C) manejados en seco y húmedo.

Segundo ensayo.

Comparar el peso fresco, la tasa de absorción, la apertura floral y la vida de florero en tallos de rosa cv. Polo con y sin aplicación de Ethylbloc® [0.028% 1-MCP] manejados en seco con y sin refrigeración.

Tercer ensayo.

Describir las características anatómicas cualitativas como la distribución de los tejidos en tallos de rosa cv. Polo con 0, 2 y 20 cm de longitud.

Comparar las características anatómicas cuantitativas como el diámetro, número y área de los elementos de vaso, en tallos de rosa cv. Polo con 0, 2 y 20 cm de longitud.

Calcular el índice de vulnerabilidad (IV) y conductividad relativa (CR) en tallos florales de rosa cv. Polo.

A partir del análisis de las variables cualitativas y cuantitativas, establecer las posibles relaciones con la anatomía del sistema de conducción de agua y comparar el peso fresco, la tasa de absorción, la apertura floral y la vida de florero en tallos florales de rosa cv. Polo con 0, 2 y 20 cm de longitud almacenados a 4 °C y 25 °C y manejados en seco.

## 5. HIPÓTESIS

### 5.1 Generales

El procedimiento de manejo en húmedo de los tallos florales con refrigeración ( $4 \pm 2$  °C) disminuye la deshidratación y mantiene la calidad en la flor de corte.

El método de manejo en seco de los tallos florales con refrigeración ( $4 \pm 2$  °C) permite prolongar el tiempo de almacenamiento y aumenta el peso fresco y absorción de agua.

El uso de Ethylbloc<sup>®</sup> permite prolongar la vida en florero, ya que reduce el efecto del gas etileno.

Las características anatómicas de número de elementos de vasos, el índice de vulnerabilidad y la conductividad hídrica relativa de las zonas a 0, 2 y 20 cm de longitud respecto a la flor mostrarán un efecto diferencial en la hidratación de los tallos florales de rosa cv. Polo de esas mismas longitudes.

### 5.2 Particulares

El peso fresco, la tasa de absorción, la apertura floral y la vida de florero pueden ser mayores con un manejo en húmedo y con refrigeración y menores con el manejo seco bajo la misma condición.

El peso fresco, la tasa de absorción, la apertura floral y la vida de florero aumentarán como resultado de la aplicación de Ethylbloc<sup>®</sup> a los tallos durante el almacenamiento con refrigeración.

En rosa cv. Polo, los tallos florales de 20 cm tendrán elementos de vasos con un mayor diámetro comparados con tallos de 0 y 2 cm lo que favorecerá a la absorción de agua.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se desarrolló en tres ensayos, realizados en el laboratorio N° 9 de Ecofisiología Vegetal, ubicado dentro de la Unidad de Morfología y Función de la Facultad de Estudios Superiores campus Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En todos los ensayos se utilizaron tallos florales de rosas cv. Polo adquiridos de un invernadero ubicado en el Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

### **6.1 Primer ensayo.**

El primer ensayo se llevó a cabo del 13 de octubre de 2017 al 3 de noviembre de 2017.

#### **6.1.1 Material vegetal y distribución de tratamientos.**

Se adquirieron 48 tallos florales de rosas cv. Polo, los tallos florales se transportaron en seco envueltos en papel Kraft y dentro de una bolsa de plástico. Una vez en el laboratorio, los tallos se homogenizaron a un tamaño promedio de 54 cm, con cuatro hojas compuestas trifoliadas, subsiguientemente se pesaron y se dividieron en 4 lotes de 12 tallos cada uno para almacenamiento con refrigeración y sin refrigeración de manejo en seco y húmedo.

Una vez divididos los lotes, se les aplicó un tratamiento para el control del etileno, que consistió en utilizar dos bolsitas de Ethylbloc<sup>®</sup> [0.028% de 1-Metilciclopropeno], las cuales fueron humedecidas en 50 mL de agua corriente,

para posteriormente ser colocadas dentro de un recipiente sellado herméticamente con los tallos florales por un periodo de 4h (Floralife, 2017).

Tras el tratamiento con Ethylbloc<sup>®</sup>, se instaló un lote de 12 rosas, cada una en un recipiente de vidrio, a temperatura ambiente promedio de 22.9°C y una humedad relativa de 45% (**T1**), con 250 mL de solución Tap Water [CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (0.005 mM) + CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (0.7 mM) + NaHCO<sub>3</sub> (1.5 mM)] (van Meeteren, 2001) para el seguimiento de la vida de florero registrándose diariamente el peso del tallo, el peso del florero y diámetro floral. El resto de los tallos florales fueron envueltos en papel kraft y colocados dentro de bolsas de polietileno negro, exceptuando un lote (T3), el cual se colocó en un recipiente con solución y cubierto con una bolsa de polietileno negro; se almacenaron por tres días conforme a los tratamientos descritos a continuación:

- Manejo en seco con refrigeración a 2°C y 86% HR\* (**T2**).
- Manejo en húmedo con refrigeración a 2°C y 86%\* HR (**T3**).
- Manejo en seco sin refrigeración 21°C y 88% HR\* (**T4**).

\*Condición dentro de los empaques de almacenamiento.

Durante el almacenamiento se llevó a cabo el registro diario de temperatura y humedad relativa mediante un datalogger HOB0<sup>®</sup>.

Al finalizar el periodo de almacenamiento los tallos florales se instalaron en recipientes de vidrio a T ambiente (22.9 °C y 45 % HR) con 250 mL de solución Tap Water, para el seguimiento de la vida de florero.

Los tratamientos de los tallos florales se manejaron mediante un diseño experimental completamente al azar. La unidad experimental (UE) consistió de un tallo floral con cuatro hojas compuestas trifoliadas y botones florales parcialmente abiertos (30%), con un diámetro promedio del tallo de 5.35 mm a nivel de la base floral, colocadas en un recipiente de vidrio con 250 mL de solución,

## **6.2 Segundo ensayo**

El segundo ensayo se llevó a cabo del 12 de abril de 2018 al 26 de abril de 2018.

### **6.2.1 Material vegetal y distribución de tratamientos.**

Para el segundo ensayo se utilizaron 40 tallos florales de rosa cv. Polo, una vez en el laboratorio, se dividieron en cuatro lotes con 10 tallos florales cada uno, una vez divididos se homogenizaron a un tamaño promedio de 54 cm y con 4 hojas compuestas trifoliadas.

Posteriormente, a dos lotes (20 tallos) se les aplicó el tratamiento de Ethylbloc<sup>®</sup> como lo indica el fabricante, colocándolos dentro de un recipiente hermético con el producto, por un periodo de 4 h (Floralife, 2017).

Una vez terminado el lapso de aplicación, los lotes fueron envueltos en papel Kraft y colocados dentro de bolsas de polietileno negro para ser almacenados por 3 días (2 lotes con refrigeración y 2 lotes sin refrigeración).

Durante el almacenamiento se llevó a cabo el registro diario de temperatura y humedad relativa mediante un datalogger HOBO®.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- Manejo en seco, con refrigeración y Ethylbloc 9°C y 86% HR\* (**T1**).
- Manejo en seco, sin refrigeración y Ethylbloc 25°C y 88% HR\* (**T2**).
- Manejo en seco, con refrigeración sin Ethylbloc 9°C y 86% HR\* (**T3**)
- Manejo en seco, sin refrigeración y sin Ethylbloc 25°C y 88% HR\* (**T4-Testigo**).

\*Condición dentro de los empaques de almacenamiento.

Los tratamientos de los tallos florales se manejaron mediante un diseño experimental completamente al azar.

Al finalizar el periodo de almacenamiento, todos los lotes fueron instalados a temperatura ambiente promedio de 26.08 °C y a una humedad relativa de 34.53 % para la evaluación de vida de florero.

La unidad experimental (UE) consistió de un tallo floral con cuatro hojas compuestas trifoliadas y botones florales parcialmente abiertos (30%) situado en un recipiente de vidrio con 200 mL de solución Tap Water (van Meeteren, 2001).

### **6.3 Tercer ensayo.**

El tercer ensayo se llevó a cabo del 13 de agosto de 2018 al 25 de agosto de 2018.

### 6.3.1 Material vegetal y distribución de tratamientos.

Para el tercer ensayo se obtuvieron 42 tallos florales de rosa cv. Polo, los tallos se transportaron en seco dentro de una bolsa de plástico, una vez en el laboratorio, los tallos se defoliaron y separaron en 2 lotes, los tallos se envolvieron en papel Kraft y se colocaron dentro de una bolsa de polietileno negro para ser almacenados por un periodo de 4 días, de los cuales 21 tallos se almacenaron en refrigeración y los otros 21 tallos a temperatura ambiente.

Durante el almacenamiento se llevó a cabo el registro diario de temperatura y humedad relativa mediante un datalogger HOBO®.

Al cabo de dicho periodo los lotes se subdividieron en 6 lotes de 7 tallos florales cada uno y se homogenizaron a distintos tamaños de tallo (Figura 6), conforme a los siguientes tratamientos:

- Tallos de 20 cm a  $4^{\circ} \pm 2 \text{ C}^*$  (n=7) (**T1**).
- Tallos de 20 cm a  $22 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}^*$  (n=7) (**T2**).
- Tallos de 2 cm a  $4 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}^*$  (n=7) (**T3**).
- Tallos de 2 cm a  $22 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}^*$  (n=7) (**T4**).
- Tallos de 0 cm a  $4 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}^*$  (n=7) (**T5**).
- Tallos de 0 cm a  $22 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}^*$  (n=7) (**T6**).

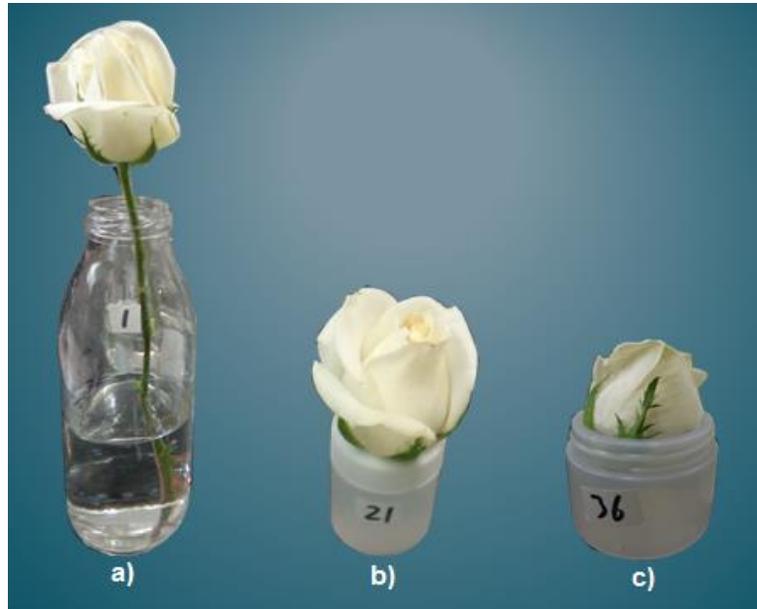
\*Condición dentro de los empaques de almacenamiento.



**Figura 6.** Longitud de los tallos florales por tratamiento.

Los tallos se colocaron en recipientes con solución Tap Water (van Meeteren, 2001) a una temperatura promedio de 22.9°C y una humedad relativa de 45%, para la evaluación de vida de florero.

Los tallos de 20 cm se colocaron en recipientes de vidrio con 200 mL de solución (Figura 7a), los tallos de 2 cm se colocaron en recipientes de plástico con 50 mL de solución (Figura 7b) y los tallos de 0 cm se colocaron en recipientes de plástico de boca ancha con 60 mL de solución (Figura 7c).



**Figura 7.** UE por tratamiento. a) Tallos florales de 20 cm; b) Tallos florales de 2 cm; c) Tallos florales de 0 cm; longitud con respecto a la flor.

### 6.3.2 Cortes histológicos.

Para los cortes histológicos se cosecharon 3 tallos florales en el invernadero del colegio de postgraduados del Estado de México.

Se realizaron cortes transversales de 12  $\mu\text{m}$  de grosor y se obtuvieron cortes en la parte basal del botón floral a 0 cm (zona basal), así como a 2 cm de distancia del botón floral (zona contigua) y a 20 cm de distancia de la misma (zona media), el tejido se procesó con bomba de vacío por una hora para facilitar la infiltración de la tinción en los tejidos.

La tinción se realizó con safranina – verde rápido.

## 6.4 Variables evaluadas.

### 6.4.1 Variables relacionadas con vida de florero.

El registro se realizó diariamente y durante los tres ensayos de experimentación. Estas fueron:

- a) **Peso fresco (g):** Se realizó pesando cada UE con una balanza digital marca Velab ES-1000H con 0.01 g de precisión.
- b) **Consumo de agua (mL):** Se registró pesando el recipiente con solución y sin la UE, con una balanza digital marca Velab ES-1000H con 0.01 g de precisión.
- c) **Diámetro floral (mm):** Se registró con un vernier digital marca Scala® con precisión de 0.01 mm.
- d) **Vida de florero (días):** Se determinó mediante una escala hedónica elaborada de manera expresa mediante el registro fotográfico de la apariencia visual de cada tallo floral desde la cosecha hasta la marchitez del botón floral (Figura 8). En el estadio **C** se consideró como inicio de senescencia donde se presentaron las primeras señales de marchitamiento y el estadio **E** como término de vida de florero. Esto se determinó mediante la apariencia visual del tallo floral y la elasticidad al tacto del botón floral.



**Figura 8.** Escala hedónica de vida de florero y senescencia de rosa cv. Polo.

Una vez obtenidos los registros anteriores se calcularon los siguientes parámetros:

**a) Porcentaje de peso fresco (%),** se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$PF = \frac{PFF}{PFI} \times 100$$

Dónde:

PF= Peso fresco (%)

PFI= Peso fresco inicial.

PFF= Peso fresco final.

**b) Tasa de absorción de la solución (TAS),** se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$TAS = \frac{(P_{sn} - 1) - P_{sn}}{P_{it}}$$

Dónde:

TAS= Tasa de absorción de solución (mL·g·d<sup>-1</sup>)

P<sub>sn-1</sub>= Peso de la solución al día previo.

P<sub>sn</sub>= Peso de la solución al día 1, 2, 3... n.

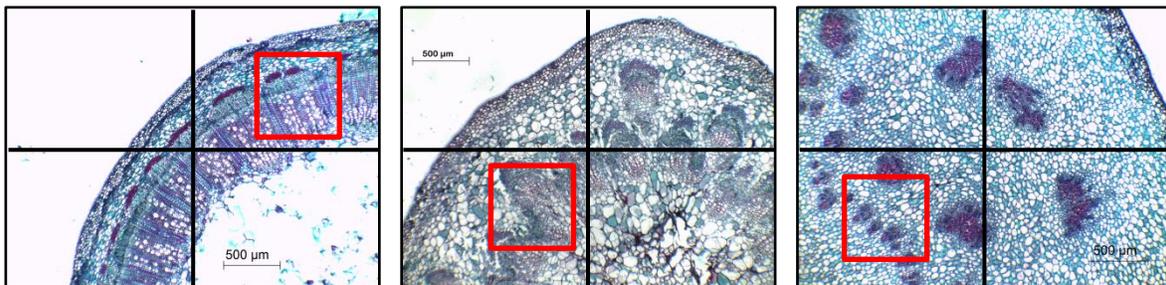
P<sub>it</sub>= Peso inicial del tallo floral.

#### 6.4.2 Variables anatómicas.

Las variables anatómicas se registraron solo durante el tercer ensayo.

La descripción cualitativa se realizó mediante cortes transversales del tallo de rosa cv. Polo a 0, 2 y 20 cm de longitud observados en microscopio óptico con analizador de imágenes.

Para las características anatómicas cuantitativas se utilizaron 3 laminillas por cada longitud del tallo. De cada laminilla se eligió un corte transversal y se ubicaron los haces vasculares. El corte se observó a un objetivo de 4x donde posteriormente se dividió en 4 sectores y se seleccionó un cuadrante de 1 mm<sup>2</sup> (Figura 9).



**Figura 9.** Cortes transversales en tallos de rosa cv. Polo divididos en cuatro partes iguales para seleccionar un cuadrante de 1 mm<sup>2</sup>.

De cada cuadrante se evaluó:

- a) **Vasos por unidad de área:** Se obtuvo mediante conteo directo de los elementos de vaso por unidad de área (vasos en un mm<sup>2</sup>).
- b) **Diámetro de vasos (µm):** Se obtuvo con la ayuda del programa ImageJ<sup>®</sup> para el análisis y medición de imágenes con una escala conocida.
- c) **Índice de vulnerabilidad (IV):** Se calculó mediante la fórmula de Carlquist (1977).

$$IV = \frac{DV}{FRE}$$

Dónde:

IV= índice de vulnerabilidad.

DV= Diámetro de vaso.

FRE= Número de vasos por mm<sup>2</sup>.

- d) **Conductividad hídrica relativa (CR):** Se obtuvo mediante la fórmula Poiseuille modificada por Fanh *et al.* (1986).

$$CR = (R^4)(FRE)$$

Dónde:

CR= Conductividad relativa.

R= Radio del vaso.

FRE= Número de vasos por mm<sup>2</sup>.

El radio del vaso se obtuvo con la ayuda del programa ImajeJ<sup>®</sup> con una previa calibración de medida, con ayuda de una escala conocida.

### **6.5 Análisis estadístico.**

Los datos de TAS, AF, VF, IV y CR se analizaron mediante análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS<sup>®</sup>) v.9.0.

Los datos de PF (%) se analizaron con previa transformación de arco seno por medio de análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS<sup>®</sup>) v.9.0.

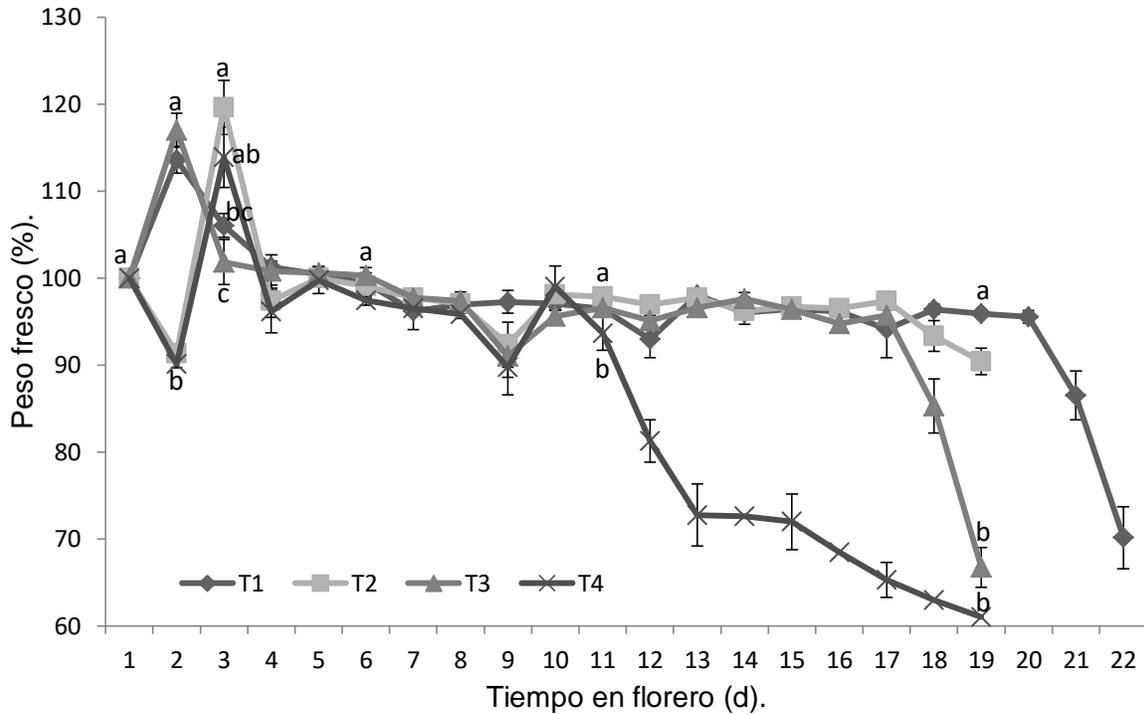
## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **7.1 Primer ensayo.**

#### **7.1.1 Peso fresco.**

El peso de los tallos aumentó en el primer día posterior a su instalación, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre manejo seco y manejo húmedo sin un aparente efecto del frío, posteriormente, todos los tratamientos presentaron un peso estadísticamente igual entre ellos hasta el día 10 donde T4 registró una caída de este, posteriormente al día 17, T3 y T2 iniciaron la caída del peso y finalmente T1 lo hizo hasta el día 20.

Los tallos mostraron una pérdida de peso similar entre los grupos de tratamientos T1, T2 y T3, mientras que T4 presentó una diferencia con respecto al resto a partir del día 11; el T2 fue el que obtuvo un mayor peso durante la vida de florero (Figura 10).



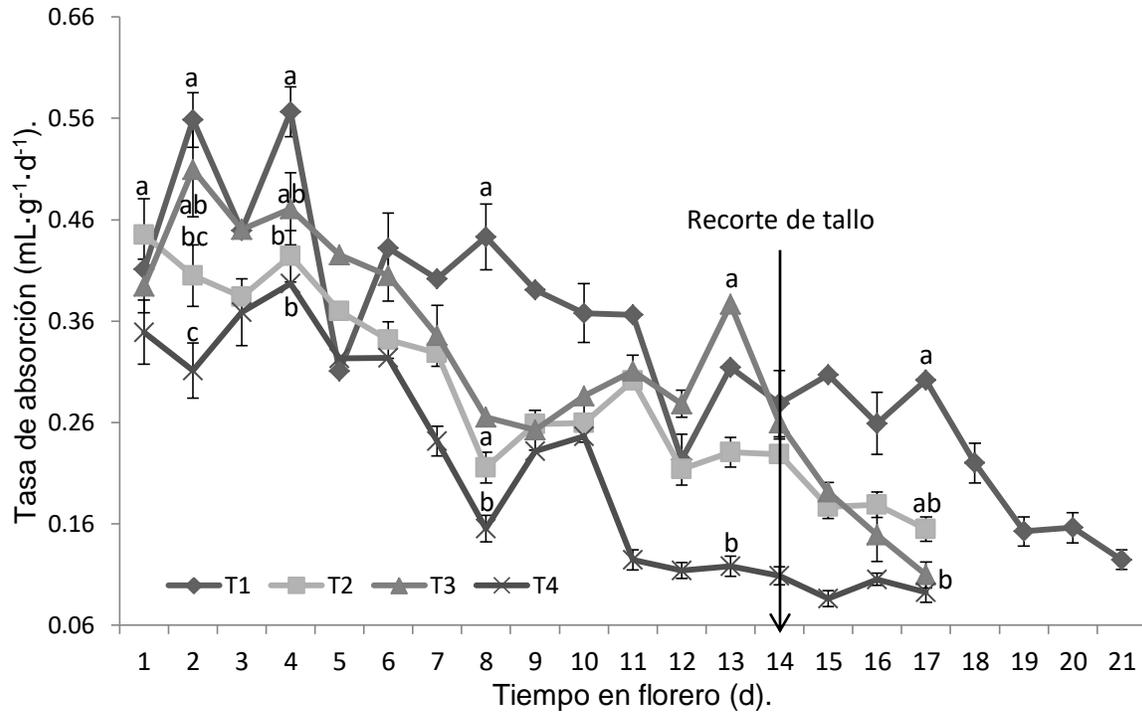
**Figura 10.** Peso fresco en tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Manejo en húmedo sin refrigeración; **T2**, Manejo en seco y con refrigeración; **T3**, Manejo en húmedo y con refrigeración; **T4**, Manejo en seco sin refrigeración.

Juárez *et al.* (2008), reportan que típicamente las flores de corte al ser colocadas en los floreros con agua, inicialmente incrementan su peso y luego disminuye, por lo que las flores que aumentan su peso con respecto a su peso inicial logran mayor vida de florero que aquellas en las que el peso se mantiene o disminuye. Estas observaciones coinciden con lo encontrado en el presente trabajo, ya que en todos los tratamientos su peso aumento, manteniendo una apariencia turgente, en comparación con T4 que perdió rápidamente la hidratación, presentando una ganancia en peso del 0.15% con respecto a su peso inicial, mientras que el resto de los tratamientos presentaron: T1 6.19%, T2 0.71% y T3 1.76%, mostrando que aquellos tratamientos que se mantuvieron en hidratación constante lograron incrementar su peso con respecto al inicial, mientras que aquellos que se sometieron a un periodo de estrés hídrico su ganancia es menor pero siendo favorecida si se mantiene a una baja temperatura. El incremento del peso fresco

está asociado a un mayor consumo de agua y mayor turgencia celular, ya que los síntomas de senescencia están relacionados a un menor peso fresco (Seyf *et al.*, 2012; Chand *et al.*, 2012) por ello, los tratamientos con un consumo alto de agua consiguen prolongar su vida de florero. Por lo anterior el incremento registrado en T1 y T3 se asocia por la condición pre-experimental, ya que estos se manejaron húmedo, dando a notar que este manejo favorece al aumento de peso fresco, ya que no entran en un periodo de estrés hídrico, a lo cual se puede teorizar que el punto de caída se registró posteriormente, comparado con T2 y T4, los cuales se almacenaron en seco y su respuesta en esta variable fue comparativamente menor, pero dándose a notar que el frío de igual manera favorece, ya que el inicio de la pérdida de peso en T2, se registró posterior al de T4.

#### **7.1.2 Tasa de absorción de la solución.**

Durante la vida de florero, la tasa de absorción de los tallos florales tanto de manejo en seco como húmedo, se comportaron de manera equivalente entre los distintos tratamientos, exceptuando los primeros días de instalación en florero, donde se presentó una diferencia estadística entre el manejo en seco y húmedo. En este contexto, T4 mostró un consumo menor a partir del día 10 en el cual más del 50% de los tallos florales presentaron señales de senescencia. Al día 14 se realizó un corte de 1cm aprox. en la parte basal del tallo, mostrándose únicamente una aparente respuesta positiva en T1 (Figura 11); lo anterior podría ser, dado el patrón fluctuante precedente, siendo un punto de incremento no asociado a una respuesta al recorte que, a lo largo de todo el ensayo, mantuvo predominancia en TAS. Según van Doorn (1997), varios factores como contaminación microbiana, oclusiones orgánicas y embolismo aéreo del sistema vascular del tallo pueden estar involucrados en el taponamiento de tallos de rosal con la consecuente reducción de la absorción de agua y la vida de florero.



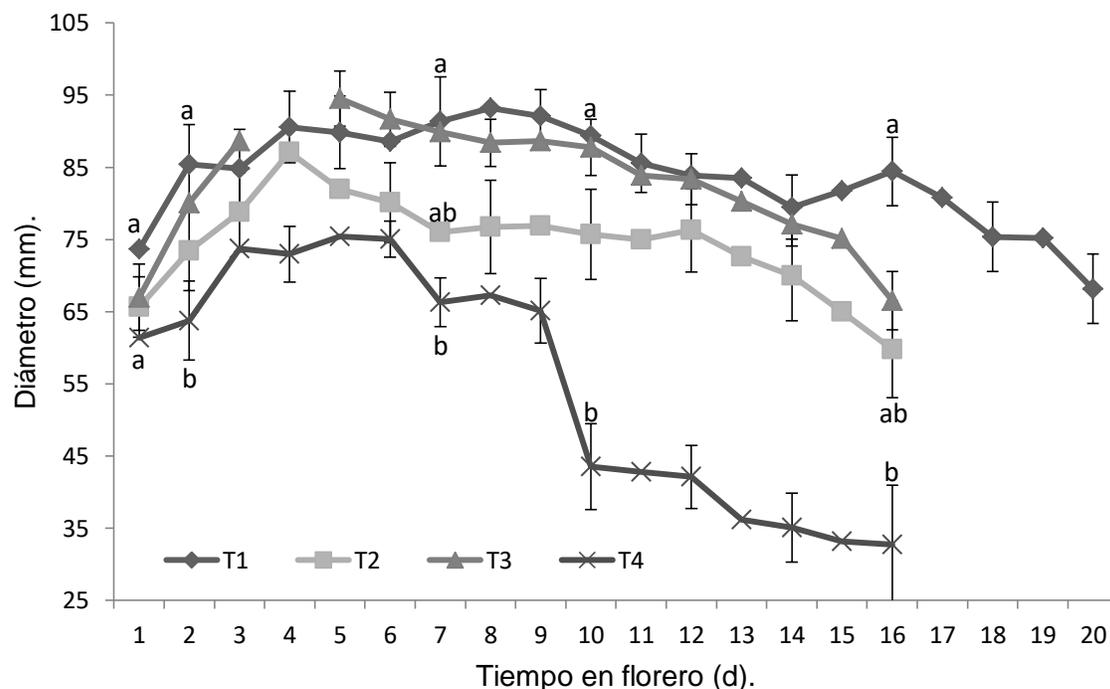
**Figura 11.** Tasa de absorción de la solución en tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Manejo en húmedo sin refrigeración; **T2**, Manejo en seco y con refrigeración; **T3**, Manejo en húmedo y con refrigeración; **T4**, Manejo en seco sin refrigeración.

En esta variable, las diferencias significativas entre tratamientos se presentaron durante los primeros días de florero, ya que los tallos de manejo en seco se presentaban en un estado de estrés hídrico por lo cual su primer respuesta al ser colocados en la solución fue una abrupta toma de agua, esto en concordancia con lo reportado por Seyf *et al.* (2012) y Chand *et al.* (2012). que, comparados con los tallos florales manejados en húmedo, al permanecer en solución se considera que exhiben un estrés hídrico menor. Posteriormente, las diferencias fueron puntuales y, en el resto de los días del ensayo, se comportaron de manera estadísticamente similar; lo anterior concuerda con lo mencionado por De la Cruz (2015), donde tallos florales de *R. hybrida* con manejo en seco mantuvieron un similar consumo de agua a los tallos de manejo en húmedo en distintos cultivares de rosa.

### 7.1.3 Apertura floral.

En la apertura floral todos los tratamientos se comportaron de manera análoga a excepción del T4 el cual a partir del día 2 fue estadísticamente menor con respecto al resto de tratamientos, esta tendencia de apertura se mantuvo hasta el último día en florero.

La apertura floral máxima de los tratamientos se presentó en los días 4 y 5; se presentó un promedio máximo y mínimo como se describe a continuación: T1, 93.21 y 83.85 mm; T2, 87.09 y 59.76 mm; T3, 94.54 y 66.52 mm y T4, 75.4 y 32.75 mm. Después, entre los días 8 a 10, todos los tratamientos comenzaron con una disminución progresiva del diámetro floral por efecto de desecación (Figura 12).



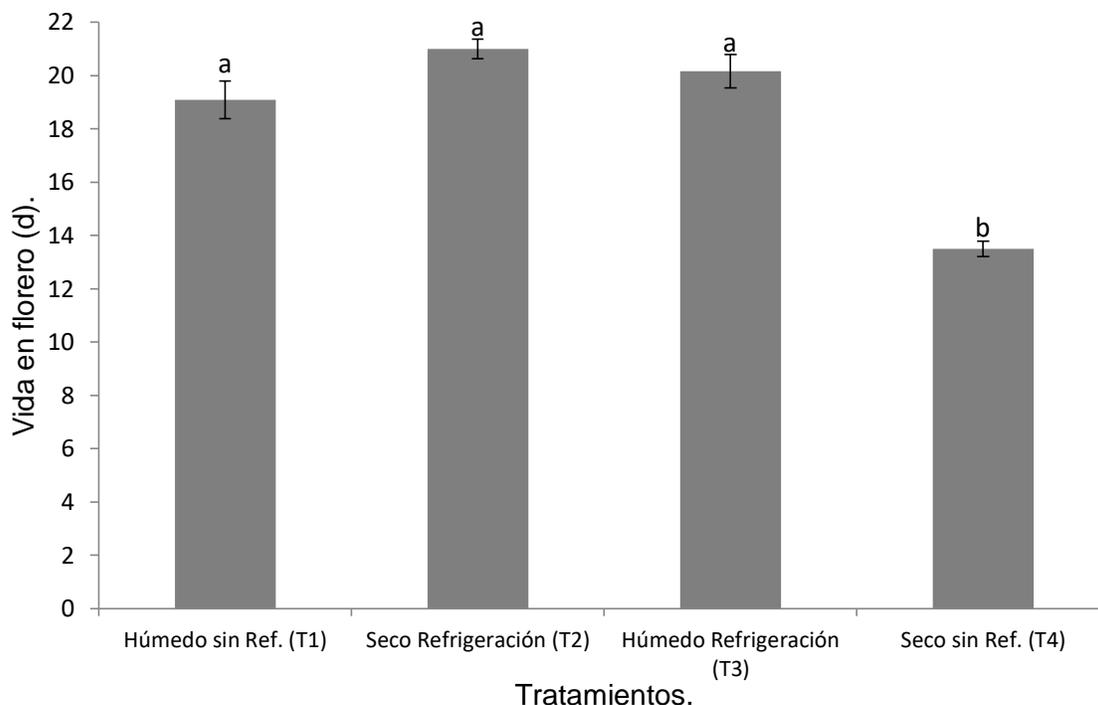
**Figura 12.** Apertura floral en tallos de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ).

0.05) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Manejo en húmedo sin refrigeración; **T2**, Manejo en seco y con refrigeración; **T3**, Manejo en húmedo y con refrigeración; **T4**, Manejo en seco sin refrigeración.

El almacenamiento refrigerado ya fuese en seco o en húmedo, no tuvo efecto en la apertura floral, ya que el diámetro floral fue similar en los tratamientos manejados, tal como lo menciona Saucedo (2016) en el cual no hubo diferencias significativas en la apertura del botón floral en los tallos de rosa almacenados de 0 a 3 d a temperatura ambiente. A partir del día 14, T4 presentó una disminución debido a la abscisión de pétalos a causa de la senescencia, esto coincide con la vida de florero reportada para este cultivar, la cual es de 14 días (d) (Arriaga *et al.*, 2016 y Coyago, 2018).

#### **7.1.4 Vida de florero.**

Los tallos de manejo en seco almacenados a temperatura ambiente (T4) presentaron una vida de florero de 13.5 d, en comparación con los tallos de almacenamiento en seco con refrigeración (T2) con 19.3 d, similar a T3 con 18.4 d y T1 con 19 d (Figura 13).



**Figura 13.** Tiempo en florero de tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ).

De la Cruz (2016) reporta para tallos florales de *Rosa hybrida* de distintos cultivares, que tallos almacenados en seco tienen similar o mayor vida de florero que los manejados en húmedo, así mismo, los tallos con mayor peso tuvieron mayor vida de florero, corroborando que los primeros síntomas de senescencia se relacionan con la pérdida de peso fresco y un desbalance entre la tasa de absorción y transpiración, (Rogers, 1973 y Shoba y Gowda, 1993). Saucedo (2016) reporta una vida de florero promedio de 9.5 d para tallos de rosa manejados en seco a temperatura ambiente y almacenados por tres días. Ahmad *et al.* (2012), reportan para rosas (*R. hybrida*) que son almacenadas en seco a temperatura ambiente una senescencia prematura, presentándose la abscisión de pétalos y el doblamiento de cuello a los 6 días de la vida en florero. También indican que las flores almacenadas en húmedo presentan una mejor turgencia al momento de la salida del almacenamiento; lo anterior contrasta con los resultados

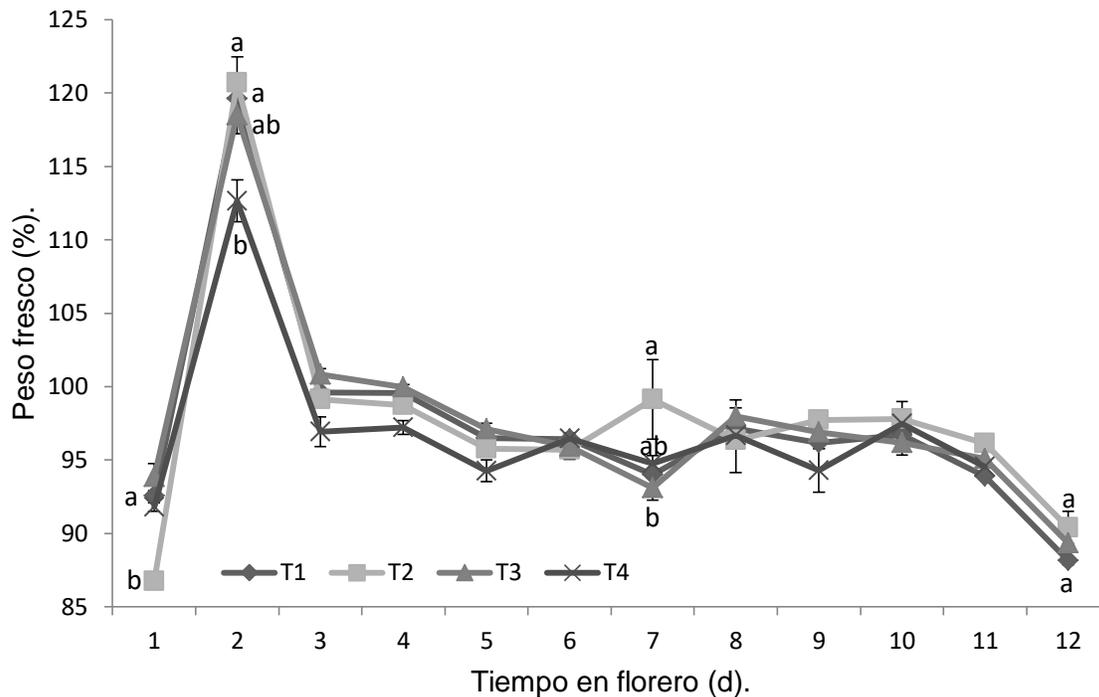
obtenidos en el presente estudio, debido a que los tratamientos T1, T2 y T3 mantuvieron una vida de florero promedio de 19 d, mientras que el T4 presentó solo 13 d; en comparación con Arriaga *et al.* (2016) y Coyago (2018), en los cuales, el promedio de vida de florero oscila entre los 12 y 14 d, a lo cual el factor que se teoriza influyó en la vida de florero fue la aplicación del frío durante el almacenamiento, en tanto que el Ethylboc<sup>®</sup> tuvo un efecto similar al frío, Macnish *et al.* (2010), reportan que el tratamiento con Ethylboc<sup>®</sup> aumentan la vida de florero entre un 28 y 36 % (3-4 días) en rosas, reduciendo su sensibilidad a este gas y siendo mejorada esta respuesta cuando las flores se mantienen a baja temperatura.

## **7.2 Segundo ensayo.**

### **7.2.1 Peso fresco.**

Se observó, como respuesta inicial post-tratamiento, un primer aumento del peso de los tallos florales de todos los tratamientos, esto debido a que los tallos se encontraban en condiciones de ausencia de agua. Respecto al efecto por tratamiento debido al manejo y almacenamiento provistos, se observó que los tallos sometidos a frío, Ethylboc<sup>®</sup> o su combinación (T1, T2 y T3) tienen un aumento significativo con respecto al testigo (T4), Abril (1991) refiere que la refrigeración reduce los procesos metabólicos, y concomitantemente la producción de etileno, mientras que la aplicación del Ethylboc<sup>®</sup> inhibe o reduce *per se* los efectos de este gas.

A partir del 3<sup>er</sup> día sucedió una reducción marcada del peso con mínimas fluctuaciones en los días subsecuentes. Durante estos, con excepción del día 7 (donde se observó una única reducción con respecto a los demás tratamientos), todos los tratamientos no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Figura 14) con un punto de caída común al día 10.

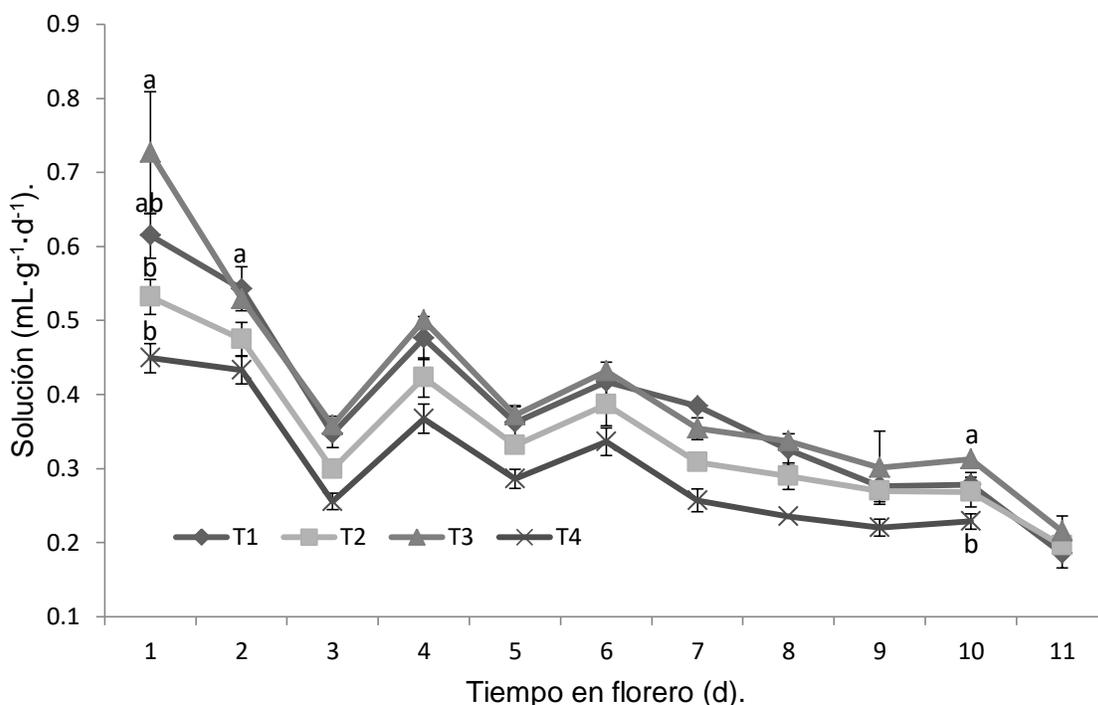


**Figura 14.** Peso fresco en tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 10 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Manejo en seco con refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T2**, Manejo en seco sin refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T3**, Manejo en seco con refrigeración sin Ethylbloc<sup>®</sup>; **T4**, Manejo en seco sin refrigeración ni Ethylbloc<sup>®</sup>.

El primer incremento en peso fresco es típico, como lo reporta Saucedo (2016), que en tallos de rosa cv. Topaz los cuales incrementaron su peso fresco y a los pocos días lo disminuyen, por lo anterior, el presente estudio concuerda con dicho estudio, ya que no presentó diferencias entre tratamientos y aparentemente con un efecto del Ethylbloc<sup>®</sup> comparativamente equivalente a la aplicación de frío, esto podría deberse a la sensibilidad del cultivar al etileno, ya que como lo reporta Nell y Ria (2013) algunas variedades de rosa no son afectadas significativamente por el etileno y los síntomas del daño por este gas en rosas no han sido bien documentados, en función a lo anterior, se propone en términos especulativos, que los tallos florales de rosa cv. Polo tendrían una baja sensibilidad al etileno.

### 7.2.2 Tasa de absorción de la solución.

La primera respuesta de los tallos a la presencia de agua fue evidente, mostrando un aumento significativo en la tasa de absorción con respecto al testigo (T4) el cuál mostró la menor tasa de absorción durante toda la vida de florero. Estas diferencias se repitieron al día 3 y, a partir del día 5, los tratamientos (T1, T2 y T3) mostraron una absorción estadísticamente equivalente entre ellos, manteniendo las diferencias con respecto al testigo. Dicha tendencia se mantuvo hasta el fin de la vida de florero (Figura 15).

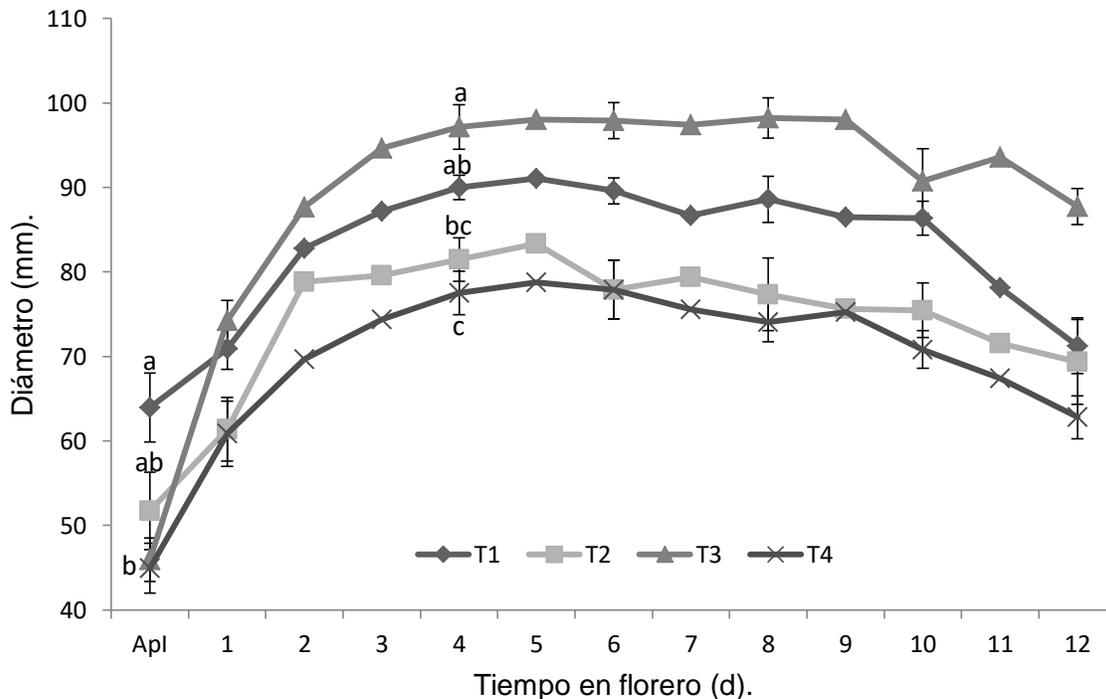


**Figura 15.** Tasa de absorción de la solución en tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 10 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Manejo en seco con refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T2**, Manejo en seco sin refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T3**, Manejo en seco con refrigeración sin Ethylbloc<sup>®</sup>; **T4**, Manejo en seco sin refrigeración ni Ethylbloc<sup>®</sup>.

En general, todos los tratamientos mostraron una tendencia estadísticamente igual en consumo de agua. Juárez *et al.* (2008) reportan, para tallos de diferentes cultivares de *R. hybrida* refrigerados, que en el consumo de solución no se presentaron diferencias. En concordancia con lo anterior, en este estudio tampoco se presentaron diferencias en los tratamientos refrigerados con y sin la aplicación de Ethylbloc<sup>®</sup> que se consideró tiene un efecto bajo o comparativamente similar a la refrigeración, ya que los tallos que no tenían este producto, pero que se mantuvieron en refrigeración, presentaron valores estadísticamente iguales sobre la TAS. Lo anterior se remarca al comparar el consumo de tallos no refrigerados con los refrigerados, que no mostraron diferencia a lo largo de la vida en florero.

### **7.2.3 Apertura floral.**

La mayor diferenciación se presenta al día de la máxima apertura floral (Día 4), observándose que los tratamientos almacenados en frío muestran un diámetro mayor con respecto al testigo (T4), tendencia que se mantuvo a lo largo del ensayo. T2 y T4 (ambos tratamientos sin refrigeración) se agruparon y se mantuvieron a partir del día seis en esta condición hasta el último día de vida de florero. En contraste, los tratamientos con refrigeración (T1 y T3) mantuvieron una tendencia a una mayor apertura floral porque, cabe indicar que, con excepción del primero y cuarto día, todos los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Figura 16). El punto de caída al día 8 fue común entre los tratamientos donde comenzaron a presentar señales claras de senescencia.



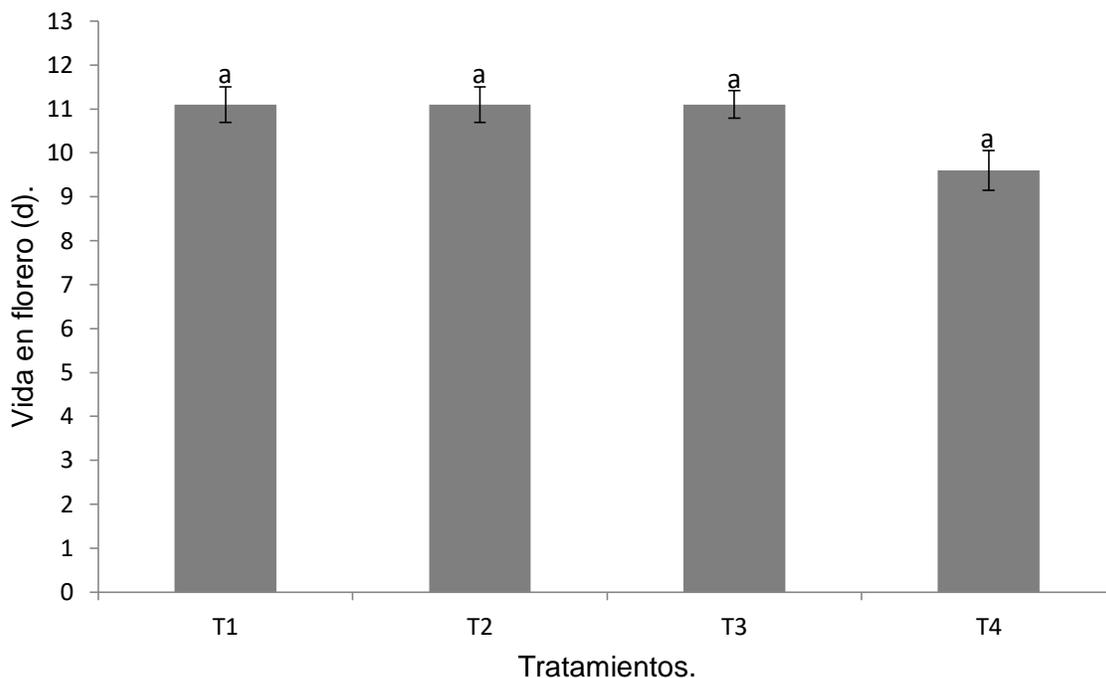
**Figura 16.** Apertura floral en tallos de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Manejo en seco con refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T2**, Manejo en seco sin refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T3**, Manejo en seco con refrigeración sin Ethylbloc<sup>®</sup>; **T4**, Manejo en seco sin refrigeración ni Ethylbloc<sup>®</sup>.

El aumento de diámetro de la flor fue influido por las condiciones de baja temperatura donde las tasas metabólicas se reducen y con ello de igual manera disminuye el consumo de las reservas energéticas ya que las flores con altas cantidades de carbohidratos muestran una vida en florero más larga (Flores, 2011). Por otro lado, a temperatura ambiente, el metabolismo se encuentra aún activo y esto conlleva el que se continúen consumiendo sus reservas (van Meeteren *et al.*, 1999; Ichimura y Shimizuko-Yumoto, 2007). Así, la condición inicial del pre-tratamiento con frío a partir del momento en que se instalaron las unidades florales a temperatura ambiente (que implica la intensificación del metabolismo respiratorio) fue con una reserva oxidativa suficiente para sostener los procesos asociados a la apertura floral. A su vez, la disponibilidad de azúcares

también significa la reducción del potencial hídrico que favorece el flujo de agua y, consecuentemente, la hidratación de la flor.

#### 7.2.4 Vida de florero.

La vida de florero no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. No obstante a lo anterior, el promedio de la vida de florero de T1, T2 y T3 fue de 11.1 días comparado con el testigo con 9.6 días (Figura 17).



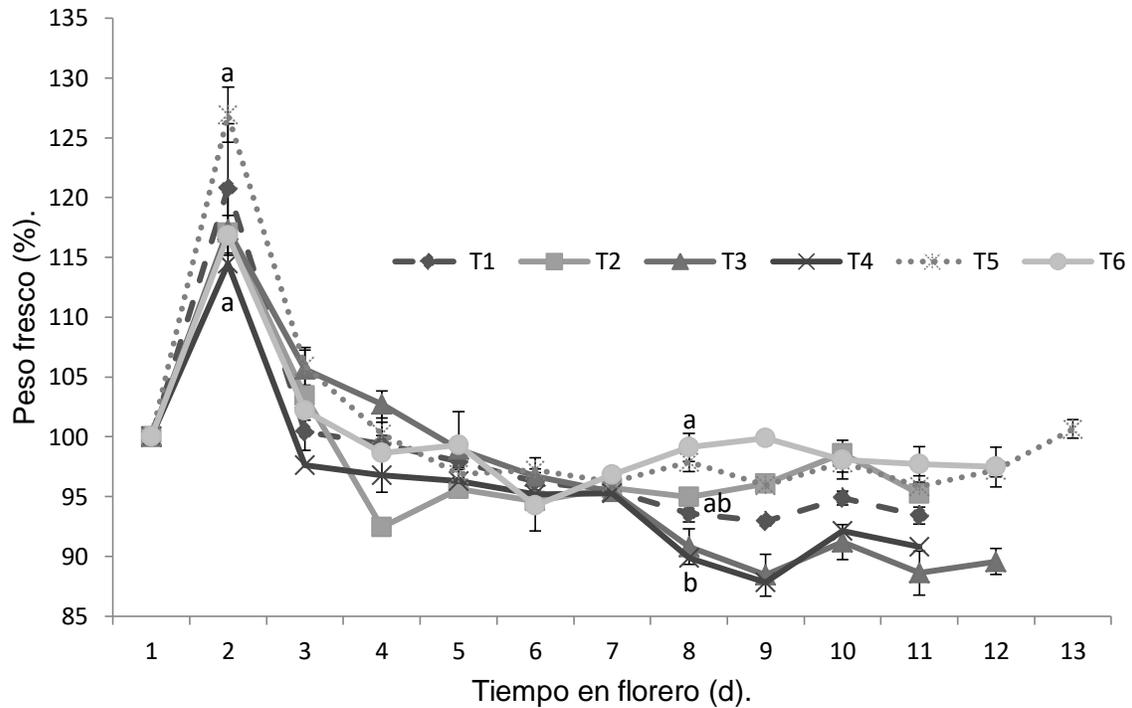
**Figura 17.** Tiempo en florero de tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 10 repeticiones  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ). Abreviaturas: **T1**, Manejo en seco con refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T2**, Manejo en seco sin refrigeración y Ethylbloc<sup>®</sup>; **T3**, Manejo en seco con refrigeración sin Ethylbloc<sup>®</sup>; **T4**, Manejo en seco sin refrigeración ni Ethylbloc<sup>®</sup>.

Macnish *et al.* (2010), refieren que de 38 variedades de *R. hybrida*, 17 mostraron una alta sensibilidad al etileno, y 6 no presentaron ningún tipo de señal de sensibilidad a este gas y al aplicar 1-metilciclopropeno (1-MCP) en forma comercial (sachets de Ethylboc<sup>®</sup>) solo 16 cultivares aumentaron su vida de florero con un promedio de 4.5 días y esta respuesta mejoró cuando las flores se mantuvieron a baja temperatura. Por lo anterior, como en el presente estudio no se mostraron diferencias con la aplicación o ausencia de Ethylboc<sup>®</sup>, se consideró factible teorizar que el cultivar Polo no tiene una alta sensibilidad al etileno, ya que como lo mencionan Nell y Ria (2013) algunos cultivares de rosa no son afectados significativamente por este gas.

### **7.3 Tercer ensayo.**

#### **7.3.1 Peso fresco.**

En el caso del peso fresco, todos los tratamientos tuvieron un comportamiento estadísticamente igual, la única diferencia estadística se observó al día 8, donde se presentaron mayores señales de senescencia en todos los tratamientos, de igual manera se exhibió un agrupamiento entre los tratamientos con tallos de tamaños similares agrupándose de la siguiente manera: T2 y T1 (20 cm), T3 y T4 (2 cm) y T6 con T5 (0 cm) (Figura 18).

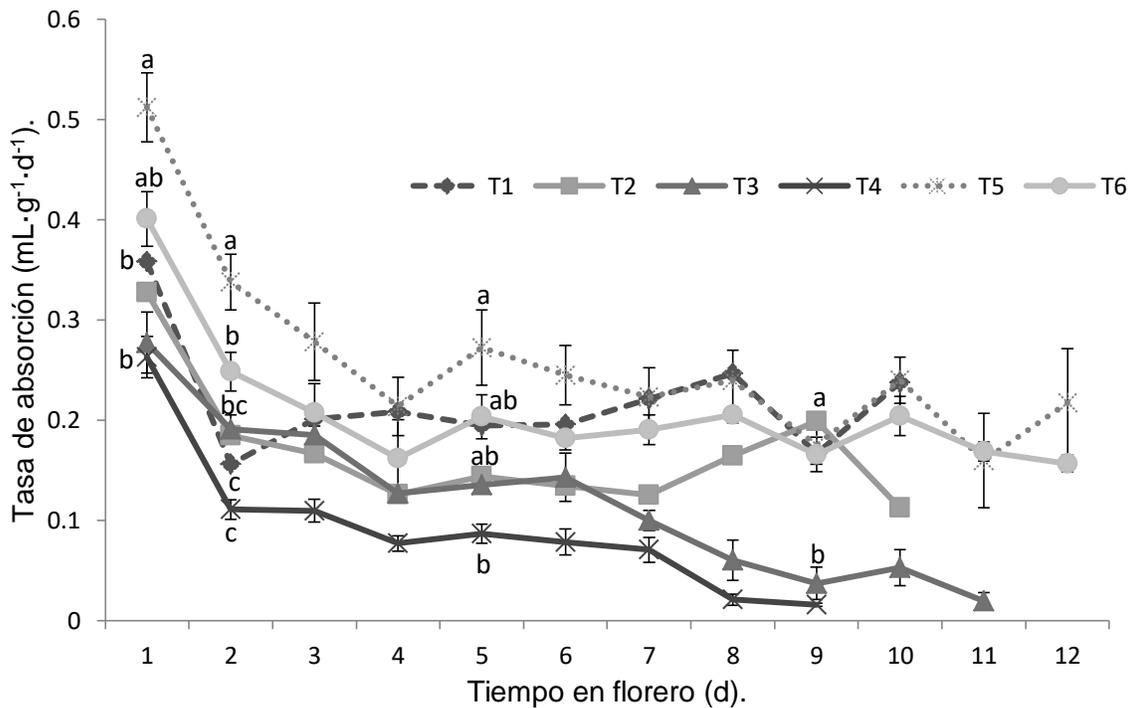


**Figura 18.** Peso fresco en tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 7 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Tallos de 20 cm con refrigeración; **T2**, Tallos de 20 cm sin refrigeración; **T3**, Tallos de 2 cm con refrigeración; **T4**, Tallos de 2 cm sin refrigeración; **T5**, Tallos de 0 cm con refrigeración; **T6**, Tallos de 0 cm sin refrigeración.

Los registros de peso fresco obtenidos durante este ensayo son similares con lo reportado por Juárez *et al.* (2008), en la misma variable donde no se presentan diferencias en el peso fresco de tallos florales de *R. hybrida*. De igual manera, los resultados dan a notar que no hay un efecto significativo del almacenamiento en frío o a temperatura ambiente con respecto a esta variable, ya que no se presentaron diferencias entre los tratamientos. Lo significativo fue el agrupamiento indicado previamente entre los tallos de longitud igual, lo cual es un indicador de su influencia sobre la condición previa de almacenamiento, la cual dominó a lo largo de la vida en florero.

### 7.3.2 Tasa de absorción de la solución.

En la tasa de absorción se presentaron diferencias estadísticamente significativas a lo largo de la vida de florero, las principales diferencias se registraron en los tallos de 0 cm a baja temperatura, siendo estadísticamente iguales a los tallos de 20 cm. En cuanto a los tallos de 2 cm se observó una caída más marcada en el consumo de solución (Figura 19). Por lo anterior, se presume que en estos tratamientos hubo un causal de obstrucción, atribuible al manejo, o bien, a afectación de la conducción de agua asociable a las características anatómicas en esta longitud de tallo respecto a la flor.



**Figura 19.** Tasa de absorción de la solución en tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 7 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Tallos de 20 cm con refrigeración; **T2**, Tallos de 20 cm sin refrigeración; **T3**, Tallos de 2 cm con refrigeración; **T4**, Tallos de 2 cm sin refrigeración; **T5**, Tallos de 0 cm con refrigeración; **T6**, Tallos de 0 cm sin refrigeración.

Cuando los tallos se colocan en el florero, la tasa de absorción aumenta en los primeros días y después disminuye. La reducción del consumo de agua puede atribuirse a eventos de cavitación en la base del tallo ya sea por la proliferación de bacterias o embolismo producidos al momento del corte (Spinavora y Hendriks, 2005; Fanourakis et al., 2012; Arévalo et al., 2012; van Doorn, 2012). Mientras más tarde se presente la cavitación más tiempo durarán los tallos en el florero.

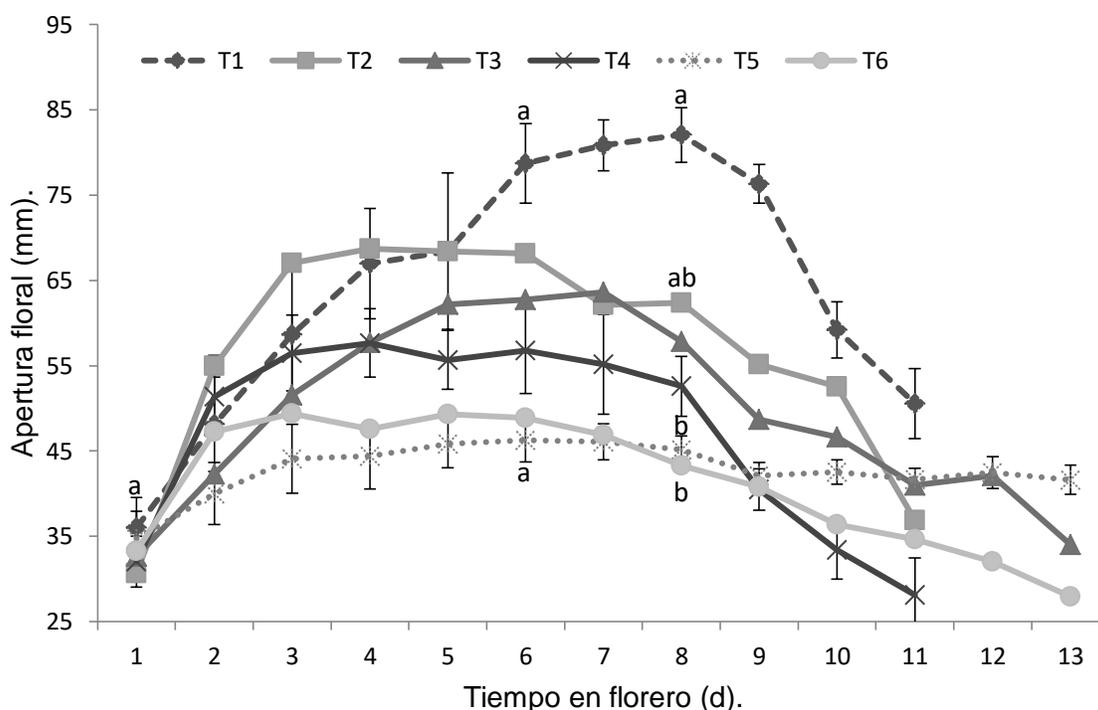
Arriaga *et al.* (2016), mencionan que en tallos florales de rosa cv. Polo de 25 cm el consumo de agua es menor que en tallos de 35 y 50 cm, esto contrasta parcialmente con el presente trabajo. No obstante, las longitudes de 25 cm son diametralmente distintas a 2 o 0 cm respecto al punto de inserción de la flor. En los tallos de 0 cm se presentó la mayor tasa de absorción ( $0.23 \text{ mL}\cdot\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ ) así como una estabilidad de la misma durante toda la vida en florero, de igual manera, los tallos de 20 cm ( $0.19 \text{ mL}\cdot\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ ) presentaron una absorción estadísticamente similar a los de 0 cm, mientras que en los tallos de 2 cm se registró la menor tasa de absorción ( $0.1 \text{ mL}\cdot\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ ).

Los tallos de 0 cm con refrigeración registraron los mayores valores de TAS, esto atribuido a las características anatómicas de los tallos ya que en las menores longitudes de tallos los diámetros de los elementos de vasos se reducían considerablemente, ya que como lo reportó Rosas (2018), tallos de *Alstroemeria* de 2 cm presentaron una TAS mayor en comparación con tallos de 20, 40 y 60 cm donde, al cotejar las características anatómicas los tallos de 2 cm, presentaron un menor diámetro de los vasos en comparación con las otras longitudes de tallos lo cual disminuía la probabilidad de cavitación del xilema.

### **7.3.3 Apertura floral.**

La apertura floral máxima de los tallos del T1 ocurrió al día 8, del T2 y T4, al día 4; de T3 y T5 al día 7 y de T6, al día 3. La única diferencia entre tratamientos se

presentó al octavo día, posteriormente los tratamientos tuvieron un comportamiento sin diferencias estadísticas (Figura 20).



**Figura 20.** Apertura floral en tallos de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 7 repeticiones  $\pm$  error estándar. Solo se indican las diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) con letras diferentes en cada tiempo de evaluación. Abreviaturas: **T1**, Tallos de 20 cm con refrigeración; **T2**, Tallos de 20 cm sin refrigeración; **T3**, Tallos de 2 cm con refrigeración; **T4**, Tallos de 2 cm sin refrigeración; **T5**, Tallos de 0 cm con refrigeración; **T6**, Tallos de 0 cm sin refrigeración.

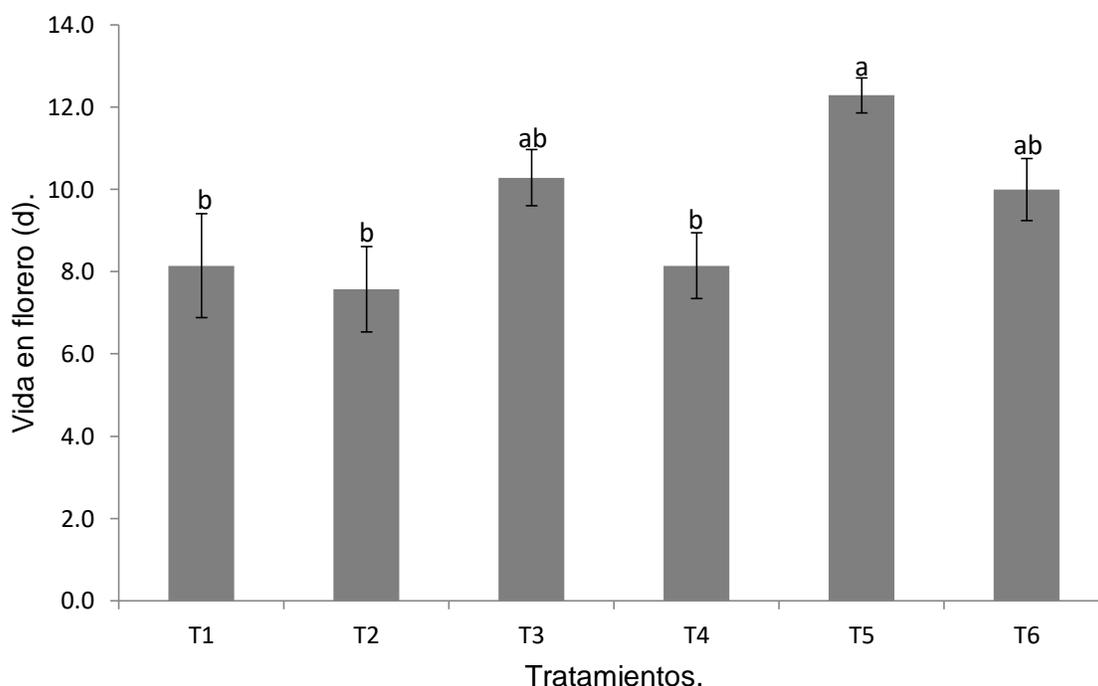
En rosa cv. Polo, el almacenamiento a temperatura ambiente ( $23 \pm 2$  °C) o en frío ( $4$  °C), no tuvo un efecto en la apertura de los botones florales, esto coincide con lo registrado por Saucedo (2016) quien reporta que en tallos de *R. hybrida* almacenados en seco por 1 a 7 días no hay diferencia en los diámetros de apertura floral.

Los tallos de 20 cm, si bien no observaron diferencias con los demás tratamientos, dado que algunos tallos presentaron senescencia prematura con abscisión y apertura de pétalos muy discrepantes en algunas de las UE, ello resultó en una mayor apertura floral (79.48 mm) con un promedio de 56.9 mm. Los tallos de 2 cm

registraron 48.36 mm y los tallos de 0 cm 42.11 mm, y estos últimos presentaron la mayor estabilidad en esta variable durante toda la vida de florero. Esta apertura floral podría deberse a que las principales fuentes de energía para la apertura floral, que se encuentran almacenadas principalmente en los tallos y dada la reducción de este (0 y 2 cm), las fuentes nutrimentales se reducen y por ende la apertura floral es menor, comparada con tallos largos. A este respecto, Mosqueda-Lazcares *et al.* (2011) reportan que el contenido de azúcares demandados por los tallos florales, se da principalmente en la etapa de la apertura floral.

### 7.3.4 Vida de florero.

La vida de florero presentó diferencias significativas, principalmente de los tratamientos de los tallos de 0 cm los cuales tuvieron en promedio 3 días más de VF, comparados con los de 20 y 2 cm (Figura 21).



**Figura 21.** Tiempo en florero de tallos florales de rosa cv. Polo. Cada dato es el promedio de 7 repeticiones  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas

(Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ). Abreviaturas: **T1**, Tallos de 20 cm con refrigeración; **T2**, Tallos de 20 cm sin refrigeración; **T3**, Tallos de 2 cm con refrigeración; **T4**, Tallos de 2 cm sin refrigeración; **T5**, Tallos de 0 cm con refrigeración; **T6**, Tallos de 0 cm sin refrigeración.

Para esta variable se encontró un efecto positivo del frío (4 °C) y el tamaño del tallo (0 cm) sobre la vida en florero, según Juárez *et al.* (2008), rosas 'Grand Gala' con almacenamiento refrigerado prolongan su vida en florero hasta 4 d, promediando 13 d de vida en florero, lo cual concuerda con el presente trabajo ya que los tallos en frío aumentaron en promedio su vida de florero en 3.2 d.

De acuerdo con Carlquist (1988), la conducción de agua a través de vasos numerosos con diámetro angosto ( $\leq 100 \mu\text{m}$ ) es más eficiente que la conducción a través de vasos escasos con diámetro amplio ( $\geq 100 \mu\text{m}$ ). De esta manera, la cavitación de vasos angostos se relaciona con una menor pérdida de la capacidad de conducción. La implicación derivada de lo anterior es una menor susceptibilidad a la cavitación. Esto coincide con Margrave *et al.* (1994) quienes expusieron que aquellas especies con vasos grandes son más susceptibles a presentar embolismo durante periodos de estrés hídrico, que aquellas especies con diámetro menor, por esto, es una explicación plausible que los tallos de 0 cm al ser menos susceptibles al embolismo lograron aumentar su vida de florero dado que presentaron diámetros de elementos de vaso menores a  $20 \mu\text{m}$ . Se consideró que a la mejora en la respuesta se sumó el efecto de la refrigeración.

#### **7.4 Comparación entre los ensayos.**

Dadas las condiciones pre-experimentales que consideran, la época de cosecha de los tallos florales que fueron sometidos a los ensayos experimentales descritos, la variación en la uniformidad y calidad de los rosas dependientes del manejo precosecha, así como la variación en el punto de corte de las rosas respecto al diámetro de apertura, se hizo imperativo el exponer al lector la comparación de las diferencias obtenidas con tratamientos equivalentes –respecto a manejo en frío y

Ethylbloc<sup>®</sup>- de manera que pudiese notarse la expresión de las diferencias en variables críticas como, por ejemplo, la vida postcosecha, y otras afectaciones a la respuesta en las variables morfológicas evaluadas.

Para esto se obtuvieron los promedios de los tratamientos con mejor respuesta durante los distintos ensayos (tratamientos con mayor vida en florero), en los cuales las variables evaluadas, como lo es el peso fresco y la tasa de absorción no registraron diferencias estadísticamente significativas. Para el caso de la AF, la mayor se registró durante el primer ensayo con un valor promedio de 83.86 mm y que oscilo entre 91.33 a 92.1 mm, durante el segundo ensayo se registró la AF de 74.07 mm con un rango entre 97.1 a 97.3 mm y el tercer ensayo -con diferencias significativas respecto a los dos primeros ensayos- con un promedio de 42.85 mm, con un intervalo entre 49.3 a 49.7 mm. Los valores de máxima apertura floral se registraron entre los días 5 – 7 siendo común en todos los ensayos. En el caso de la vida de florero se registró una diferencia durante el primer ensayo con respecto al resto, obteniendo una VF ornamental de 21 días, *ie.* con pérdida de turgencia pero manteniendo una apariencia correspondiente al estadio E de la escala hedónica y una VF real de 18 días (estadía C de la escala hedónica e inicio de pérdida de turgencia), en cuanto a los otros ensayos su promedio de VF fue de 11.7 días (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Variables evaluadas durante los tres ensayos de experimentación.

Ensayo.	PF (%).	TAS (mL·g·d <sup>-1</sup> ).	AF (mm).	VF (Días).
1	96.33 a	0.33 a	83.86 a	21 a
2	97.86 a	0.34 a	74.07 b*	11.1 b*
3	100.73 a	0.25 a	42.85 c*	12.29 b
DMS	7.5	0.1	6.01	1.44
CV	8.34	34.6	9.66	8.04

\*Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) cada dato es el promedio del tratamiento con mejor respuesta durante cada ensayo. PF: peso fresco; TAS: tasa de absorción; AF: apertura floral; VF: vida de florero; DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

Para el caso del peso fresco se hace evidente que el cultivar respondió de manera estadísticamente equivalente sin importar el tratamiento aplicado a este, no obstante, cabe hacer notar que los mayores valores de esta variable se presentaron en el tercer ensayo, donde se utilizaron tallos florales de menor tamaño, lo anterior concuerda con lo registrado por Arriaga-Frías *et al.* (2016) donde los registros de peso fresco (%) en tallos de rosa Polo de 25, 35 y 50 cm no registraron diferencias estadísticas entre ellos, y De la Cruz-Guzmán *et al.*, (2018) menciona que tallos de rosa 'Topaz' incrementan su peso al ser almacenados 1 y 7 días.

En general, durante los ensayos experimentales los tratamientos mostraron una tendencia estadísticamente igual en el consumo de agua, lo que remarca la capacidad del cultivar Polo para rehidratarse después de un periodo de estrés hídrico, a esto, van Meeteren *et al.*, (1999) e Ichimura y Shimizu-Yumoto, (2007), indican que los procesos metabólicos que aportan energía a los pétalos se desarrollan mejor cuando los tallos florales están hidratados.

En la apertura floral las diferencias se atribuyen al tamaño del tallo utilizado en los ensayos y a la desconocida condición pre-cosecha, ya que como lo señalan Pun e Ichimura (2003), Ichimura y Shimizu-Yumoto (2007) y Juárez *et al.*, (2008) el contenido de azúcares demandado por los tallos florales, se da principalmente en la etapa de la apertura floral e influye sobre la longevidad floral.

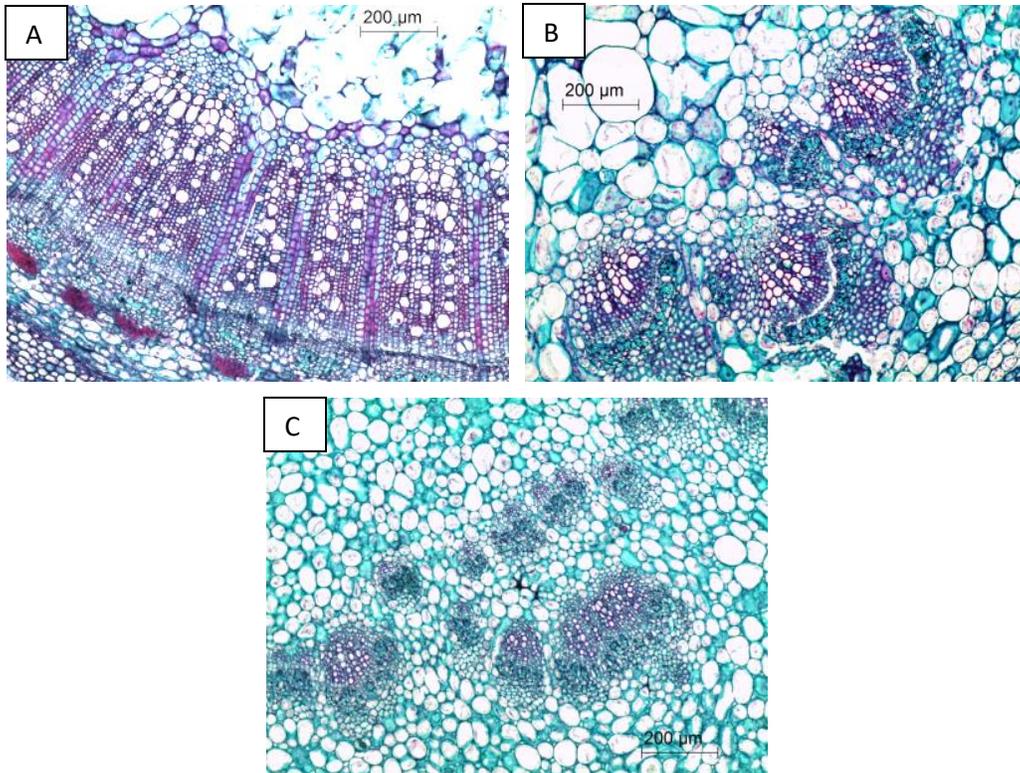
Para la vida de florero, durante el primer ensayo se registró la mayor en comparación con los otros ensayos, esto puede deberse a la fecha de cultivo (verano e invierno) y la condición pre-cosecha, Pompodakis *et al.* (2005) refieren que las rosas cultivadas en verano bajo invernadero de vidrio, tuvieron entre 37 – 42 % mayor vida de florero ( 2-4 d) que los tallos producidos en invierno las cuales promedian 10.2 d, 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 fotoperiodo y a la

cantidad de tejido fotosintético presente en el tallo floral (Halevy y Mayak, 1979; Hernández *et al.*, 2009). Esto se ve reflejado al momento de ser cosechadas para su venta como flor de corte. Lo anterior se robustece ya que los tallos florales del primer ensayo se cosecharon en Texcoco, Estado de México durante el mes de octubre. Al respecto, Mosqueda-Lazcares (2011) reporta que tallos de rosa 'First Red' y 'Akito' cultivados en el Estado de México durante el verano tuvieron 40 % más vida de florero, esto ya que en el Estado de México se observan variaciones en las condiciones ambientales a lo largo del año, por lo que es muy probable que los tallos crecidos durante el verano y cosechados en septiembre, tendrían mayor contenido de reservas lo cual se reflejó en una mayor vida de florero.

Como conclusión, se consideró que durante los tres ensayos realizados, el factor que influyó más de manera significativa en los tallos de rosa cv. Polo fue el frío (4 °C).

#### **7.5 Descripción de las características anatómicas cualitativas en tallos florales de rosa cv. Polo con 0, 2 y 20 cm de longitud.**

En los cortes transversales realizados en tallos de rosa cv. Polo se observan cambios en la anatomía general de la distribución, tanto de los haces vasculares como de la morfometría de los elementos de vasos, esto conforme el corte es más próximo al botón floral (Figura 22).



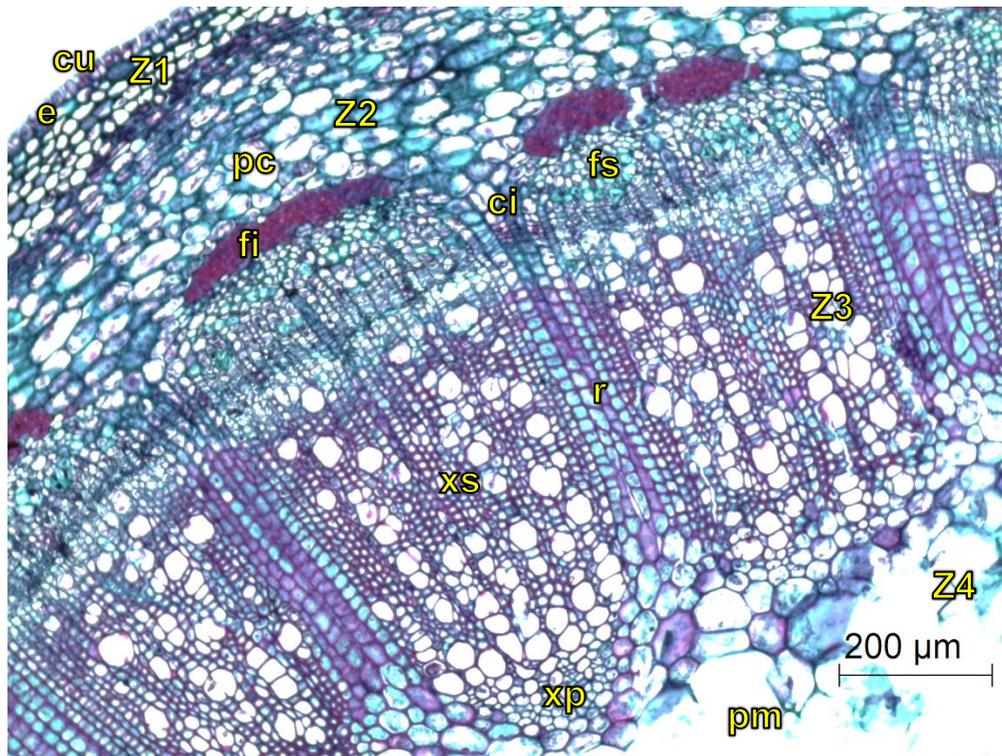
**Figura 22.** Cortes transversales de tallos de rosa cv. Polo. **A.** Corte a 20 cm del botón floral (zona media). **B.** Corte a 2 cm del botón floral (zona contigua). **C.** Corte a 0 cm en la zona basal del botón floral (zona basal).

Los cortes transversales en tallos de rosa cv. Polo, mostraron que la epidermis es uniestratificada y sin tricomas, con una gruesa cutícula en las paredes externas (Figuras 23, 24 y 25), lo cual es una característica típica de los tallos de rosa como lo menciona Martín y Juniper (1970). De forma general, hacia el interior del tallo se distinguen 4 zonas, la zona 1 se conforma por la cutícula y la epidermis. La zona 2 presenta una banda continua de parénquima. La zona 3 presenta a los haces vasculares. La zona 4 corresponde a la parte central del tallo (Figura 23).

A continuación se describen las características cualitativas a distintas longitudes de tallos florales.

### 7.5.1 Tallos de 20 cm.

Se presenta epidermis uniestratificada, corteza parenquimática, cilindro vascular completo y médula parenquimática. En la zona 1, la corteza estuvo formada por 6 – 8 capas de células parenquimáticas, la zona 2 estuvo formada por 11 – 12 estratos celulares parenquimáticos con engrosamientos diferenciales. En la zona 3 se observaron fibras de pared gruesa. La distribución de los elementos de vasos se muestran generalmente aislados en grupos radiales multiseriados con hasta 7 células (Figura 23).

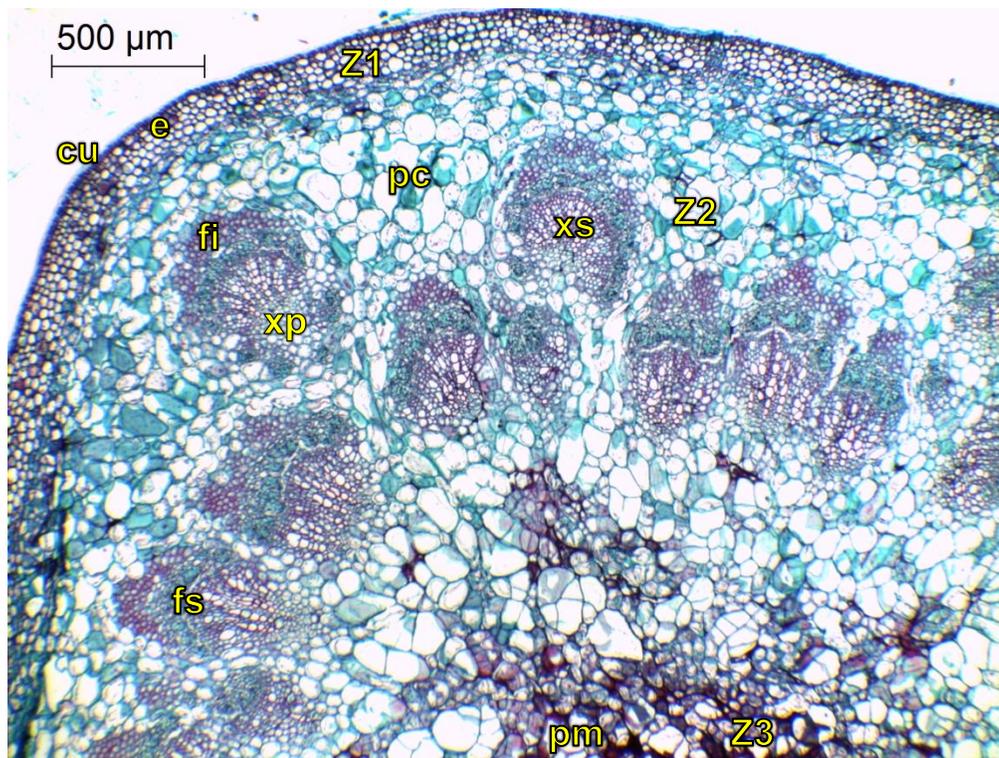


**Figura 23.** Anatomía del tallo de 20 cm de *R. hybrida* cv. Polo. Abreviaturas: **cu**: cutícula, **e**: epidermis uniestratificada, **pc**: parénquima cortical, **fi**: fibras, **ci**: cambium interfascicular, **fs**: floema secundario, **r**: radio, **xs**: xilema secundario, **xp**: xilema primario, **pm**: parénquima medular.

La distribución de los haces vasculares coinciden con lo reportado por Hernández-Hernández *et al.* (2009), donde utilizan dos cultivares de rosa para analizar sus diferencias, con respecto a este trabajo la distribución se semeja ampliamente a la rosa cv. Grand Gala, presentando una anatomía del corte transversal muy similar a la presente.

### 7.5.2 Tallos de 2 cm.

En los tallos de 2 cm se observó primeramente, una distribución de los haces vasculares muy diferente con respecto a los tallos de 20 y 0 cm, en éste se presentó un agrupamiento en paquetes de los haces vasculares, en este punto de corte se identificaron solo tres zonas, la zona 1 formada por la cutícula y la epidermis, la zona 2 conformada por el parénquima y los haces vasculares. La zona 3 corresponde a la parte central del tallo (Figura 24).



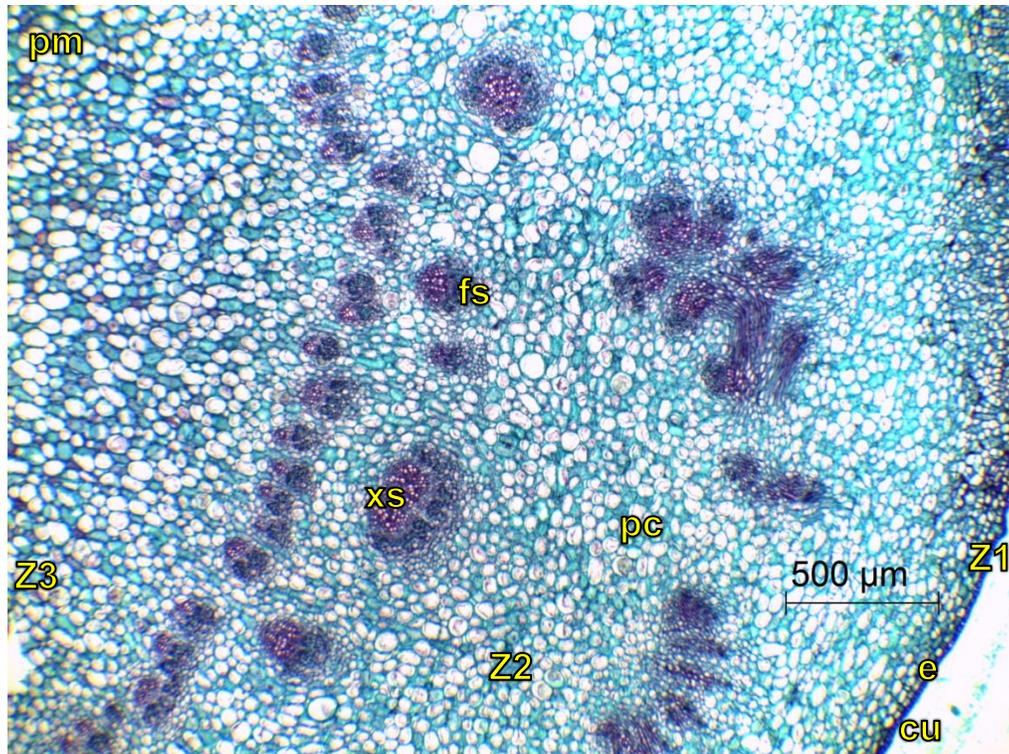
**Figura 24.** Anatomía del tallo de 2 cm de *R. hybrida* cv. Polo. Abreviaturas: **cu**: cutícula, **e**: epidermis uniestratificada, **pc**: parénquima cortical, **fi**: fibras, **fs**: floema secundario, **xs**: xilema secundario, **xp**: xilema primario, **pm**: parénquima medular.

La distribución de los haces vasculares comenzó a ser evidente así como el tamaño de los mismos, según Rosas (2018) en tallos de 2 cm de *Alstroemeria* cv. Rebecca tiene haces vasculares más contiguos y en mayor número que en los de

20 cm de longitud y hacia el centro las células de parénquima aumentan su tamaño y con esto se reduce al área de xilema y un área menor del xilema se asocia con un menor diámetro de los elementos de vaso que son menos susceptibles a la cavitación (Cohen *et al.*, 2012).

### **7.5.3 Tallos de 0 cm.**

En los tallos de 0 cm se observó un mayor número de haces vasculares que se agrupan de forma más compacta, éstos se disponen en forma radial en todo el tallo. En éste solo se distinguen tres zonas. La zona 1 con la cutícula y la epidermis, la zona 2 consta de parénquima y de los haces vasculares y la zona 3 corresponde a la parte central del tallo (Figura 25).



**Figura 25.** Anatomía del tallo de 0 cm de *R. hybrida* cv. Polo. Abreviaturas: **cu**: cutícula, **e**: epidermis uniestratificada, **pc**: parénquima cortical, **fs**: floema secundario, **xs**: xilema secundario, **pm**: parénquima medular.

El número mayor de haces vasculares, en tallos de 0 cm, de rosa cv. Polo puede mejorar el flujo hídrico hacia los botones florales ya que el área del xilema es menor, comparada con los tallos de 2 o 20 cm de longitud. Un área menor del xilema se asocia con un tamaño menor de los elementos de vaso, que son menos susceptibles a la cavitación (Cohen *et al.*, 2012).

## 7.6 Descripción de las características anatómicas cuantitativas en tallos florales de rosa cv. Polo con 0, 2 y 20 cm de longitud.

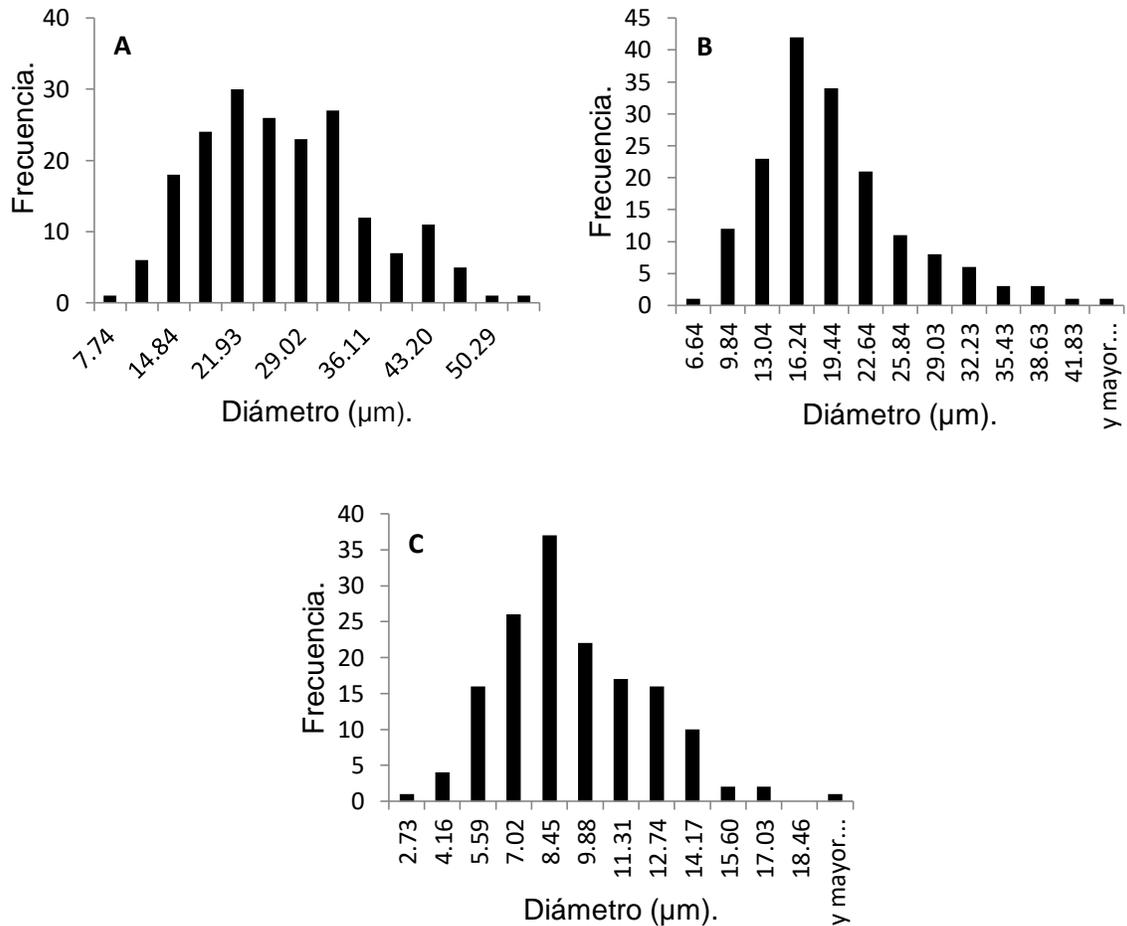
### **7.6.1 Número y diámetro de elementos de vaso por mm<sup>2</sup>.**

Con respecto a las características del xilema, en la zona media del tallo (20 cm), el número de elementos de vaso fue de 192 vasos por mm<sup>2</sup>, el diámetro de los vasos fue de entre 6.3 µm a 53.3 µm con un promedio de 25.17 µm (Figura 26 A) y la mayor cantidad de vasos se agruparon en diámetros de entre 14 µm a 36 µm representando un 83.33 % del total de vasos.

En la zona contigua (2 cm), el número de vasos fue de 166 vasos por mm<sup>2</sup> con diámetros de entre 6.6 µm a 45.2 µm con un promedio de 18.13 µm (Figura 26 B), la mayor cantidad de vasos (86.14 %) se agrupó en diámetros de 9 µm a 25 µm.

En la zona basal (0 cm), se registraron 154 vasos por mm<sup>2</sup> con diámetros de entre 2.7 µm a 19.8 µm con un promedio de 8.65 µm (Figura 26 C) y la mayor cantidad (94.51 %) se registró con diámetros de 5 µm a 14 µm.

Los vasos de la cabeza floral presentaron la menor dispersión de diámetros con un rango de 17.1 en comparación con la porción a 2 cm (zona contigua, 38.6) y a 20 cm de la cabeza floral (47).



**Figura 26.** Distribución de los elementos de vasos por mm<sup>2</sup>. **A)** Distribución de vasos en la zona media (20 cm). **B)** Distribución de vasos en la zona contigua (2 cm). **C)** Distribución de vasos en la zona basal (0 cm).

Dentro de cultivares o en el mismo tallo floral, el número de vasos puede ser diferente, por ejemplo, tallos de rosa ‘Lovely Red’ y ‘Rouge Baiser’ tienen 267 y 308 vasos por mm<sup>2</sup>, mientras que Arriaga *et al.*, (2016) reportó en rosa ‘Polo’ que el número de vasos es de 243, 315 o 389, dependiendo si se cuentan a 33, 41 o 54 cm de longitud del tallo respectivamente, es decir, los vasos se incrementan en dirección basipétala (Cohen *et al.*, 2012; De la Cruz *et al.*, 2016).

Hernández-Hernández *et al.*, (2009) reporta con respecto a la porosidad del xilema en dos variedades de *R. hybrida* que esta es difusa, el diámetro de los vasos fue

de entre 13.2  $\mu\text{m}$  a 39.3  $\mu\text{m}$  en 'Grand Gala' y 14.1  $\mu\text{m}$  a 67.7  $\mu\text{m}$  en 'Vega'. Con respecto al presente trabajo de igual manera concuerda, los diámetros de vasos se presentaron de forma difusa, pero reduciéndose de tamaño conforme se aproxima al botón floral.

### 7.6.2 Índice de vulnerabilidad (IV) y conductividad relativa (CR).

Para el índice de vulnerabilidad, el número entre más cercano sea al 1 es más vulnerable al estrés hídrico, aunado a lo anterior, se obtuvo un IV de la zona media (20 cm) de 0.17, en la zona contigua (2 cm) de 0.1 y de 0.06 en la zona basal del botón floral (0 cm), de igual manera la conductividad relativa observa un gradiente de mayor a menor, la cual indica la cantidad de agua que teóricamente pasa a través de los vasos de xilema (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Índice de vulnerabilidad y conductividad relativa en cortes transversales de tallos florales de rosa cv. Polo con 20, 2 y 0 cm de longitud.

Longitud del tallo (cm).	Índice de vulnerabilidad.	Conductividad relativa.
20	0.16 a	8746532.754 a
2	0.11 b*	2396013.599 b*
0	0.06 c*	72970.666 c*
DMS	0.04	138000
CV	15.46	14.71

\*Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey,  $\alpha \leq 0.05$ ) cada dato es el promedio de tres cuadrantes de 1  $\text{mm}^2$ . DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

Baas (1986) y Nijse *et al.*, (2000) señalan que aunque hay cambios mínimos en el diámetro de los vasos tienen efecto en la conductividad, así como en la

formación de émbolos (burbujas de aire) que impiden la absorción de agua. Dentro del mismo cultivar el IV puede variar con la longitud del tallo floral: 0.14, 0.83 y 1.24 para tallos florales de rosa 'Polo' con 25, 35 y 50 cm de longitud respectivamente (Arriaga *et al.*, 2016). Estos resultados refuerzan el hecho de que la mayor susceptibilidad del cultivar Polo al estrés hídrico, se da en cuanto más largo sea el tallo dado que el IV mayor se registró en los tallos de 20 y 2 cm. En cuanto a la conductividad relativa, aunque ésta sea mayor en los 20 cm, al presentarse embolismo en esta área se reduce, en cambio a los 0 cm con los vasos de menor diámetro, el embolismo se reduce y aunque se registre menor CR esta se mantendrá constante, lo cual permite una mejor hidratación del botón floral.

Según Carlquist (1988), la conducción a través de vasos numerosos con diámetro angosto es más eficiente que la conducción a través de vasos escasos con diámetro amplio. Así la cavitación de vasos angostos ocasiona menor pérdida de la capacidad de conducción, porque comúnmente se encuentran en grupos o bien, asociados a traqueidas vasculares o vasicéntricas. Lo anterior hace suponer como lo indica Hernández-Hernández *et al.* (2009), que aquellas especies con vasos grandes son más susceptibles a presentar embolismo durante periodos de estrés hídrico, que aquellas especies con diámetro menor. Por lo anterior, en el presente trabajo concuerdan las características anatómicas del tratamiento con tallos de 0 cm con el ensayo de vida de florero porque al presentar numerosos vasos de diámetros menores, prolongaron su vida de florero en promedio 3 días con respecto al resto.

El peso fresco y la TAS se ven afectados directamente por el tamaño del tallo, ya que tallos de menor tamaño mantienen un PF con valores altos y una TAS con valores menores, a lo cual las respuestas registradas de los tallos florales de rosa cv. Polo en el presente estudio refuerza el hecho de que la anatomía general de

los tallos forma parte fundamental en la vida postcosecha, ya que la combinación de IV y CR reducidos, indican tanto evasión de embolismo como sostenimiento del flujo de agua. Tales características anatómicas las conjuntan los tallos de 0 cm donde, como resultado de lo anterior el PF fue mayor y, no obstante una CR menor, esta fue constante. El flujo de agua a lo largo del tallo floral varía sustancialmente en función de las medidas contrastantes de diámetro en tallos largos, lo cual se relaciona con la también fluctuante probabilidad de cavitación que se atenúa al llegar el agua a la base de la cabeza floral donde es evidente la reducción en tamaño de los vasos del xilema. Spinavora y Hendriks (2005) y Fanourakis *et al.* (2013) apuntan que un consumo constante de agua aumenta el PF y por ende la vida en florero y mientras más tarde se presente la cavitación más tiempo durarán los tallos en el florero. En concordancia con lo anterior, Arévalo *et al.* (2012) y van Doorn (2012), denotan que el embolismo influencia la capacidad de conducción hídrica a través del xilema donde vasos de menor tamaño presentan una mayor resistencia al flujo junto con una reducida probabilidad de presentar burbujas de aire.

## 8. CONCLUSIONES

El manejo en húmedo con almacenamiento a 4°C y 22°C, no tiene un efecto en el PF, TAS y AF de tallos florales de rosa cv. Polo, comparado con el manejo en seco bajo las mismas condiciones.

El manejo en seco con refrigeración a 4°C favorece a los tallos florales de rosa cv. Polo en la vida de florero, aumentándola de 1 a 3 d.

El uso de 1-Metilciclopropeno en forma comercial (Ethylbloc<sup>®</sup>) sobre tallos de rosa cv. Polo manejados en seco con y sin refrigeración, no exhibe efecto sobre PF, TAS, AF y VF

El almacenamiento a 4 °C y el recorte de los tallos a nivel del pedúnculo floral (0 cm de tallo) favorece la TAS y mejora la VF en rosa cv. Polo.

El cambio de PF expresado en porcentaje en tallos florales de rosa cv. Polo de 0, 2, 20 y 54 cm no se ve influenciado por el almacenamiento frío.

La anatomía general de la distribución de los haces vasculares así como la morfometría de los elementos de vaso, muestran amplios cambios conforme el corte es más próximo al botón floral caracterizado por la reducción de la cantidad y diámetro de vasos, y el aumento en la densidad de elementos del vaso de diámetros menores a 20 µm.

La vulnerabilidad al estrés hídrico y la conductividad hídrica relativa disminuyen en dirección acropétala acorde al tamaño del tallo en rosa cv. Polo.

En el primer ensayo el frío favoreció el peso fresco, la TAS, apertura floral y la vida en florero comparado con el control (manejo húmedo a 25 °C).

En el segundo ensayo el control (manejo en seco a 25 °C sin Ethylbloc<sup>®</sup>) mostró que la aplicación de 1-MCP no tiene efecto en el PF y VF, pero favoreció a la TAS y la AF cuando se almacenan a 4 °C los tallos florales de rosa cv. Polo.

El tercer ensayo mostró que en rosa cv. Polo los tallos de 20 cm con o sin refrigeración se reduce la TAS y la VF, en los tallos de 0 y 2 cm almacenados 4 °C la VF y la TAS se ven beneficiados, mientras que el PF no se ve afectado por el tamaño del tallo ni la aplicación de frío.

## 9. LITERATURA CITADA

- Abril J.** 1991. Conservación frigorífica de flor cortada. *Hortofruticultura*. 11: 71 – 73.
- Álvarez M.** 2005. Rosas, una guía esencial para el cultivo, el mantenimiento y la renovación de rosas. Albatros SACI. Buenos Aires. Argentina. 108: 38 – 40.
- Arévalo G. M. L.;** García O. C. y Rosas S. G. H. 2012. Factores que afectan la vida florero en flores de corte. *Agroproductividad*. 5(3): 28 – 35.
- Arriaga-Frías A.;** De la Cruz-Guzmán G. H. y Mandujano-Piña M. 2016. Conductividad hidráulica en tallos florales de rosa cv. Polo con diferente longitud. *Revista Fitotecnia Mexicana. Chapingo*. México. 3: 39.
- Arzate-Fernández A. M.;** Bautista-Puga M. D.; Piña-Escutia J. L.; Reyes-Díaz J. I. y Vázquez-García L. M. 2014. Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal (*Rosa spp.*). UAEM. México.
- Ahmad I.;** Dole J. M.; Amjad A. y Ahmad S. 2012. Dry storage effects on postharvest performance of selected cut flowers. *Hort. Tech.* 22(4): 463 – 469.
- Baas P.** 1986. Ecological patternss in xylem anatomy. En: Givnish T. J. (Ed.), *Economy of Plant Form and Function*. Cambridge, Massachusetts, USA. 327 – 352 pp.
- Balaguera-López H. E.,** Salamanca-Gutiérrez F. A., García J. C. y Herrera-Arévalo A. Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. 2014. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 8(2): 303 – 313.
- Bañon A. S. D.;** Cifuentes R. D.; Fernández H. J. A. y Benavente-García A. G. 1993. Gerbera, lillium, tulipán y rosa. Mundi-prensa. 53 p.

- Bapat V. A.**, Trivedi P. K., Ghosh A., Sane V. A. Ganapathi T. R. y Nath P. 2010. Ripening of fleshy fruit: Molecular insight and the role of ethylene. *Biotechnol. Adv.* 28: 94 – 107.
- Cameron A.** y Reid M. 2001. 1-MCP blocks ethylen induced petal abscission of *Pelargonium peltatum* but the effect is transient. *Postharvest Biology and Technology.* 22: 169 – 177.
- Carlquist S.** 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Amer J. Bot.* 64(7):887-896.
- Carlquist S.** 1988. Tracheid dimorphism: a new pathway in evolution of imperforate tracheary element. *Ali.* 12(1): 103 – 118.
- Chand S.**, Kumar V. y Kumar J. 2012. Effect of AgNO<sub>3</sub> and 8 HQC on base life of cut roses. *HortFlora Research Spectrum.* 1: 380 – 382.
- Cohen G.**; Mascarini L.; Xifreda C. C. 2012. Anatomía y morfología de hojas y tallos de dos cultivares de *Rosa hybrida* L. para flor de corte. *Revista Internacional de Botánica Experimental.* 81: 199 – 204.
- Coxflor.** 2019. Listado de Rosas Premium. Consultado el 11 de enero de 2019 en: [www.coxflor.com](http://www.coxflor.com)
- Coyago C. A. J.** 2018. Evaluación del fertilizante mineral cianamida cálcica en el rendimiento del cultivo de rosas (*Rosa sp.*) variedad polo, en la finca María Bonita, Cayambe, Pichincha. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 86 p.
- Dahal S.** 2013. Postharvest handling of cut flower rose. Department of Horticulture. Institute of Agriculture and Animal Sciences (IAAS). Nepal. 24 p.
- De la Cruz-Guzmán G. H.** 2015. Propuesta de manejo seco para tallos florales de *Rosa hybrida*. *Horticultura.* Consultado el 8 de noviembre de 2017 en: <http://www.poscosecha.com/es/publicaciones/>

- De la Cruz G. G. H.;** Arévalo G. M. L.; Peña V. C. B.; Castillo G. A. M.; Colinas L. M. T. y Mandujano P. M. 2016. Influencia del manejo seco a dos temperaturas y longitud de tallo en la vida florero de rosa “Polo” *Rev. Bio ciencias*. 4(1): 27 – 39.
- De la Cruz-Guzmán G. H.;** Arévalo-Galarza M de L.; Peña-Valdivia C.; Castillo-González A.; Colinas-León M. y Mandujano-Piña M. 2015. Influencia del índice de cosecha en la vida de florero de siete cultivares de *Rosa hybrida*. *Agroproductividad*. 8(2): 3 – 11.
- De la Cruz-Guzmán G. H.;** Arévalo M. L. y Lao M. T. 2014. Almacenamiento seco a temperatura ambiente de siete cultivares de *Rosa hybrida*. *Actas de Horticultura*. 68: 157 – 164.
- De la Cruz-Guzmán G. H.;** Saucedo-García D. M.; Arriaga-Frías A. y Mandujano-Piña M. 2018. Rehidratación y longevidad en tallo florales de rosa ‘Topaz’ y crisantemo ‘Hartman’ almacenados en seco a temperatura ambiente. *Revista Bio Ciencias*. 5(1): 1 – 14.
- De Witte Y. y van Doorn W. G.** 1988. Identification of bacteria in the base wáter of roses, and the effect of the isolated strains on wáter uptake. *Scientia Hort*. 35: 285 – 291.
- Fahn A.** 1982. Anatomía Vegetal. Ed. Pirámide. España. 643 p.
- Fahn A.;** Werker E. y 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.;** Pierushkaa R.; Savvides A.; Macnish A. J.; Salikiotl V. y Woltering E. J. 2013. Sources of vase life variation in cut roses: A review. *Postharvest Biology and Technology*. 78:1-15.
- Floralife.** 2017. Ficha técnica de bolsitas de Ethylbloc®. Rohm and Hass Company.

- Flores N.** 2011. Manejo en seco de tallos de tulipán con y sin almacenamiento refrigerado. Tesis de Maestría. Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. 117 p.
- García M. M.** 2004. Descripción del proceso de empaque y postcosecha de la rosa (*Rosa sp.*) como flor de corte. *Tecno Agro*. Consultado el 8 de noviembre de 2017 en: <https://tecnoagro.com.mx/revista/2010/no-61/manejo-postcosecha-de-la-rosa/>
- Gómez-Gómez A.** 2015. Producción y comercialización de rosa en México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 11 p.
- Halevy A. H.** y Mayak S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part I. *Hort. Rev.* 1: 204 – 223.
- Hammer E. P.** y Evensen B. K. 1996. Effects of the production environment on the susceptibility of rose flowers to postharvest infection by *Botrytis cinerea*. *J. Amer. Soc. Horticulture Science* 121(2): 114 – 320.
- Harkema H.**; Mensink M.; Somhorst D.; Pedreschi R. y Westra E. 2013. Reduction of *Botrytis cinerea* incidence in cut roses (*Rosa hybrida L.*) during long term transport in dry conditions. *Postharvest Biology and Technology*. 76: 135 – 138.
- Hassan F.** y Ali E. 2014. Longevity and postharvest quality of *Rosa hybrid L.* cv Happy Hour cut flower as affected by silver thiosulphate (STS) treatment. *Scientia Agriculturae* 5(3): 85 – 91.
- Hernández-Hernández F.**; Arévalo-Galarza M. 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.*). *Rev. Chapingo. Ser. Horticultura*. México. 15 (2): 11 – 16.

- Ichimura K.** y Shimizu-Yumoto. 2007. Extension of the vase life of cut roses by treatment with sucrose before and during simulated transport. *Bull National Insitute. Florida. Science.* 7: 17 – 27.
- Juárez P.;** Colinas T.; Valdez L.; Espinosa A.; Castro R. y Cano G. 2008. Soluciones y refrigeración para alargar la vida postcosecha de rosa cv. 'Black Magic'. *Rev. Fitotecnia Mexicana.* 3: 73 – 77.
- Macnish A.;** Ria T.; Borda A. y Nell T. 2010. Genotypic variation in the postharvest performance and ethylene sensitivity of cut rose flowers. *Horticulture Science.* 45(5): 790 – 796.
- Margrave K. R.;** Kollb K. J.; Ewers F. W. y Davies S. D. 1994. Conduct diameter and drought-induce embolism in *Salvia mellifera* (Labiatae). *New Phyt.* 126: 695 – 705.
- Martín J. T.** y Juniper B. E. 1970. The cuticles of the plants. London, Edward Arnold. 347 p.
- Megias M.;** Molist P. y Pombal M. A. 2018. Atlas de Histología Vegetal y Animal. Órganos vegetales: Tallo. Universidad de Vigo. España. 17 p.
- Mosqueda-Lazcares G.;** Arévalo-Galarza L.; Valdovinos-Ponce G.; Rodríguez-Pérez J. y Colinas-León T. 2012. Manejo y almacenamiento en seco y húmedo de cuatro cultivares de rosa de corte. *Rev. Chapingo Ser. Horticultura.* 18(3): 317 – 323.
- Mosqueda-Lazcares G.;** Arévalo-Galarza L.; Valdovinos-Ponce G.; Rodríguez-Pérez J. y Colinas-León T. 2011. Época de corte y manejo poscosecha de ocho cultivares de rosa de corte. *Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 3: 591 – 602.
- Nell T.** y Ria T. 2013. Las rosa son sensibles al etileno. Horticultura ambiental. Universidad de florida. USA. Consultado el 27 de Marzo de 2019 en:

[http://www.floralife.com/cms\\_assets/File%20Library/Florallife/Spanish/5.%20FloralifeResearchUpdate\\_10\\_2013\\_DrNell\\_Roses\\_Ethylene\\_spa.pdf](http://www.floralife.com/cms_assets/File%20Library/Florallife/Spanish/5.%20FloralifeResearchUpdate_10_2013_DrNell_Roses_Ethylene_spa.pdf)

- Nijse J.**; Keijzer C. J. y van Meeteren U. 2000. Air in xylem vessels of cut flowers. *Acta Hortoculturae*. 517: 479 – 486.
- Nowak J.** y Rudnicki R. M. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist, greens and potted plants. Timber Press, Inc. 210 p.
- Osorio R. C.** 2011. Conductividad hidráulica del tallo y su relación con la vida de florero en *Rosa sp.* Universidad Autónoma Chapingo. Tesis de Maestría. México. 75 p.
- Pérez-Arias G. A.** Alia-Tejacal I. Colinas-León M. T. Sainz-Aispuro M. J. y Álvarez-Vargas J. E. 2015. Aplicación de 1metilciclopropeno en inflorescencias de nardo (*Polianthes tuberosa L.*) en poscosecha. *Acta Agrícola y Pecuaria*. 1(1): 29 – 36.
- Pompodakis N. E.**; Terry L. A.; Joyce D. C.; Lydakakis D. E. y 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.
- Pun U. K.** e Ichimura K. 2003. Role of sugars in senescence and biosynthesis ethylene in cut flowers. *JARQ* 37(4): 219 – 224.
- Reid M. S.** 2009. Poscosecha de las flores cortadas. Manejo y recomendaciones. Hortitecnia Ltda. Universidad de California, Davis, USA. 36 p.
- Rodríguez W.** y Flórez V. 2014. Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas rojas en función de la acumulación de la temperatura. *Agronomía colombiana*. 24 (2): 247 – 257.
- Rosas B. V. C.** 2018. Anatomía del tallo de alstroemeria cv. Rebecca y su relación con la vida de florero. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. FES Iztacala. 56 p.

- Rosen Tantau.** 2019. Rosas estándar. Consultado el 8 de Febrero de 2019 en: <http://www.rosentantau.com/rosas-estandar/>
- Rogers M. N.** 1973. A historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. *Horticulture Science*. 8: 189 – 194.
- SIAP-SAGARPA.** 2018. Atlas agroalimentario 2012-2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 215 p. Consultado el 4 de Mayo de 2019 en: [https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018)
- Saucedo G. D. M.** 2016. Almacenamiento seco a temperatura ambiente como una propuesta de manejo postcosecha en tallos florales de rosa y crisantemo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. FES Iztacala. 53p.
- Seyf M.;** Khalighi A.; Mostofi Y. y Naderi R. 2012. Study on the effect of aluminum sulfate treatment on postharvest life of the cut rose ‘Boeing’ (*Rosa hybrida* cv. Boeing). *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 16(3): 128 – 132.
- Shoba K. S.** y Gowda J. V. N. 1993. Effect of chemical pre-treatment on base life of rose cv. ‘Queen Elizabeth’. *Indian Rose Annual*. 11: 69 – 71.
- Spinarova S.** y Hendriks L. 2005. Factors influencing acoustic emission profiles of cut roses. *Acta Horticulture*. 669: 63 – 69.
- van Doorn W. G.** 1997. Water relations of cut flowers. *Hort. Rev.* 18: 1 – 85.
- van Doorn W. G.** 2012. Water relations of cut flowers: An update. *Horticultural reviews*. 40: 55-106.

- van Meeteren U.**; van Gelder H. y van Ieperen W. 1999. Reconsideration of the use of deionized water as base water in post-harvest experiments on cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*. 17: 175 – 187.
- van Meeteren U.**, A. van Gelder y W. van Ieperen. 2001. Should we reconsider the use of deionized water as control base solutions? *Acta Horticulturae*. 543: 257 – 261.
- Varanasi V.**, Shin S., Johnson F., Mattheis J. y Zhu Y. 2013. Differential suppression of ethylene biosynthesis and receptor genes in 'Golden Delicious' apple by preharvest and postharvest 1-MCP treatments. *J. Plant. Growth Regul.* 32: 585 – 595.
- Verdugo G.** Araneda L. y Riffo M. O. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. *Ciencia e Investigación Agraria*. 30(2): 89 – 95.
- Wisseman V.** y Ritz C. 2005. The genus *Rosa* (Rosoideae, Rosaceae) revisited: molecular analysis of nrITS-1 and atpB-rbcL. Intergenic spacer (IGS) versus conventional taxonomy. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 147: 257 – 290.