

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto del Agua Residual y Preservadores Florales en la Postcosecha de Tres Cultivares de Rosa

Por:

JOSÉ ANTONIO DOMÍNGUEZ SANTIAGO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto del Agua Residual y Preservadores Florales en la Postcosecha de Tres
Cultivares de Rosa

Por:

JOSÉ ANTONIO DOMÍNGUEZ SANTIAGO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez
Asesor Principal

Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Coasesor
Ing. Gerardo Rodríguez Galindo
Coasesor
Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2016

AGRADECIMIENTOS

Al Programa para el Desempeño Profesional Docente, para el tipo superior (PRODEP antes PROMEP) por el apoyo económico otorgado durante la realización de la presente investigación.

A Dios, por estar siempre a mi lado en los momentos buenos y malos, por haberme permitido dar un paso más en mi vida y darme la fortaleza cuando la requerí, por darme salud y por nunca haberme quitado la esperanza de realizar este trabajo y cumplir mis sueños.

A mis padres a quienes jamás encontrare la forma de agradecer y quienes me brindaron su apoyo tanto en las derrotas como en los triunfos de mi vida. Quiero que sepan que los amo y que el triunfo logrado es también de ellos.

Gracias a mi “Alma Mater”, la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por haberme abierto sus puertas y haberme forjado de conocimientos, y por darme la oportunidad de cumplir esta meta, así como al Departamento de Horticultura por brindarme la oportunidad de superarme académicamente.

A la Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez, con gran admiración y respeto, por su asesoría y su gran ayuda para llevar a cabo esta investigación, que sin ningún interés me brindo sus conocimientos durante mi carrera. ¡Gracias!

A las laboratoristas que me apoyaron en esta investigación, y me brindaron conocimientos fundamentales para el desarrollo de mi carrera, gracias T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle y Martina de la Cruz Casillas.

A mis compañeros de la generación CXX de horticultura con los cuales viví momentos únicos e irrepetibles, doy gracias a Dios por haberlos puesto en mi camino.

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicarlo en especial a mis padres a quienes quiero, respeto y admiro:

Heraclio Domínguez Martínez. Por su apoyo incondicional en todo el trayecto de mis estudios, por estar en los momentos agradables y difíciles que pasamos juntos. Gracias papá que sin ningún interés siempre me apoyaste y buscaste la manera de sacarme hacia adelante, con sacrificio, pero lo logramos, Dios me lo cuide, te amo mucho mi querido viejo.

Ana Luisa Santiago Hernández. Gracias mamá por esos consejos sabios que siempre me diste, por esos regaños y los sacrificios que tuviste que hacer para que lograra mi carrera y cumpliera mis sueños, estoy muy agradecido con usted por haberme dado la vida, Dios me la cuide, te amo mucho mamá.

A mis hermanos, **Edson Enrique y Roberto Carlos**, por su compañía, apoyo moral, alientos de ánimo para que pudiera terminar mi carrera y por estar siempre a mi lado en los momentos felices y difíciles como familia, los quiero mucho hermanos.

A mi abuela, **Juana Martínez Cristóbal**, por sus sabios consejos y por apoyarme siempre que la necesite, por su cariño, comprensión y por todo el amor que me brindo en toda mi vida de niño y joven. Te amo abuelita.

A mi compañera, amiga y querida novia **Vianey Aranda González** por estar conmigo en los momentos buenos y difíciles de mi vida, por regañarme, aconsejarme y orientarme por el buen camino.

A mis amigos, quienes han compartido grandes momentos junto a mí y siempre me han brindado su amistad y su apoyo incondicional, quienes han hecho que todos los peldaños en mi vida sean más fáciles en esta etapa, enseñándome

que en la vida nada es fácil y que para lograr el éxito se debe trabajar arduamente.

Correo electronico; José Antonio Domínguez Santiago,
dmgzar20@gmail.com

RESUMEN

Las ornamentales tienen gran importancia en el sector agrícola mexicano por su valor comercial y enorme diversidad. En el mundo la producción de ornamentales se ha incrementado notablemente debido a una mayor demanda de los mismos. Los países líderes en el ramo, lo son debido a la oferta de productos de calidad resultado de un adecuado manejo en la cosecha y postcosecha, la existencia de productos homogéneos, la implementación de altos estándares de calidad, volúmenes grandes de producción, buena organización y canales de distribución y comercialización bien definidos. El presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar la efectividad de soluciones florales elaboradas con agua residual tratada (ART), agua potable (AP) y los preservadores Sulfato de Aluminio (800 ppm) y Floralife® (10 gr·L⁻¹) en la calidad y vida en florero de los cultivares de rosa 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic'. La investigación se realizó en el laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura de la UAAAN en Saltillo, Coahuila. Y para ello los tallos se etiquetaron, recortaron 60 cm y se colocaron en floreros con las soluciones florales a evaluar a una temperatura ambiente hasta el momento de perder su vida útil. Las variables evaluadas fueron: peso, consumo de agua, apertura floral, contenido de antocianinas, contenido de azúcares totales, contenido de clorofila, índice de color de la flor y vida en florero. Los resultados demostraron que el ART no afectó de manera negativa las variables evaluadas. Por el contrario, su comportamiento fue similar al obtenido con el AP. Además, la aplicación de preservadores en la solución floral no afectó de forma importante la vida en florero de las rosas. Sin embargo, afectó variables como el índice de color de la flor, contenido de azúcares totales y contenido de antocianinas, siendo el preservador Floralife® el que mejores resultados obtuvo.

Palabras clave: Flor de corte, calidad del agua, variedades, vida en florero.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-------------|
| AGRADECIMIENTOS | i |
| DEDICATORIA | ii |
| RESUMEN | iv |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | v |
| ÍNDICE DE CUADROS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Objetivo general | 3 |
| 1.2. Hipótesis | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. La floricultura | 4 |
| 2.2. Flores de corte | 5 |
| 2.3. La rosa | 6 |
| 2.4. Postcosecha de flores de corte | 8 |
| 2.5. Factores que afectan la calidad en la postcosecha | 8 |
| 2.5.1. Madurez de las flores | 9 |
| 2.5.2. Temperatura | 9 |
| 2.5.3. Suministro de alimento floral | 10 |
| 2.5.4. Luz | 10 |
| 2.5.5. Suministro de agua | 11 |
| 2.5.6. Embolia por aire | 11 |
| 2.5.7. Taponamiento bacterial | 11 |
| 2.5.8. Agua dura | 12 |
| 2.5.9. Calidad del agua | 12 |
| 2.5.10. Etileno | 13 |
| 2.5.11. Daño mecánico | 13 |
| 2.5.12. Enfermedad | 14 |
| 2.6. Preservadores florales | 14 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 2.6.1. | Las sales de plata | 15 |
| 2.6.2. | El sulfato de aluminio | 15 |
| 2.6.3. | Sacarosa | 15 |
| 2.7. | Calidad del agua | 16 |
| 2.7.1. | Salinidad | 16 |
| 2.7.2. | Alcalinidad | 17 |
| 2.7.3. | Fitotoxicidad | 17 |
| 2.8. | Agua residual tratada | 18 |
| 2.8.1. | Importancia del agua residual tratada en la agricultura | 18 |
| 2.8.2. | Calidad del agua residual tratada | 20 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| 3.1. | Ubicación del experimento | 21 |
| 3.2. | Material vegetal | 21 |
| 3.3. | Descripción de los tratamientos | 22 |
| 3.4. | Procedimiento experimental | 23 |
| 3.5. | Variables evaluadas | 25 |
| 3.5.1. | Peso de la flor | 25 |
| 3.5.2. | Consumo de agua | 25 |
| 3.5.3. | Apertura floral | 25 |
| 3.5.4. | Contenido de antocianinas | 25 |
| 3.5.5. | Contenido de clorofila | 26 |
| 3.5.6. | Contenido de Azúcares Totales | 27 |
| 3.5.7. | Índice de color de la flor | 27 |
| 3.5.8. | Vida en florero | 28 |
| 3.6. | Diseño experimental | 28 |
| 3.7. | Análisis estadístico y de laboratorio | 28 |
| 3.7.3. | Modelo estadístico | 29 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 30 |
| 4.2. | Peso de la flor | 31 |
| 4.3. | Consumo de agua | 33 |
| 4.4. | Apertura floral | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5. Contenido de antocianinas ----- | 36 |
| 4.6. Contenido de clorofila ----- | 37 |
| 4.7. Contenido de azúcares totales----- | 38 |
| 4.8. Índice de color----- | 40 |
| 4.9. Vida en florero----- | 42 |
| V. CONCLUSIONES ----- | 45 |
| VII. APÉNDICE ----- | 51 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 2.1. Clasificación de las rosas para su comercio nacional e internacional de acuerdo a la longitud del tallo..... | 7 |
| Cuadro 2.2. Clasificación de las mini-rosas para su comercio nacional e internacional de acuerdo a la longitud del tallo..... | 7 |
| Cuadro 3.1. descripción de los tratamientos de acuerdo al cultivar, el tipo de agua y el preservador..... | 22 |
| Cuadro 4.1. Propiedades químicas de los tipos de agua y soluciones utilizadas en el experimento..... | 30 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 3.1. Postcosecha de rosa. a) Llegada de la flor al laboratorio, b) Etiquetado de la flor, c) Lavado de floreros, d) Preparación de las soluciones florales, e) Corte de la flor a 60 cm de largo, f) Evaluación de la variable peso, g) Dispersión al Azar de los tratamientos, h) Evaluación de la variable apertura floral, i) Evaluación de la variable color, j) Evaluación de las variables clorofila y antocianinas, k) Evaluación de la variable azucares totales, l) Determinación de la variable vida en florero..... | 24 |
| Figura 4.1. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable peso de la flor en rosa ‘Freedom’, ‘Coral’ y ‘Titanic’..... | 32 |
| Figura 4.2. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable consumo de agua en rosas ‘Freedom’, ‘Coral’ y ‘Titanic’..... | 34 |
| Figura 4.3. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable apertura floral en rosas ‘Freedom’, ‘Coral’ y ‘Titanic’..... | 35 |
| Figura 4.4. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable contenido de antocianinas en rosas ‘Freedom’, ‘Coral’ y ‘Titanic’..... | 37 |
| Figura 4.5. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable contenido de clorofila en rosas ‘Freedom’, ‘Coral’ y ‘Titanic’..... | 38 |
| Figura 4.6. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable contenido de azucares en pétalos de rosas ‘Freedom’, ‘Alamberry’ y ‘Coral’..... | 39 |
| Figura 4.7. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de | |

aluminio (SA) y Floralife® en la variable índice de color en rosas 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic'.....41

Figura 4.8. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la vida en florero de rosas 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic'.....43

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de flores de corte con fines ornamentales es una práctica antigua de gran importancia cultural en México y otros países, donde es una tradición adornar los lugares de culto religioso, festivo y doméstico. Desde nuestros antepasados, se ha mostrado interés por las cualidades estéticas que presentan las flores, su arquitectura, colores y aromas (Leszczyńska y Borys, 2002).

La rosa es una de las principales ornamentales que se consume en el mundo. Se estima que en proceso de mercadeo se pierde el 20% de las flores. Tales pérdidas son excesivas y se pueden reducir prestando mayor atención al manejo cuidadoso, al control de la temperatura, a las condiciones sanitarias y al uso de preservantes. (Reyes y Aureoles, 2001).

El empleo de soluciones preservadoras es una práctica común en la conservación de los tallos florales. Estos tratamientos permiten controlar la síntesis de etileno, el desarrollo de patógenos, mantener el equilibrio hídrico y respiratorio, contribuir a la conservación del color, inducir la apertura de botones florales y complementar su posterior desarrollo (Halevy y Mayak, 1981).

Por estos motivos, muchos preservadores florales contienen germicidas, inhibidores de la síntesis y acción del etileno, reguladores del crecimiento, compuestos minerales e hidratos de carbono, que son indispensables para prolongar la vida de la flor cortada. Entre los bactericidas se encuentra el ácido cítrico, sulfato de aluminio, nitrato de plata, tiosulfato de plata y tiosulfato de sodio, que además de la función germicida, contrarrestan los efectos negativos del etileno, al competir la plata por su sitio de acción (Figueroa *et al.*, 2005).

Por consiguiente, para mejorar la post-cosecha es imperativo realizar un proceso continuo y recurrir a productos de alta y reconocida calidad. Existen productos comerciales disponibles en el mercado, los cuales están orientados para usarlos como agentes hidratantes. Muchos de estos productos están basados en el uso de ácido cítrico o aluminio y cloro. Los roles primarios de los productos basados en aluminio tienden a disminuir la absorción de la solución para retardar el desarrollo de la flor. Adicionalmente el cloro en forma de hipoclorito y/u otros germicidas más estables se incluyen usualmente como ingredientes. Los productos a base de aluminio fueron menos consistentes usados en el tratamiento de hidratación (Krause, 1995).

En el presente trabajo, se evaluaron dos tipos de preservadores florales a diferentes concentraciones en dos tipos de agua, con tres variedades de rosa (Freedom, Coral, Titanic), considerando principalmente como preservador al sulfato de aluminio con el agua residual, ya que es un elemento que ayuda a mantener la vida en florero y a disminuir la producción de agentes maléficos para el cultivo (bacterias), y al agua residual como una alternativa para mantener hidratada a los tallos después de la postcosecha.

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de soluciones florales elaboradas con agua residual tratada y preservadores florales en la postcosecha de tres cultivares de rosa.

1.2. Hipótesis

Al menos uno de los cultivares de rosa tolerará de forma aceptable el uso soluciones florales elaboradas con agua residual tratada y preservadores durante la postcosecha.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La floricultura

En el campo de la floricultura México tiene un gran potencial, gracias a las condiciones climáticas favorables de algunas regiones. En nuestro país el desarrollo de dicha actividad es muy rentable ya que genera alrededor del 20% del valor de la producción agrícola, superando otros cultivos como lo son frutas, hortalizas y granos en su valor individual (SEDRAGO, 2011). Representa la cuarta parte de la derrama económica, ocupando 827.50 hectáreas de las cuales se obtuvieron 6,488.56 toneladas y su comercialización representa un valor aproximado de \$ 75,857.91. Además, el valor de las exportaciones de ornamentales creció a un ritmo de 1.8% anualmente. Cabe mencionar que el 80% de la producción total se destina a abastecer el mercado interno y 20% a las exportaciones. Los principales estados productores son Baja California, Guanajuato, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora y Veracruz (SAGARPA, 2012).

En este nivel, flores como rosas, gladiolos, crisantemos y claveles son las especies más comercializadas (Valdez y Hernández, 2005); Los sistemas de producción en los diversos estados de la república mexicana son: a cielo abierto, en vivero y malla sombra o mixto; el primero es el más importante. El sistema utilizado depende de las condiciones socioeconómicas, climatológicas y la especie producida. En el sistema de producción a cielo abierto, la mayoría de las unidades de producción son pequeñas, en superficies no mayores a 2 000 m², la mano de obra es principalmente familiar, los diferentes eslabones de la cadena productiva están desarticuladas, producen una gran diversidad de flores, plantas y follajes; el mayor costo de producción es mano de obra; el material de propagación o vegetativo utilizado es de bajo potencial genético y el grado de tecnificación es mínimo (FUNPROVER, 2008).

En vivero se producen principalmente flores de corte como las rosas, gerbera, liliium, alstroemeria, aster, anturios y alcatraz; así como plantas en maceta como noche buena y violetas. Las principales especies producidas en México son: rosa, clavel, gladiolas, crisantemo, gerbera, nube y pompón. El Estado de México es el principal productor de flores de corte, y el municipio de Villa Guerrero aporta aproximadamente el 70% de la flor para exportar. El 90% de la producción nacional se comercializada en el mercado nacional, principalmente en la central de abasto y el mercado de Jamaica en el Distrito Federal. En otras ciudades como Monterrey, Torreón, Hermosillo, Tijuana, Guadalajara, Oaxaca y Cancún, la demanda de flores es también grande (FUNPROVER, 2008).

Los principales estados productores de ornamentales son: Estado de México, Morelos, Puebla, Sinaloa, Baja California, San Luís Potosí, Distrito Federal, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Veracruz, Chiapas y Oaxaca. El primero, es el principal productor y aporta cerca del 80% del valor de la producción nacional.

2.2. Flores de corte

En México se producen alrededor de 50 tipos diferentes de flores (rosas, gladiolas, claveles y crisantemos representan el 56% de la superficie cultivada y 89% de la producción de flores) y esta producción se encuentra concentrada en la parte central del territorio, resaltando el caso del estado de México, como el más importante, y de este el municipio de Villa Guerrero se ha convertido en el principal productor nacional, donde se obtiene aproximadamente el 50% de la producción nacional de flores. (ASERCA, 2006).

A nivel mundial se puede distinguir dos tipos de productores de flores de corte de calidad: aquellos que producen para el mercado interno y aquellos que producen principalmente para el mercado de exportación, aunque ello no significa que este tipo de flor no se consuma en el mercado interno; si se hace pero la demanda es menor, ya que la mayoría de las veces el precio es mayor que la flor de menor calidad (ASERCA, 2006).

Los países que producen flores de corte de calidad y que básicamente las destinan a satisfacer el mercado interno son China, Japón, India, Italia, México, en alguna medida Estados Unidos, aunque este exporta una buena parte de su producción, pero sus importaciones son mayores, sobre todo en ciertas épocas del año (ASERCA, 2006).

2.3. La rosa

La rosa (*Rosa hybrida* L.) es la planta de jardín más popular en el mundo y comercialmente es una de las más importantes como flor de corte (Yamada *et al.*, 2007). Sin duda alguna es la reina de las flores. La asociación histórica de esta flor con el romance y la belleza asegura que las rosas sean flores de corte altamente demandadas (ASERCA, 2006). Muchos consumidores consideran que las rosas tienen vida corta y ello se debe en parte a la deficiente absorción de agua en algunos cultivares, lo cual con frecuencia produce un síntoma conocido como “cuello doblado”, en el que la flor se marchita y los botones no abren (Nell y Reid, 2002).

En el año 2009, la producción en México fue de 783.4 millones de tallos florales de rosas que se cultivaron en 696 ha de invernaderos. De los Estados productores de esta especie, el Estado de México ocupa el primer lugar, ya que ese mismo año produjo 770 millones de tallos florales en 663 ha de invernadero, lo que representó 98.3% de la producción nacional y un valor de producción de 905.7 millones de pesos (SIACON, 2010). Se estima que al menos 80% de los tallos florales de rosas producidos en invernadero se destina al mercado de exportación.

En rosa, se ha demostrado que la pérdida de turgencia en los pétalos y la disminución del peso fresco siempre van precedidas de una reducción en la circulación del agua. Los procesos fisiológicos involucrados en el desbalance hídrico son la tasa de transpiración, la capacidad competitiva de los órganos, el

flujo del agua, la transpiración o la limitada absorción de agua (Van Meeteren *et al.*, 2001).

Cuadro 2.1. Clasificación de las rosas para su comercio nacional e internacional de acuerdo a la longitud del tallo.

| Calidad | Longitud del tallo (cm) | Venta |
|----------------|--------------------------------|---------------|
| Corta | 40-50 | Nacional |
| Tercera | 50-60 | Nacional |
| Segunda | 60-70 | Nacional |
| Primera | 70-80 | Internacional |
| Extra | 80-90 | Internacional |

Cuadro 2.2. Clasificación de las mini-rosas para su comercio nacional e internacional de acuerdo a la longitud del tallo.

| Calidad | Longitud (cm) | Venta |
|----------------|----------------------|---------------|
| Corta | Menos de 30 | Nacional |
| Tercera | 30-40 | Nacional |
| Segunda | 60-70 | Nacional |
| Primera | 40-50 | Internacional |
| Extra | 50-60 | Internacional |

Es importante tener en cuenta que una rosa o mini-rosa de calidad EXTRA, además de cumplir con la longitud y consistencia del tallo, debe tener un botón floral proporcionado y bien formado y el estado sanitario de las hojas y del tallo deben ser óptimos (SIACON, 2010).

Los principales países de destino de exportaciones de rosa son EE.UU., Panamá y Canadá. Otros destinos de exportaciones fueron Costa Rica, Italia, Rusia y URRS.

2.4. Postcosecha de flores de corte

La postcosecha se inicia con el corte de la flor, mientras que las fallas que afectan la calidad de la flor en esta etapa son difíciles de corregir más adelante en la cadena. Por lo tanto se debe tomar decisiones con criterio en cuanto al transporte e hidratación para evitar maltrato y deshidratación respectivamente. Ya en postcosecha el manejo de la temperatura debe tender a evitar grandes fluctuaciones de temperatura ya que pueden causar estrés en la flor afectando su calidad interna y germinación de las esporas de *Botrytis* (agronegocios Ecuador, 2010).

Varios estudios realizados en postcosecha de flores cortadas indican que un alto porcentaje de la llamada “calidad” de la flor puede perderse en postcosecha. Por lo que el comprador lo que demanda es un producto atractivo visualmente, forma, color y estado de apertura floral más el follaje acompañante (san, completo y brillante) característico según la especie y cultivar (ASERCA, 2006).

Se estima que los factores de precosecha influyen 30% en la vida de la flor, mientras que los factores postcosecha lo hacen en 70% (López, 1981). De acuerdo con Li-Jen *et al.* (2000), uno de los aspectos más importantes de las flores frescas es mantener su aspecto estético agradable y alargar su vida en florero.

2.5. Factores que afectan la calidad en la postcosecha

Mantener una buena calidad en las flores de corte para exportación depende de un buen entendimiento de los factores que conducen a su deterioro. Si estos factores son tomados en cuenta, tanto el productor como el comercializador podrán desarrollar e implementar tecnologías óptimas, que aseguren la conservación de la calidad durante todo el proceso, hasta llegar al consumidor final (Reid, 2009).

2.5.1. Madurez de las flores

La madurez mínima de corte para una flor determinada, es el estado de desarrollo en el cual los botones pueden abrir completamente y desplegar una vida en florero satisfactoria. Muchas flores responden bien al ser de corte en el estadio de botón, abriendo después del proceso de almacenamiento, transporte y distribución. Muchas flores se cosechan actualmente cuando los botones comienzan a abrir (rosa, gladiolo), aunque otras se cortan cuando están completamente abiertas o cerca de estarlo (crisantemo, clavel). Las flores para el mercado local generalmente se cosechan mucho más abiertas que aquellas destinadas al almacenamiento y/o transporte a larga distancia (Reid, 2009).

2.5.2. Temperatura

La respiración de las flores de corte, parte integral del crecimiento y la senescencia, generan calor como subproducto. Adicionalmente, a medida que la temperatura ambiental se incrementa la tasa de respiración aumenta. Por ejemplo, una flor a 30° C posiblemente respire (y por lo tanto envejezca) hasta 45 veces más rápido que una flor que se encuentre a 2° C, de manera que la refrigeración puede reducir drásticamente la tasa de envejecimiento. Por lo tanto, el enfriamiento rápido y la adecuada refrigeración son esenciales para mantener la calidad y vida en florero de las ornamentales (Reid, 2002).

La temperatura óptima de almacenamiento para la mayoría de las flores de corte que actualmente se comercializan es cercana al punto de congelación 0° C. Algunas flores tropicales como los anturios, las aves del paraíso, algunas orquídeas y las gingers, sin embargo, son afectadas de manera negativa por las temperaturas inferiores a 10 ° C. Los síntomas de este “daño por enfriamiento” incluyen el oscurecimiento de los pétalos, marcas de agua en los mismos (que se ven transparentes) y en casos severos colapso y muerte de hojas y pétalos (Reid, 2009).

2.5.3. Suministro de alimento floral

El almidón y azúcar almacenado dentro de los tallos, hojas y pétalos proporcionan la mayor parte del alimento necesario para que las flores abran y se mantengan erguidas. La concentración de carbohidratos es generalmente mayor durante la tarde, luego de un día de plena luz solar. La calidad y la vida en florero de muchas flores de corte pueden mejorarse tratándolas con una solución que contenga azúcar después de la cosecha. Este tratamiento o “pulso” se hace simplemente colocando las flores en una solución durante un corto período, generalmente menos de 24 horas, y con frecuencia a baja temperatura (Reid, 2009).

Ejemplos típicos son los nardos, en los que la vida útil mejora drásticamente con un pulso de azúcar, y los gladiolos en las que el mismo tratamiento induce apertura de un mayor número de flores en la espiga, aumentan su tamaño y asegura una vida en florero más prolongada. El azúcar es también un componente importante de las soluciones utilizadas para inducir la apertura de las flores antes de su distribución y de las soluciones utilizadas por los minoristas y aún los consumidores finales. (Reid, 2009).

2.5.4. Luz

La presencia o ausencia de luz durante el almacenamiento generalmente no es relevante, excepto en casos donde se presenta amarillamiento del follaje. Las hojas de algunos cultivares de crisantemo, alstroemeria, margarita y otras flores, pueden tornarse amarillas si son almacenadas en la oscuridad a temperaturas cálidas. Se ha demostrado que el necrosamiento de las hojas de corte como la *Protea nerifolia* puede prevenirse manteniendo las flores bajo condiciones de alta luminosidad o tratando las flores cosechadas mediante un pulso de azúcar. Esto sugiere que el problema es inducido por una baja concentración de carbohidratos en la inflorescencia cosechada (Reid, 2009).

2.5.5. Suministro de agua

Las flores de corte, en particular aquellas con follaje abundante, tienen una gran superficie expuesta de manera que pueden perder agua y marchitarse rápidamente. Por ende, deben almacenarse a humedades relativas por encima de 95% para minimizar la deshidratación, particularmente durante el almacenamiento prolongado. Aún después de que las flores han perdido cantidades considerables de agua (por ejemplo, durante el transporte o en almacenamiento prolongado) pueden ser completamente rehidratadas mediante técnicas apropiadas. Las flores de corte absorben soluciones sin problemas, siempre y cuando el flujo de agua dentro de los tallos no se encuentre obstruido (Reid, 2009). La embolia por aire, el taponamiento bacterial y el agua de mala calidad, son factores que reducen la absorción de soluciones.

2.5.6. Embolia por aire

Ocurre cuando pequeñas burbujas de aire (émbolos) ingresan dentro del tallo al momento del corte. Estas burbujas no logran ascender dentro del tallo, de manera que su presencia obstruye el flujo vertical de la solución, que no llega hasta la flor. Los émbolos pueden ser eliminados cortando los tallos de nuevo dentro del agua (retirando unos 3 cm), asegurándose de que la solución sea ácida (pH 3 o 4), colocando los tallos en una solución a 40° C (cálida no hirviendo) o en una solución helada (0° C), colocando los tallos en agua profunda (> 20 cm) o tratando las flores con un “pulso” de detergente (Reid, 2002).

2.5.7. Taponamiento bacterial

La superficie de un tallo floral libera el contenido de proteínas, aminoácidos, azúcares y minerales al agua del recipiente donde éstas se encuentran. Este es alimento ideal para las bacterias y estos diminutos organismos crecen rápidamente en el ambiente anaeróbico del florero. La baba producida por las

bacterias, y las bacterias mismas, pueden taponear el sistema vascular que conduce agua dentro de los tallos (Reid, 2009). Este problema puede solucionarse como se detalla a continuación:

- Use agua limpia para preparar las soluciones de postcosecha
- Limpie y desinfecte los recipientes regularmente. Lave cuidadosamente con un detergente, enjuague en agua limpia y finalmente con una solución que contenga 1 ml de Clorox (5% hipoclorito) por litro de agua.
- Use baldes blancos. Se verá la mugre más fácilmente.
- Las soluciones utilizadas siempre deben contener un 'biocida', químico que prevenga el crecimiento de las bacterias, almidones y hongos (hipoclorito de calcio o sodio, el sulfato de aluminio y las sales de 8-hidroxiquinolina).
- Las soluciones azucaradas para tratar las flores recién de corte, y que mejoran la apertura floral durante su exhibición, deben contener un bactericida adecuado.

2.5.8. Agua dura

El agua dura frecuentemente contiene minerales que la tornan alcalina (pH alto), lo cual reduce drásticamente el movimiento de agua dentro de los tallos. Este problema puede solucionarse removiendo los minerales presentes (con un sistema de desionización, destilado, de inversa ósmosis), ó acidificando el agua. Las soluciones florales comerciales no contienen suficiente ácido para bajar el pH de las aguas muy alcalinas, y en ese caso es necesario añadir ácido directamente al agua (Reid, 2009).

2.5.9. Calidad del agua

Los químicos que normalmente se encuentran la llave son tóxicos para algunas flores. El sodio (Na), que se encuentra en altas concentraciones en el agua que ha sido ablandada, por ejemplo, es tóxico para los claveles y las rosas. El flúor (F) es muy perjudicial para las gerberas, las gladiolas, las rosas y las freesias;

el agua potable contiene normalmente suficiente Flúor (aproximadamente 1 ppm) para dañar estas flores (Reid, 2009).

2.5.10. Etileno

Algunas flores, en particular el clavel, la gypsophila y algunas variedades cultivares de rosa, mueren rápidamente si son expuestas aún a bajísimas concentraciones de etileno. Algunas flores de corte producen etileno a medida que senescen; en los claveles y guisantes de olor, por ejemplo, la producción de etileno forma parte del proceso natural de muerte de las flores, mientras que en otras, como en la calceolaria, los perritos y el delfinio, induce la caída de las flores (Reid, 2009).

El tratamiento con el complejo aniónico del tiosulfato de plata (STS) o el inhibidor gaseoso, 1-MCP (Ethyl-bloc), reducen los efectos del etileno (exógeno o endógeno) en algunas flores. Finalmente, el almacenamiento refrigerado ofrece beneficios, ya que tanto la producción de etileno como la sensibilidad al mismo son significativamente reducidas a bajas temperaturas (Reid, 2009).

2.5.11. Daño mecánico

Las magulladuras y otros maltratos a las flores deben evitarse a toda costa. Las flores con pétalos rasgados, tallos rotos u otros daños obvios son indeseables por razones estéticas. Adicionalmente, los organismos patógenos pueden infectar las plantas más fácilmente a través de las áreas maltratadas. De hecho, algunos de estos organismos solamente pueden penetrar los tejidos vegetales a través de heridas. Adicionalmente, la respiración y la evolución del etileno son generalmente más altas en las plantas maltratadas, lo que reduce aún más su vida útil (Reid, 2009).

2.5.12. Enfermedad

Las flores son muy susceptibles a las enfermedades, no solamente porque sus pétalos son frágiles, sino porque las secreciones de sus nectarios ofrecen una excelente provisión de nutrientes aún para patógenos débiles. El organismo que con más frecuencia se encuentra es el moho gris (*Botrytis cinérea*), capaz de germinar siempre que haya agua libre presente. En el ambiente húmedo de la cabeza floral, puede crecer (aunque más lentamente) aún a temperaturas cercanas al punto de congelación. Un buen manejo de la higiene del invernadero, de la temperatura y otras medidas para minimizar la condensación sobre las flores de corte, reducirán las pérdidas causadas por esta enfermedad. Algunos fungicidas tales como el Ronalin, Rovral (Iprodione), y el Phyton-27 de base cúprica han sido aprobados para usar en flores de corte y son muy efectivos contra el moho gris (Reid, 2009).

2.6. Preservadores florales

La palabra “preservante” o “preservativo” se relaciona frecuentemente con químicos fuertes y sugiere algo artificial, mientras que “alimento” no tiene esa connotación. Las soluciones para flores frescas generalmente contienen azúcar como fuente de alimento y un biocida para controlar el crecimiento de microorganismos (Reid, 2002).

La conservación de la rosa como flor de corte a partir de la cosecha, el transporte y distribución al consumidor final, involucra la utilización de preservadores de la longevidad, entre los que destacan la sacarosa, las sales de plata, el sulfato de aluminio, y el sulfato de 8-hidroxiquinoleína (HQS). Los tres últimos tienen en común su efecto bactericida en la solución donde se mantienen las flores (Liao *et al.*, 2000; Liao *et al.*, 2001; Luang *et al.*, 2002), mientras que la sacarosa es fuente de carbono e inhibe de la síntesis de etileno (Ichimura, 2007).

2.6.1. Las sales de plata

Son ampliamente utilizadas a nivel comercial y por ello son la elección habitual si de preservación de vida de la flor se trata (Gast, 2000). Es bien reconocido el papel del tiosulfato de plata (STS) como agente anti-etileno además del bactericida (Ponce, 2000), lo cual podría ser particularmente beneficioso para el caso de la rosa, ya que es una especie sensible al etileno.

La utilización de HQS tiene poco efecto sobre la longevidad de la flor cortada, produciendo también una apertura incompleta (Liao *et al.*, 2000).

2.6.2. El sulfato de aluminio

Se ha recomendado para mantener la vida de flor de corte de varias especies (Van Doorn, 2000). Liao *et al.* (2001) mencionan que este compuesto retrasa la proliferación de bacterias en la solución del florero. En un trabajo con *Eustoma grandiflorum*, determinaron que una concentración de 150 ppm de sulfato de aluminio mantuvo hasta 15 días la vida en florero comparado con 8 días del control (agua destilada); encontraron también una menor pérdida de agua en este tratamiento, sugiriendo así un efecto inhibitorio sobre la transpiración.

2.6.3. Sacarosa

Liao *et al.*, (2000) encontraron que un pulso de sacarosa en combinación con HQS, prolonga la vida de flores cortadas de rosa, sugiriendo a la sacarosa como un osmolito necesario para la apertura de flores y un sustrato para la síntesis de pared celular y la respiración. La sacarosa no sólo tiene un efecto osmótico, sino que funciona como un sustrato para la respiración (Ichimura, 2007). La sacarosa incrementa la longevidad en rosa ya que inhibe la producción de etileno actuando a nivel de ACC-sintasa y ACC-oxidasa (Verlinden y Vicente, 2004). Por otro lado, este compuesto también es un sustrato para el crecimiento bacteriano en la solución del florero. De lo anterior se desprende la necesidad de adicionar un compuesto microbicida a una

solución de sacarosa a fin de evitar el taponamiento de los conductos fibrovasculares.

2.7. Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal (Vidal, 2002).

2.7.1. Salinidad

El primer aspecto a considerar en relación con la calidad es la salinidad. Considerada en su doble vértice: naturaleza y contenido total de sales. Los constituyentes salinos son principalmente cationes Ca^{+2} , Mg^{+2} y Na^{+} y en menor proporción el K^{+} ; entre los aniones más frecuentes figuran los Cl^{-} , SO_4^{-} y CO_3H^{-} , encontrándose proporciones más reducidas de NO_3^{-} y F^{-} . La mayoría proceden de la disolución y alteración de rocas calizas, yesos y, en algunos casos, de margas y arcillas que contienen sales solubles (Vidal, 2001).

Según el comportamiento de las sales y su efecto sobre los cultivos se le agrupa en dos categorías. Las sales poco solubles, de producto de solubilidad bajo, que precipitan a concentraciones inferiores a las que pueden producir daños a las plantas (CO_3 , Ca , CO_3Mg y SO_4Ca). El otro grupo los constituyen las sales muy solubles o sales más solubles que el yeso, o también denominadas sales perjudiciales (ClNa , Cl_2Mg , SO_4Na_2 , SO_4Mg , CO_3Na_2 y el CO_3HNa). De esta forma, cuanto mayor es la concentración salina a la que se llega, mayor es la presión osmótica que las raíces de la planta han de superar para extraer el agua (Vidal, 2001).

2.7.2. Alcalinidad

El segundo problema relacionado con la calidad del agua hace referencia al riesgo de alcalinización o sodificación, que suele ir asociado con los problemas de infiltración del agua en el suelo. Por edafología conocemos el efecto dispersante que tiene el sodio sobre la fracción coloidal del suelo, acentuando las fuerzas de repulsión entre sus partículas elementales. Las consecuencias se asemejan al efecto producido por la salinidad: reducción del suministro del agua a la planta, mientras que en el caso de sodicidad lo que se produce es una reducción total de agua infiltrada en la zona radicular (Vidal, 2001).

2.7.3. Fitotoxicidad

Se habla de toxicidad específica de iones, cuando los daños que aparecen en las plantas o la disminución que experimentan los rendimientos de los cultivos no obedecen propiamente a una reducción de la disponibilidad del agua, asociada con trastornos relacionados con la absorción de determinados iones, que la planta extrae conjuntamente con el agua del suelo. Los iones que con mayor frecuencia producen efectos tóxicos son el cloro, el sodio y el boro, pudiéndose manifestar cada uno de ellos de manera individual o conjuntamente (Vidal, 2001).

El mecanismo de la toxicidad se inicia por la absorción de cantidades significativas de estos elementos que, una vez transportados o traslocados a las hojas, se concentran a causa de la transpiración. El cloro y el sodio presentan, además, una absorción foliar y directa que incrementa la acumulación de estos iones en las hojas. Es la razón por la que los síntomas de toxicidad se expresan, en el primer lugar, en aquellas zonas de transpiración intensa, como son las puntas y bordes de las hojas (Vidal, 2001).

2.8. Agua residual tratada

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (Lazarova y Bahri, 2005).

El crecimiento acelerado de la población, especialmente en países en vía de desarrollo; la contaminación de los cuerpos de agua superficial y subterránea; la distribución desigual del recurso hídrico y los graves periodos secos; han forzado a buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua, considerando a las aguas residuales una fuente adicional para satisfacer la demanda del recurso.

Parreiras (2005) reporta que la utilización de aguas residuales en áreas agrícolas proviene de los tiempos antiguos en Atenas; sin embargo, la mayor proliferación de sistemas de aplicación de aguas residuales en el suelo ocurrió durante la segunda mitad del siglo XIX, principalmente en países como Alemania, Australia, Estados Unidos, Francia, India, Inglaterra, México y Polonia. En el periodo de la posguerra, la creciente necesidad de optimización de los recursos hídricos renovó el interés por esta práctica en países como África del Sur, Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Chile, China, Estados Unidos, India, Israel, Kuwait, México, Perú, Sudan y Túnez.

2.8.1. Importancia del agua residual tratada en la agricultura

El agua es un recurso estratégico para el desarrollo económico y la supervivencia de los países en vías de desarrollo. El problema principal de este recurso es la pérdida de su calidad original y su creciente escasez para uso agrícola, urbano y ambiental. Así, la reutilización del agua es una actividad crítica, principalmente en zonas semidesérticas o con una disponibilidad de agua renovable menor a $1700 \text{ m}^3 \cdot \text{habitante}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$. El desarrollo de las

prácticas de riego con agua residual tratada (ART) fue facilitado por las nuevas políticas y reglamentos en el mundo respecto a reutilizar ART (Lazarova y Bahri, 2005).

Para reducir la escasez de agua en la agricultura, algunos países tienen programas exitosos para reutilizar aguas residuales urbanas (Lazarova y Bahri, 2005). En Israel, Argentina y Chile se utiliza ART para irrigar duraznos (*Amygdalus persica*), alfalfa (*Medicago sativa*) y tomate (*Solanum lycopersicum*) (Scott *et al.*, 2004).

La actividad agrícola demanda aguas residuales por la necesidad de un abastecimiento regular que compense la escasez del recurso, por causa de la estacionalidad o la distribución irregular de la oferta de otras fuentes de agua a lo largo del año (Lara y Hernández, 2003); adicionalmente, el uso de aguas residuales presenta beneficios asociados al mejoramiento de la fertilidad de los suelos agrícolas por el aporte de materia orgánica, macronutrientes (N y P) y oligoelementos, como Na y K, permitiendo reducir, y en algunos casos eliminar, la necesidad del uso de fertilizantes químicos y trayendo beneficios económicos al sector (Medeiros *et al.*, 2005).

La presencia de ciertas formas de nutrientes en las aguas residuales beneficiaría más a algunos cultivos que a otros. Para la aplicación de reúso sobre un cultivo específico, es necesario tener en cuenta aspectos como: la capacidad de asimilación de nutrientes, el consumo de agua, la presencia de iones tóxicos, la concentración relativa de Na y el contenido de sales solubles, ya que en ciertas condiciones climáticas puede salinizarse el suelo y modificarse la composición iónica, alterándole características como el desarrollo vegetativo y la productividad (Medeiros *et al.*, 2005)

Parreiras (2005) menciona que desde el punto de vista del reúso agrícola, los sistemas de tratamiento de aguas residuales de bajo costo de implementación y operación que pueden asociarse con el uso de sus efluentes tratados en la

agricultura, son los sistemas de lagunas de estabilización (anaeróbicas, facultativas y de maduración), lagunas de alta tasa, reactores anaerobios de flujo ascendente, manto de lodos (UASB) y la disposición en el suelo.

2.8.2. Calidad del agua residual tratada

Los constituyentes del agua residual que tienen mayor importancia en el riego agrícola son la salinidad, el sodio, el exceso de cloro residual y algunos componentes minoritarios, según el cultivo de que se trate. En el agua regenerada los contenidos de estos constituyentes son generalmente mayores que en las aguas blancas habitualmente empleadas en riegos (Scott et al., 2004). Las causas más frecuentes que influyen desfavorablemente en la calidad original del agua residual, con vistas a su aprovechamiento agrícola son: Descargas industriales de componentes potencialmente tóxicos dentro del sistema de alcantarillado urbano. Infiltración de agua salada en el sistema de alcantarillado de las zonas costeras. Elevada mineralización del agua de primera utilización (Lazarova y Bahri, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Horticultura, en el Laboratorio de Postcoecha de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ubicado en las coordenadas 25° 23' Latitud Norte y 101° 02' Longitud Oeste, a una altura de 1,743 msnm.

3.2. Material vegetal

Para el experimento se utilizaron los cultivares de rosa de corte 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic' que fueron cosechadas en el Estado de México y presentaron las siguientes características:

'Freedom'. La planta de este cultivar es robusta y resistente a enfermedades, especialmente a mildiu vellosa. Presenta flores de un color rojo intenso, de botón grande, seleccionadas para el cultivo en ambientes frescos con alta intensidad luminosa. Las flores tienen una larga vida en florero (12-14 días) y se transportan muy bien. El tamaño del tallo se encuentra entre los 79-90 cm, el del botón en 5.0-6.5 cm y el número de pétalos en 40.

'Coral'. La planta de este cultivar es robusta con tallos gruesos y gran cantidad de hojas. La flor es grande de color naranja, el tamaño del botón está entre los 4.5 cm, mientras que su diámetro está en 7 cm según su desarrollo, los números de pétalos que contiene la flor son de 48, el largo del tallo varía entre los 50-70 cm, a comparación de la rosa 'Freedom' esta solo tiene 11 días de vida en florero.

‘Titanic’. Las plantas de este cultivar son poco robustas, con tallos un poco delgados. La flor es mediana de un color rosa muy llamativo, la longitud del tallo varía entre los 50-90 cm de largo, el tamaño de botón entre los 6.2-7.1 cm, tiene muy poco número de pétalos a comparación de ‘Freedom’ y ‘Coral’ con 31 pétalos, y la vida en florero de este cultivar es de 13-16 días.

3.3. Descripción de los tratamientos

En el experimento los tratamientos fueron las soluciones florales que se elaboraron con dos tipos de agua (potable (AP) y residual tratada (ART)) y dos preservadores florales (800 ppm de Sulfato de Aluminio (SA) ($Al_2(SO_4)_3$) y 10 $gr \cdot L^{-1}$ de Floralife®) más tratamientos testigo donde no se utilizó preservador alguno solo agua como se observa en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos de acuerdo al cultivar, el tipo de agua y el preservador.

| Tratamiento | Descripción | | |
|-------------|-------------|------------------|--------------------------------|
| | Cultivar | Tipo de agua | Preservador |
| 1 | ‘Freedom’ | Potable | Sin preservador |
| 2 | | | 800 ppm de Sulfato de aluminio |
| 3 | | | Floralife® |
| 4 | | Residual tratada | Sin preservador |
| 5 | | | Sulfato de aluminio |
| 6 | | | Floralife® |
| 7 | ‘Coral’ | Potable | Sin preservador |
| 8 | | | Sulfato de aluminio |
| 9 | | | Floralife® |
| 10 | | Residual tratada | Sin preservador |
| 11 | | | Sulfato de aluminio |
| 12 | | | Floralife |
| 13 | ‘Titanic’ | Potable | Sin preservador |
| 14 | | | Sulfato de aluminio |
| 15 | | | Floralife® |
| 16 | | Residual tratada | Sin preservador |
| 17 | | | Sulfato de aluminio |
| 18 | | | Floralife® |

El ART fue obtenida del vivero forestal de la SEMAC en Saltillo, Coahuila la cual cumplió con las normas NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997. El AP por su parte, se obtuvo del agua entubada que llega al laboratorio de postcosecha.

3.4. Procedimiento experimental

Déspués de la llegada de las flores al laboratorio el día 24 de septiembre del 2014, los tallos se recortaron a 60 cm de largo y se etiquetaron con cinta masking tape. Posteriormente las flores se colocaron en las soluciones florales que se prepararon como se mostró en el Cuadro anterior.

Se colocaron ocho flores por tratamiento en dos floreros de cristal y se procedió a realizar la primera evaluación de las variables: peso de la flor y color en el sistema $L^* a^* b^*$.

Al quinto y décimo día después del corte las soluciones florales se reemplazaron y los tallos fueron recortados en su base 2.5 cm.

La segunda y tercera evaluación de las variables: peso de la flor y color se realizó a los días 5 y 9 después del corte de la flor. Las variables apertura de la flor, contenido de azúcares totales, contenido de antocianinas y contenido de clorofila se determinó 13 o 15 días después del corte de las flores.

La variable consumo de agua por su parte se determinó a los 6 y 10 días después del corte y la variable vida en florero se obtuvo contando el número de días de vida útil de cada una de las flores en cada tratamiento. En la Figura 3.1 se observan los procedimientos que se realizaron en el experimento.

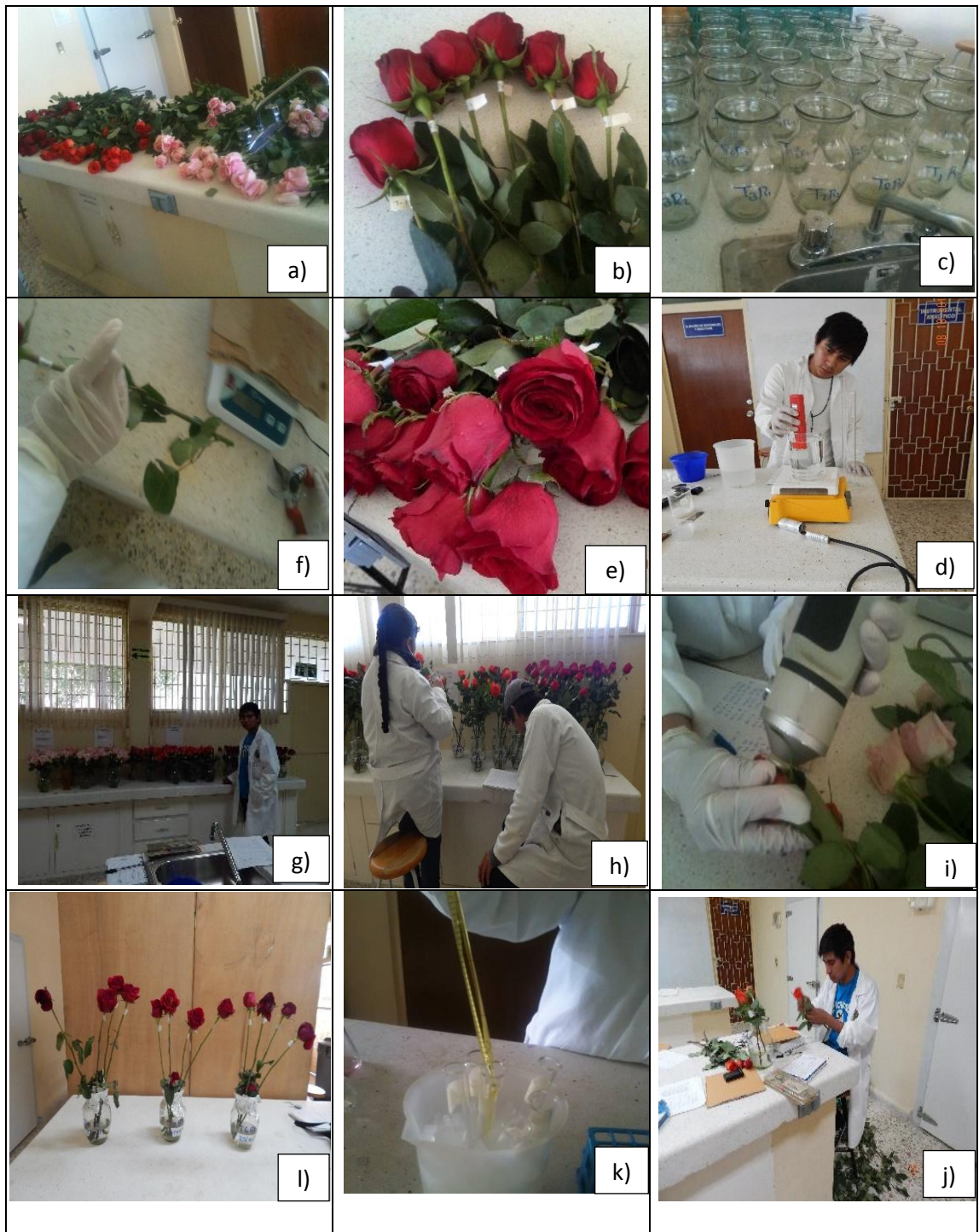


Figura 3.1. Postcosecha de rosa. a) Llegada de la flor al laboratorio, b) Etiquetado de la flor, c) Lavado de floreros, d) Preparación de las soluciones florales, e) Corte de la flor a 60 cm de largo, f) Evaluación de la variable peso, g) Dispersión al Azar de los tratamientos, h) Evaluación de la variable apertura floral, i) Evaluación de la variable color, j) Evaluación de las variables clorofila y antocianinas, k) Evaluación de la variable azúcares totales, l) Determinación de la variable vida en florero.

3.5. Variables evaluadas

Se realizaron diversas evaluaciones donde se consideraron las siguientes variables:

3.5.1. Peso de la flor

Esta variable se determinó pesando toda la flor junto con su tallo con ayuda de una balanza analítica marca SCOT OHAUS, el resultado se reportó en gramos. Las evaluaciones se realizaron los días 25 de Noviembre, 1 y 9 de diciembre.

3.5.2. Consumo de agua

Esta variable se determinó con ayuda de una probeta de 100 ml, en el cual se midió la cantidad de agua que quedo en el florero, los resultados se tomaron en cm^3 . Las evaluaciones se realizaron los días 25 de noviembre, 1 y 4 de diciembre.

3.5.3. Apertura floral

Esta variable se determinó con una medición de la parte polar y ecuatorial de la flor con ayuda de un Vernier de la marca SCIENCE WARE, de una medición de 150 mm, el resultado se reportó en centímetros. La evaluación se realizó el día 8 de diciembre.

3.5.4. Contenido de antocianinas

Esta variable se determinó tomando 2.5 gr de petalo de rosa, se pesaron con ayuda de una balanza analítica marca SCOT OHAUS, para despues dejar que reposaran 24 horas en el refrigerador con solución extractora (1 ppm de ácido

clorhídrico+5 pmm de metanol al 85%) y así ser macerados, los resultados se leyeron con ayuda del espectrofotometro marca HENWAY MODELO 20D, a una longitud de onda de 525 nm con el reactivo peróxido de sodio (2 ml de peróxido de hidrogeno+1ml de agua oxigenada). Y con ayuda de una fórmula se reportaron los resultados finales en mg/gr. La evaluacion se realizó el 8 y 9 de diciembre.

La fórmula utilizada para calcular el contenido de antocianinas fue:

$$\text{mg} \cdot 100 \text{ g de muestra} = \frac{50 * \%Abs_{525\text{nm}}}{0.405 * P}$$

Donde:

%Abs = Porciento de absorbancia

P = Peso de la muestra

Subíndice (525 nm)=Longitud de onda

3.5.5. Contenido de clorofila

Esta variable se determinó con ayuda de un espectrofotometro marca HENWAY MODELO 20D, se tomaron 2.5 gr de muestra de hoja de cada tratamiento y se reposo en refrigeración 24 horas con acetona al 85% y se maceraron con un mortero. Las muestras se leyeron a una longitud de onda de 660nm y 643nm, con ayuda de una fórmula se optuvieron los resultados en mg·gr⁻¹. La evaluación se realizó el 12 de diciembre.

La fórmula utilizada para determinar el contenido de clorofila en este experimento fue:

$$\text{mg} \cdot \text{gr}^{-1} = \frac{(7.12 * \%Abs_{660 \text{ nm}}) + (16.8 * \%Abs_{642.5 \text{ nm}})}{10 * P}$$

Donde:

%Abs= Por ciento de absorbancia

P = Peso de la muestra en gr

Subíndices (642.5 nm y 660nm) =Longitud de onda

3.5.6. Contenido de Azúcares Totales

Esta variable se determinó con ayuda de un espectrofotometro marca HENWAY MODELO 20D, en el cual se tomo 1 gr de petalo de rosa, se macero con alcohol al 80% y se reposo la muestra en refrigeracion por 10 dias. Se preparo un reactivo (0.2 gr reactivo antrona/100 ml de acido sulfurico concentrado) pasando los días de reposo y se tomaron 2.5 ml de muestra, se agregaron 5 ml de reactivo antrona, se paso a ebullición (10 minutos), cuando alcanzó la ebullición se colocaron en hielo para que enfriaran (10 minutos). Los resultados fueron analizados en el espectrofotometro a una longitud de onda de 625 nm y con ayuda de una fórmula tomando los resultados finales en ppm. La evaluaciones se realizó el 8 de diciembre.

3.5.7. Indice de color de la flor

Esta variable se determinó con ayuda de un Colorimetro marca MINOLTA MODELO CR300 los días 25 de Noviembre 1 y 8 de diciembre en el sistema L*, a* y b*. Donde el valor de L* representa la luminosidad en el diagrama de cromaticidad y representa una escala de valores de 0 a 100 donde 0 es una oscuridad total u opacidad y 100 corresponde al blanco o máxima brillantes. Por su parte los valores a* y b* son coordenadas donde a* (+) indica el color rojo, a* (-) indica color verde, b* (+) indica color amarillo, b* (-) indica color azul. Posteriormente con los valores de L*, a* y b* se obtuvo el índice de color como se observa con la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{a \times 1000}{L \times b}$$

Donde:

a=zona de variación entre el verde y el rojo del espectro;

L=intensidad del color;

b=zona de variación entre el azul y el amarillo del espectro.

3.5.8. Vida en florero

Esta variable se determinó al final del experimento, para ello fueron contabilizados los días de vida útil de cada flor.

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental fue un completamente al azar con dieciocho tratamientos y ocho repeticiones por tratamiento donde la unidad experimental estuvo conformada por una flor o tallo floral.

3.7. Análisis estadístico y de laboratorio

Los analisis estadisticos que se realizaron fueron: un analisis de varianza ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$) y una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$) en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2x3 donde el primer factor correspondió al cultivar, el segundo al tipo de agua y el tercero al preservador.

Así mismo se realizaron análisis de laboratorio al AP y ART en el laboratorio de análisis de aguas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para determinar el pH, la conductividad eléctrica y el contenido de calcio, magnesio, sodio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos.

También se midió el pH con un peachimento marca Hanna, la conductividad eléctrica con un potenciómetro y la turbidez con un espectrofotómetro marca HENWAY MODELO 20D a una longitud de onda de 550 nm.

3.7.3. Modelo estadístico

El modelo estadístico propuesto para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = la puntuación del i sujeto bajo la combinación del j valor del factor A y el k valor del factor B.

μ = la media común a todos los datos del experimento.

α_j = el efecto o impacto del j nivel de la variable de tratamiento A.

β_k = efecto del k valor de la variable de tratamiento B.

$(\alpha\beta)_{jk}$ = efecto de la interacción entre el j valor de A y el k valor de B.

ε_{ijk} = error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de agua

Los resultados obtenidos del análisis de agua muestran que el AP (sin químicos) presentó un elevado pH (7.46), baja turbidez (111.2) y baja conductividad eléctrica (CE) (0.567 dSm^{-1}). El ART por su parte presentó una ligera disminución en el pH (6.72), mayor turbidez (105.2) y una mayor CE (1.79 dSm^{-1}). Las soluciones florales elaboradas con ambos tipos de agua y preservadores presentaron un pH menor y una CE más alta que en los casos anteriores (Cuadro 4.1).

Del mismo modo se observó que el ART presentó mayor contenido de los minerales Na^+ , CO_3 , HCO_3 , Cl y SO_4^{2-} , en comparación con el AP que sólo supero al ART en Ca^{++} y Mg^{++} (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Propiedades químicas de los tipos de agua y soluciones utilizadas en el experimento.

| Tipo de agua | Compuestos químicos | pH | CE dSm^{-1} | Turbidez | Ca^{++} meq L^{-1} | Mg^{++} meq L^{-1} | Na^+ meq L^{-1} | K^+ meq L^{-1} | CO_3 meq L^{-1} | HCO_3 meq L^{-1} | Cl meq L^{-1} | SO_4^{2-} meq L^{-1} |
|------------------|---------------------|------|-------------------------|----------|--|--|---|--|---|--|---------------------------------------|--|
| Potable | Sin químicos | 7.46 | 0.567 | 111.2 | 4.2 | 3.9 | 0.54 | ---- | 0.5 | 5.0 | 1.38 | 5.9 |
| | 800 ppm SA | 4.8 | 1.09 | 97.3 | | | | | | | | |
| | Floralife | 5.7 | 0.81 | 108.9 | | | | | | | | |
| Residual tratada | Sin químicos | 6.72 | 0.943 | 105.2 | 0.96 | 2.6 | 6.19 | ---- | 1.0 | 11.0 | 15.3 | 9.01 |
| | 800 ppm SA | 3.6 | 1.79 | 101.0 | | | | | | | | |
| | Floralife | 3.3 | 1.59 | 102.7 | | | | | | | | |

4.2. Peso de la flor

Las flores de corte como las rosa después de ser cosechadas viven a expensas de las reservas de agua, carbohidratos y otros compuestos que lograron almacenar durante la etapa de producción. Dichas reservas se van consumiendo poco a poco ocasionando deterioro en las flores. En este experimento, al realizar los análisis estadísticos de tres evaluaciones solo se observó diferencia altamente significativa ($\alpha \geq 0.01$) en la interacción cultivar x tipo de agua (Cuadro A1). Es decir que los cultivares mostraron una respuesta diferente al tipo de agua utilizada en las soluciones florales independientemente de si fue utilizado o no preservador. La rosa 'Titanic' fue la que presentó menor peso durante el experimento (Figura 4.2).

En un estudio realizado en rosa 'Black magic' Juárez (2008) encontró que el peso de la flor disminuyó en presencia de luz, y por el contrario, este aumentó en presencia de oscuridad. Además, encontró que gracias a preservadores florales como el Chrystal RVB® el peso del tallo pudo aumentar en comparación con el testigo, probablemente debido a que en este último se presentó proliferación de bacterias.

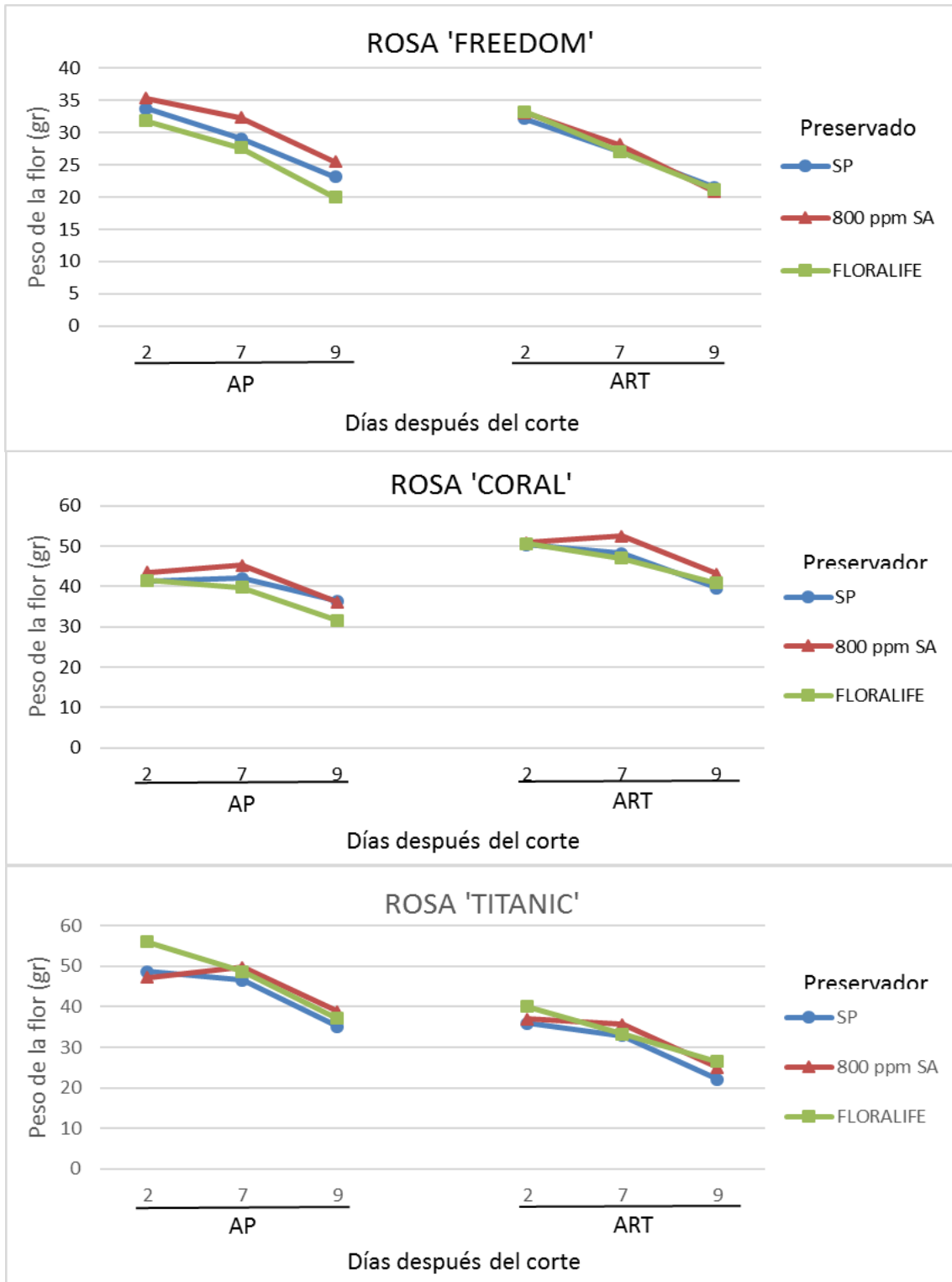


Figura 4.1. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable peso de la flor en rosa 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic'.

4.3. Consumo de agua

Si bien los almidones y azúcares almacenados dentro de los tallos, hojas y pétalos proporcionan la mayor parte del alimento necesario para que las flores abran y se mantenga su vida útil; dependen casi de manera absoluta de un constante suministro de agua. El cual, si este se interrumpe, propiciará un rápido marchitamiento de hojas y pétalos, sobre todo si las flores presentan una gran superficie expuesta (Nell y Reid, 2002; Chahin *et al.* 2002, Reid, 2009). Además, como las flores cortadas constituyen órganos inmaduros, que tienen una alta relación superficie/volumen, su actividad metabólica es alta y pierden agua muy rápidamente, por tal motivo es recomendable almacenar las flores de corte a la temperatura más baja y a la humedad relativa más alta que puedan tolerar (Chahín *et al.*, 2002).

En este experimento se observó con el análisis de varianza diferencia significativa ($\alpha \geq 0.05$) para la interacción cultivar x tipo de agua en la evaluación realizada a los 6 días después de la cosecha de las flores (Cuadro A1). Es decir, que el consumo de AP y ART fue diferente para cada cultivar. En la Figura 4.3 se puede observar en términos generales que las flores en los primeros 6 días absorberon una mayor cantidad de agua, siendo el cultivar 'Freedom' el que menos cantidad absorbió. Además, se observa que los tres cultivares independientemente del preservador absorbieron menor cantidad de ART.

Estos resultados difieren de lo encontrado por De la Cruz, *et al.* (2007) en *lisianthus* donde para obtener un mayor consumo de agua, aumento de peso de la flor y una mayor longevidad fue necesario adicionar al agua destilada compuestos químicos como preservadores, en este caso se adicionó 150 ppm de SA + 4.5% de sacarosa y un pulsado con tiosulfato de plata ($0.05 \text{ mM Na}_2 \text{ S}_2 \text{ O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + 0.094 \text{ mM AgNO}_3$).

Juárez (2008) en Rosa 'Black Magic' también logró incrementar el consumo de agua de los tallos al aplicar concentraciones de Chrystal RVB® (2 ml·L⁻¹). Siendo el incremento en el consumo de agua proporcional a su duración en florero.

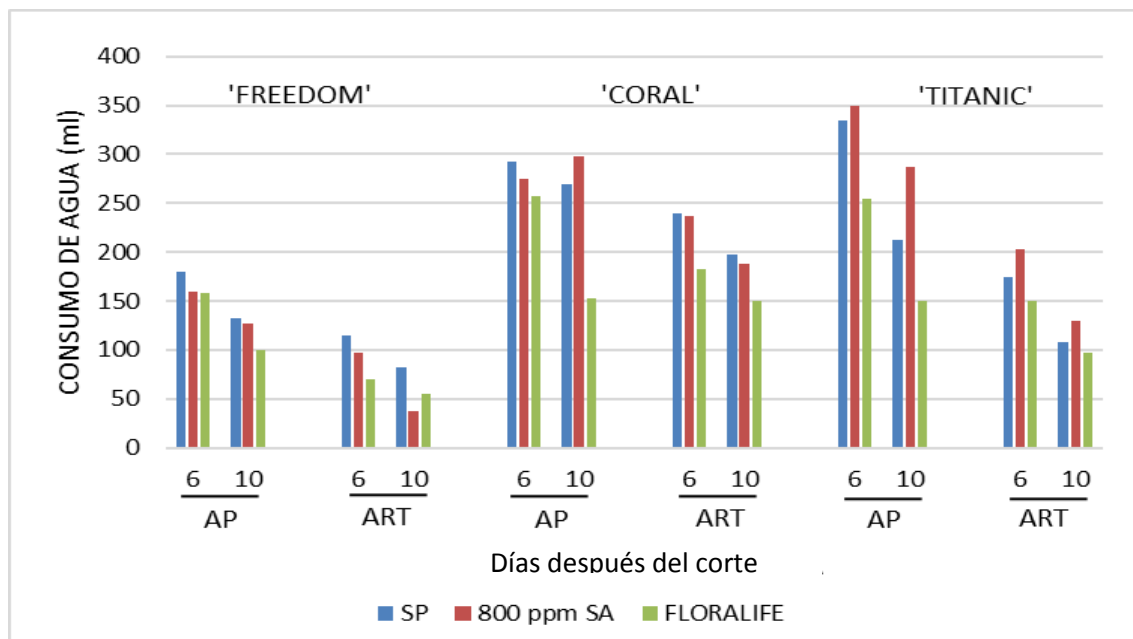


Figura 4.2. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable consumo de agua en rosas 'Freedom', 'Coral' y Titanic'.

4.4. Apertura floral

Si bien entre los cultivares de rosa existen amplia variación en la apertura del botón y vida en florero, esta variable dependerá del manejo que se les dé a las flores durante su vida en postcosecha. Si los tallos se cortan con los botones muy cerrados estos serán susceptibles al cabeceo, de lo contrario, si se cortan muy abiertos tendrán problemas con la producción de etileno y en consecuencia con una vida en florero muy corta (Ichimura *et al.*, 2002).

En este experimento se observó al realizar el análisis de varianza para esta variable diferencia altamente ($\alpha \geq 0.01$) significativa en la interacción cultivar x preservador (Cuadro A2). En la Figura 4.4 se observa que el cultivar de rosa 'Coral' fue la que presentó mayor apertura floral como se muestra en la Figura 4.5. donde se alcanzaron valores desde 6 a 9 cm y 'Freedom' una menor apertura florar. Probablemente este comportamiento se deba al cultivar y no por los tratamientos. Adámas en la misma Figura se observa que el preservador SA propició una mayor apertura floral superando al preservador comercial Floralife® independientemente del tipo de agua.

Estos resultados concuerdan en parte con lo encontrado por De la Cruz, *et al.* (2007) en lisianthus al ser tratadas con 150 ppm de SA obtuvieron mayor diámetro floral con 8.6 cm en comparación con el testigo que solo alcanzó 7.2 cm. Y Juárez *et al.* (2008) demostró que con aplicaciones de Chrystal RVB® en la solución en florero se logró incrementar la apertura floral un 77.7% en Rosa cv. Black Magic comparado con otros tratamientos.

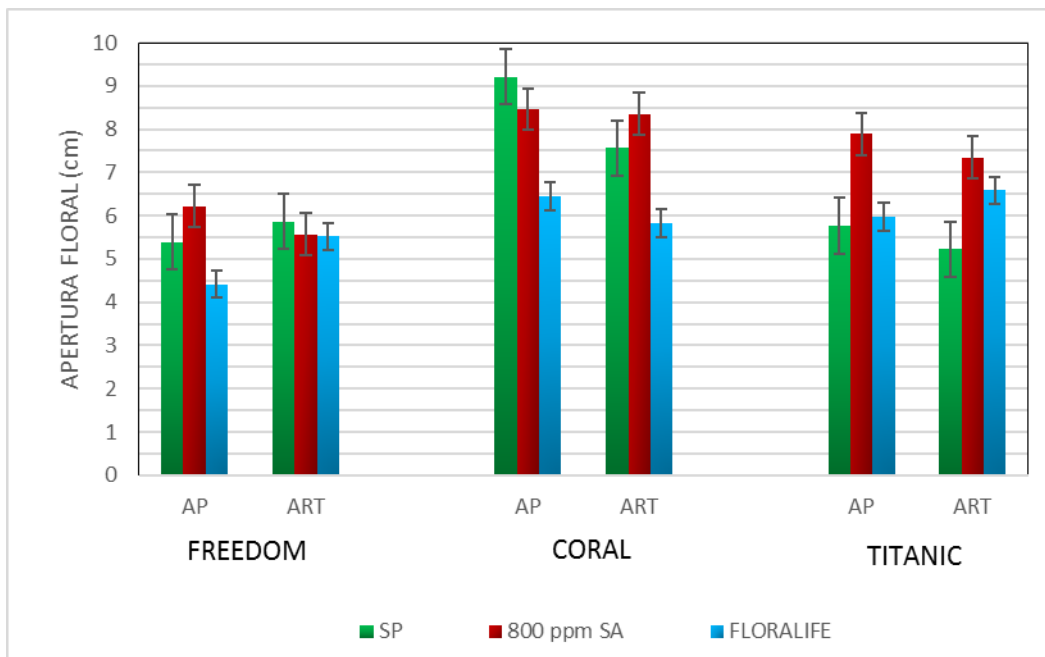


Figura 4.3. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable apertura floral en rosas 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic'.

4.5. Contenido de antocianinas

El color de los pétalos de las flores se debe a la presencia de múltiples pigmentos como las antocianinas. Estas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ión flavilio (Badui, 2006).

Al tratar de realizar el análisis de varianza de la variable contenido de antocininas en este experimento, se observó una distribución anormal de los datos por lo cual no fue posible obtener un analisis confiable. Sin embargo, se observa en la Figura 4.5 una alta presencia de este tipo de pigmento en los cultivares 'Freedom' y 'Coral'. Así mismo, se observa en la Figura que las flores tratadas con soluciones florales con SA independientemente del tipo de agua en el cultivar 'Freedom' presentaron valores altos de antocianinas ($95 \text{ mg}\cdot\text{gr}^{-1}$) a diferencia de los tratamientos sin preservador donde se alcanzaron valores de $45 \text{ mg}/\text{gr}$. Mientras que, las flores del cultivar 'Coral' tratadas con soluciones florales elaboradas con ART tratada independientemente del preservador presentaron un valor de $93 \text{ mg}\cdot\text{gr}^{-1}$ de antocianinas.

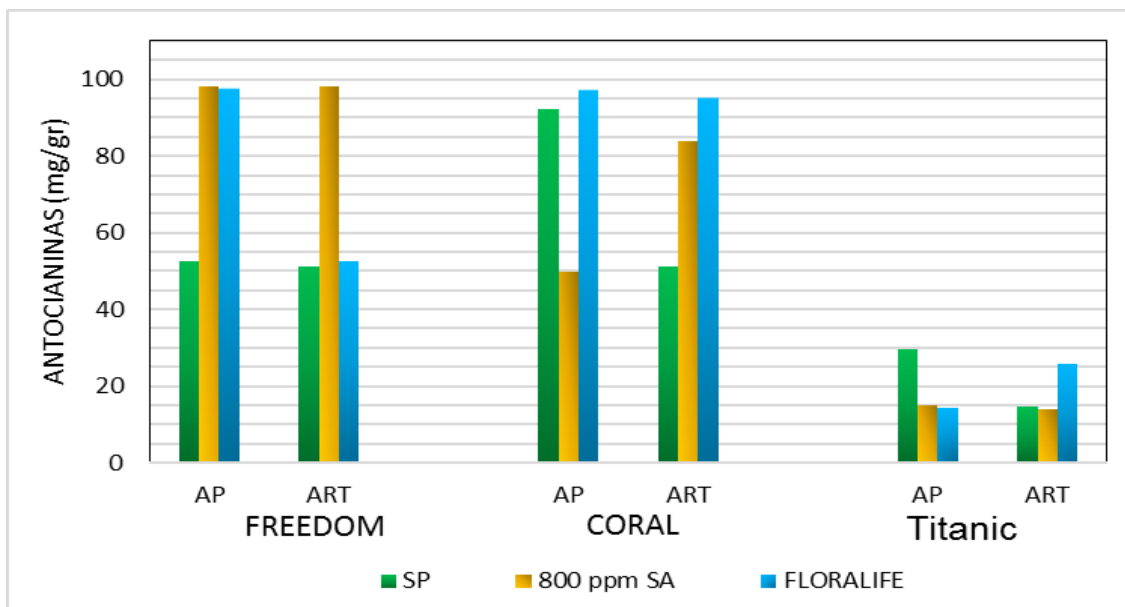


Figura 4.4. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable contenido de antocianinas en rosas ‘Freedom’, ‘Coral’ y ‘Titanic’.

4.6. Contenido de clorofila

En general, el color que presenta un determinado tejido u órgano vegetal, depende del predominio de un pigmento o de la combinación de varios de ellos. A simple vista el color verde es el mayoritario en las especies vegetales. Esta coloración es debida a la presencia de dos de los principales pigmentos vegetales, la clorofila a y la clorofila b, que se encuentran en prácticamente todas las plantas con semillas, los helechos, musgos y algas. La síntesis de la clorofila depende de la presencia de la luz, por lo tanto, aunque podría fabricarse en diferentes órganos de las plantas, su expresión dependerá de la exposición de cada tejido a la luz (ARGENBIO, 2007).

En este experimento se observó con el analisis de varianza diferencia altamente significativa ($\alpha \geq 0.01$) para la interacción cultivar x tipo de agua (Cuadro A2). Las rosas ‘Freedom’ colocada en ART y sin preservadores presentaron los valores

más altos de clorofila con $3.68 \text{ mg}\cdot\text{gr}^{-1}$, que representa una diferencia $1.1 \text{ mg}\cdot\text{gr}^{-1}$ en comparación con las flores colocadas en AP sin preservador. En tanto que para las rosas 'Coral' y 'Titanic' los valores más altos se presentaron con las flores colocadas en AP independientemente del preservador. Sin embargo, destaca en estos cultivares que con el ART sin preservador los tallos presentaron valores altos de clorofila (Figura 4.6).

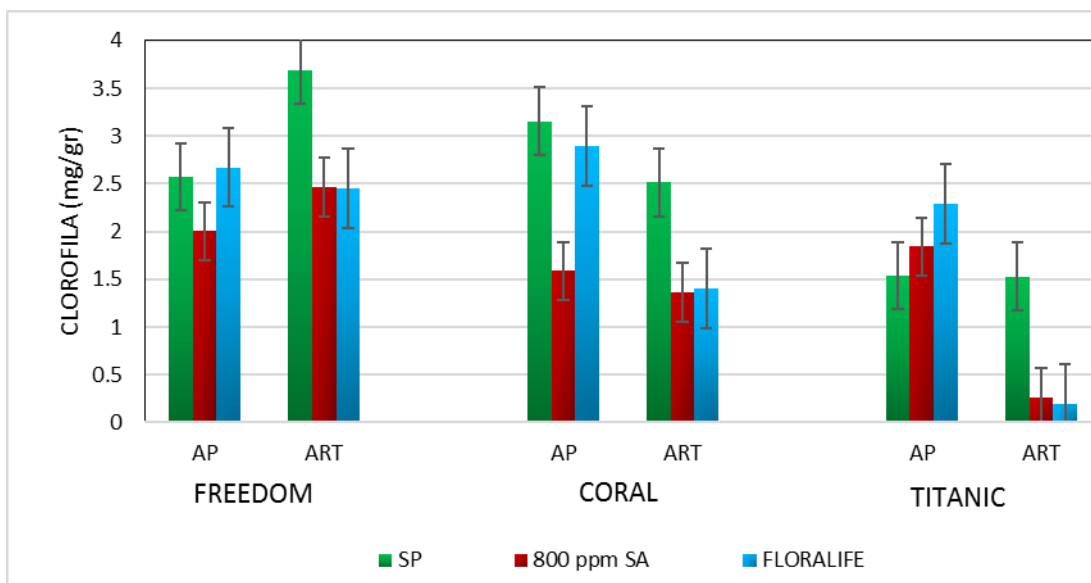


Figura 4.5. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable contenido de clorofila en rosas 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic'.

4.7. Contenido de azúcares totales

En la naturaleza se encuentran carbohidratos de diferente número de carbonos y distintos grupos funcionales o sustituyentes. Esto da origen a distintos tipos de azúcares, tales como las aldosas, cetosas, azúcares acetilados, benzoesterificados y metilados, azúcares ácidos, glicósidos y 96 anhidroazúcares. De la misma forma, las moléculas de carbohidrato pueden incluir desde un solo monosacárido hasta varios miles de estos. En las flores de

corte los azúcares son reservas que contribuirán a que esta tenga una mayor vida útil.

En este experimento se observó con el análisis de varianza diferencia significativa ($\alpha \geq 0.05$) para la interacción cultivar x tipo de agua x preservador (Cuadro A2). En la Figura 4.7 se observa que el cultivar 'Coral' el fue el que presentó mayor contenido de azúcares (0.36 ppm) cuando los tallos fueron colocados en una solución floral elaborada con ART + 800 ppm de SA. Por su parte las flores del cultivar 'Freedom' colocadas en agua potable sin preservador presentaron el mayor contenido de azuceres totales para este cultivar con 0.29 ppm y para las flores del cultivar 'Titanic' colocadas en agua potable presentaron el mayor contenido de azuceres totales con 0.27 ppm.

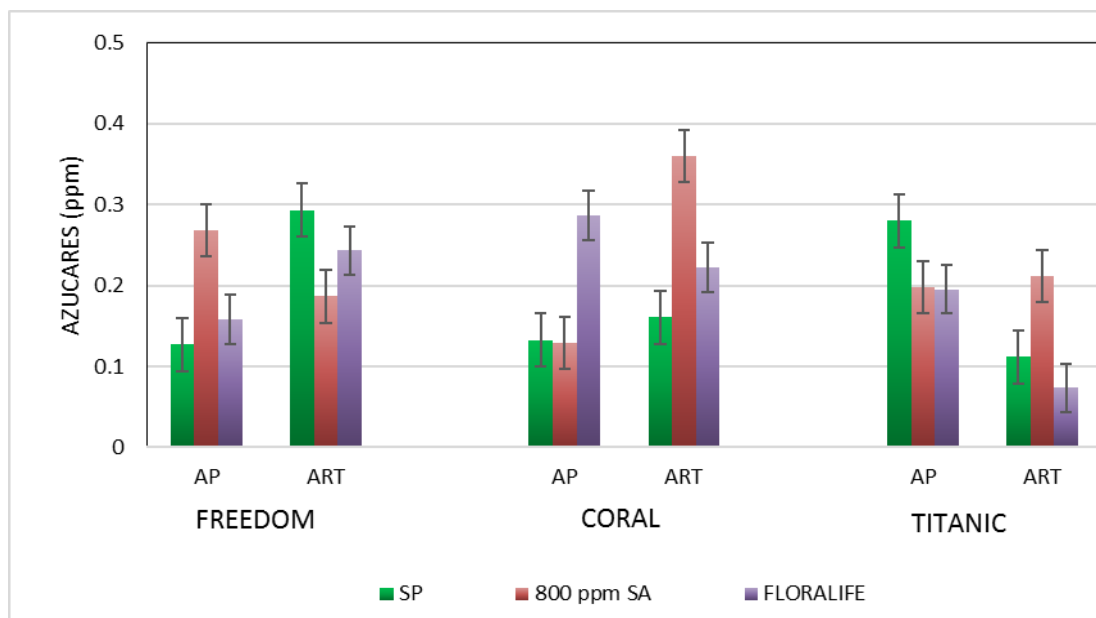


Figura 4.6. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable contenido de azuceres en pétalos de rosas 'Freedom', 'Alamberri' y 'Coral'.

4.8. Índice de color

Las plantas ornamentales han tenido gran importancia para la humanidad a través de los años. Se aprecian por su belleza, color y aroma. Adornan jardines, casas, parques y otros lugares [Rodríguez *et al.*, 2004]. Por eso es muy importante que el color en una flor perdure, ya que sigue adornando o preservando su belleza, así como su importancia económica.

En este experimento con los análisis de varianza y comparación de medias solo se observó diferencia estadística en el cultivar (Cuadro A2). Sin embargo, se observa que después de 5 días después de la cosecha las flores colocadas en soluciones florales con ART y Floralife® presentaron los valores más altos en el índice de color para los tres cultivares (Figura 4.8).

Estos resultados probablemente se deban a que el preservador Floralife® redujo la degradación de las antocianinas y contribuyó a mantener la coloración de las flores. Posiblemente debido a que este producto comercial es elaborado con una serie de sustancias con función germicida, amortiguadora del pH, alimentadora (azúcares) e inhibidora de la degradación de pigmentos (citocininas).

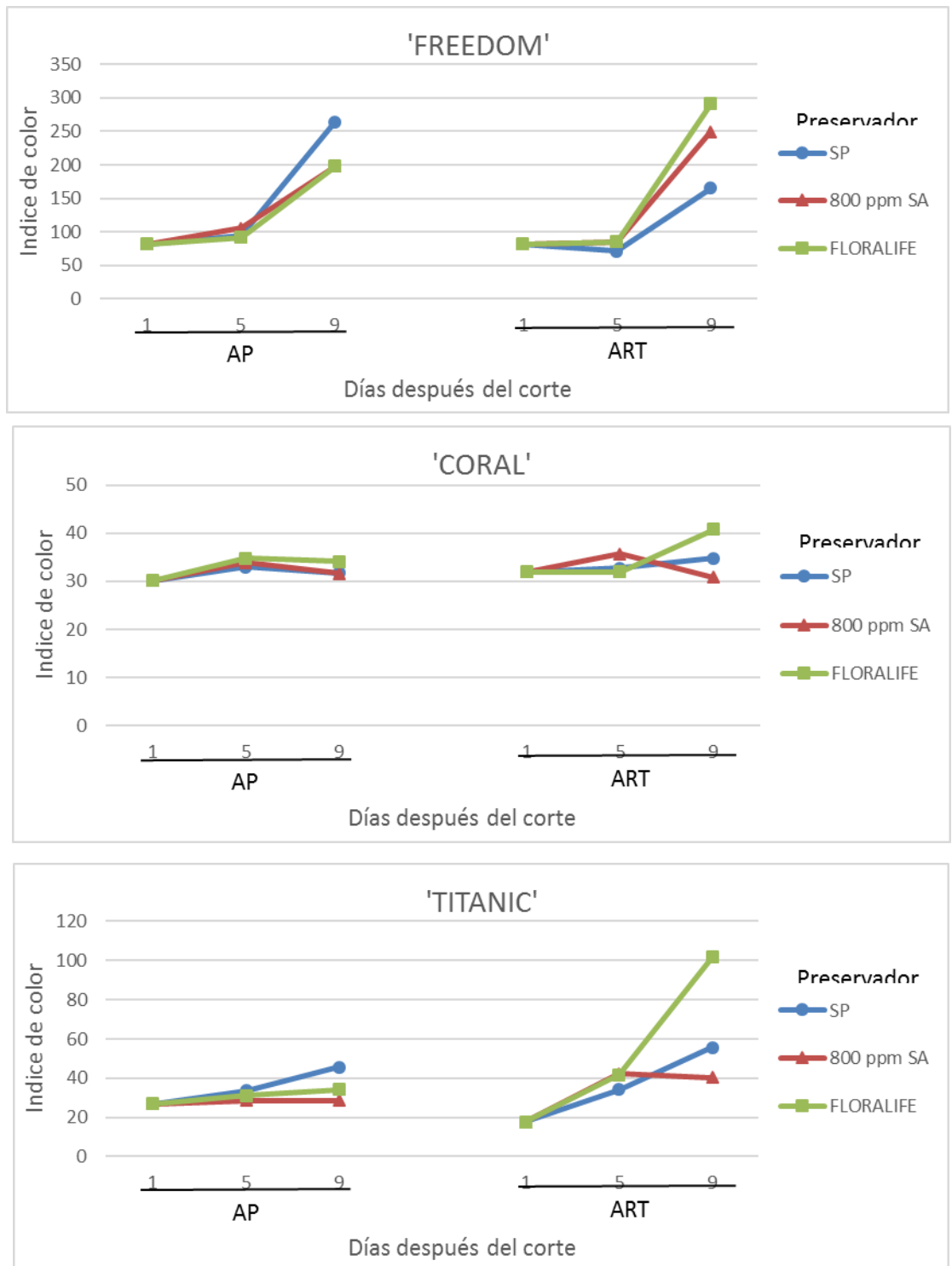


Figura 4.7. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la variable índice de color en rosas 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic'.

4.9. Vida en florero

En las flores de corte además de las variables visibles como apertura, color y frescura la vida en florero o vida útil de la flor determina su aceptación en el mercado (Li-Jen *et al*, 2000; Nell y Reid, 2002). A mayor vida en florero, mejor aceptación y reputación obtendrán un producto o marca en el mercado.

Al realizar los análisis estadísticos de la información obtenida en este experimento se observó diferencia significativa ($\alpha \geq 0.05$) en la interacción cultivar x tipo de agua x preservador (Cuadro A2). Esto quiere, decir que la vida en florero de las rosas en estudio resultó afectada por el cultivar y los componentes de las soluciones florales donde fueron colocadas las rosas durante su vida de postcosecha.

En la Figura 4.9 se observa que para el cultivar Freedom las rosas que alcanzaron una mayor vida en florero (22 días en promedio) fueron las tratadas con una solución elaborada con AP y 800 ppm de SA. Esto representó una diferencia de 5 días (30%) en comparación con las flores colocadas solo en AP y de 3.5 días (14.7%) en las flores colocada en ART.

Así mismo se observa en esta Figura que las rosas 'Coral' que no recibieron aplicación de químico alguno, presentaron una mayor vida en florero independientemente del tipo de agua, y que las rosas 'Titanic' por el contrario, alcanzaron una mayor vida en florero cuando fueron colocadas en una solución en florero elaborada con ART+Floralife®. El incremento en este tratamiento en comparación con las flores en AP y sin preservador fue de 2 días (11.7%) y de 3 días (17.6%) para las flores colocadas en ART también sin preservador.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por De la cruz, *et al.* (2007) al trabajar con lisianthus. Este investigador y sus colaboradores determinaron que con una concentración de 150 ppm de SA + 4.5% de sacarosa se obtuvo una vida en florero de 15 días comparado con 8 días del control (agua destilada).

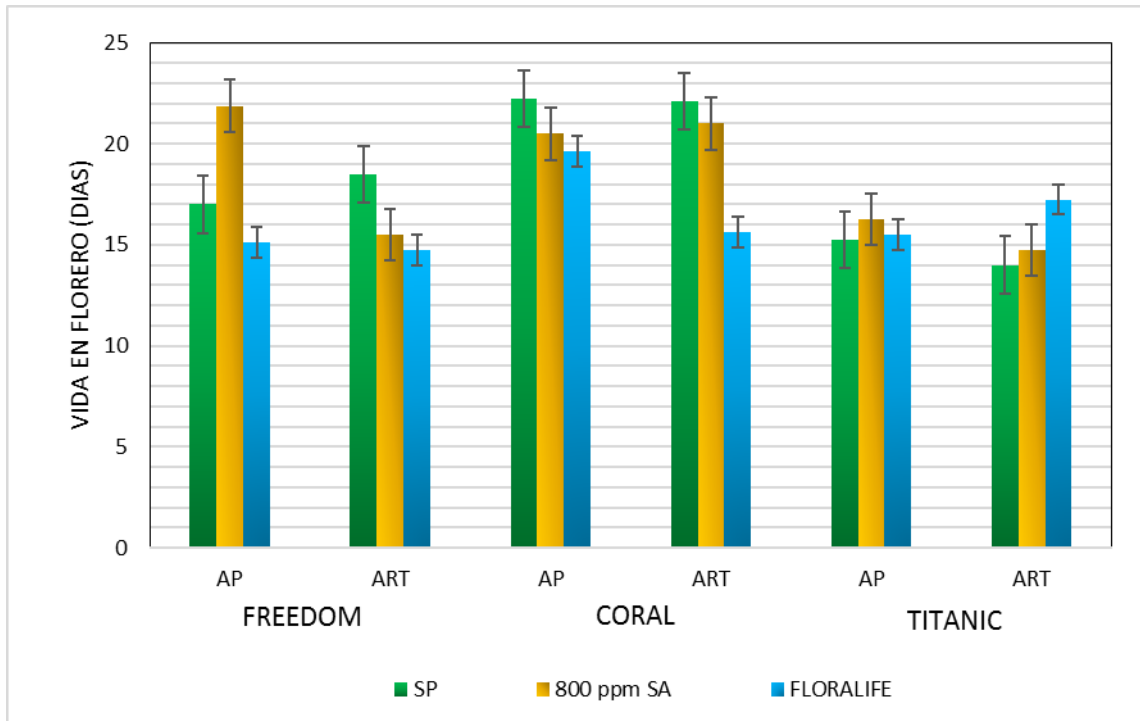


Figura 4.8. Efecto de la aplicación de soluciones florales elaboradas con agua potable (AP), agua residual tratada (ART) y los preservadores sulfato de aluminio (SA) y Floralife® en la vida en florero de rosas ‘Freedom’, ‘Coral’ y ‘Titanic’.

En términos generales en este experimento se observó que el ART no afectó de forma negativa los cultivares de rosa evaluados. Por el contrario, mostró un comportamiento similar al obtenido con AP en la mayoría de las variables estudiadas a excepción de la variable del consumo de agua. Probablemente estos resultados se presentaron porque el ART como lo reportaron Scott *et al* (2004) y Medeiros *et al.*, 2005 contiene minerales y otras sustancias que le sirvieron de alimento a las flores aminorando su deterioro. Además la calidad del ART utilizada en el experimento fue buena (como se pudo constatar con el análisis de agua realizado).

Si bien el ART presenta múltiples beneficios en la agricultura como lo reportan Medeiros *et al.*, 2005 y Geissler y Arroyo, 2011. Aún se encuentra lejos de ser utilizada por los consumidores finales. Ello debido por una parte, a que las flores son elementos decorativos o de lujo donde la calidad del agua es un componente importante. Y por el otro, el ART requiere un manejo especial para ser utilizada. Aun con ello, a nivel productor puede resultar una opción si se utiliza por periodos cortos antes de que las mercancías salgan al mercado como lo sugiere Aureoles *et, al.* (2015).

V. CONCLUSIONES

En este experimento se obtuvo que los cultivares de rosa 'Freedom', 'Coral' y 'Titanic' respondieron de forma diferente a la aplicación de las soluciones florales elaboradas con agua potable, agua residual y los preservadores sulfato de aluminio y Floralife.

En terminos generales se obtuvo que el agua residual tratada no afecto de manera negativa las variables evaluadas. Por el contrario, su comportamiento fue similar el obtenido con el agua potable.

La aplicación de preservadores en la solución floral no afecto de forma importante la vida en florero de las rosas. Sin embargo, afecto variables como el indice de color, contenido de azucares totales y contenido de antocianinas, siendo el preservador Floralife® el que mejores resultados obtuvo.

El agua residual es una opción que se puede utilizar en el manejo de postcosecha de flores de corte siempre y cuando sea de buena calidad y sea utilizada preferentemente por periodos cortos.

VI. LITERATURA CITADA

- Agronegocioecuador, 2010. Postcosecha en Flores de Corte. Consulta Noviembre 2014: http://agronegocioecuador.ning.com/notes/Postcosecha_en_flores_de_corte
- ArgenBio, 2007. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Consulta Abril 2016: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&tipo=1¬e=122>
- ASERCA, 2006. La floricultura mexicana, el gigante que está despertando. Revista Claridades Agropecuarias 3:4-18.
- Aureoles R. F., Juárez L. P, Reyes S. V. M., Galván L. J. J., Bustamante G. M. A. 2015. Agua residual tratada en la poscosecha de Flores de Perrito (*Antirrhinum majus* L.) y lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn). Revista Interamericana de Ciencias. 2(2):41-48.
- Badui D. S., 2006. Química de los Alimentos. Editorial Pearson Educación, México.
- Chahín M. M. A. y Verdugo G., 2002., Manejo de postcosecha de flores. Boletín INIA N° 82. Temuco, Chile.
- De la Cruz G. G. H., Arriaga F. A., Mandujano P. M., Elías A. J. B., 2007. Efecto de Tres Preservadores de la Longevidad Sobre la Vida Postcosecha de Rosa CV. Royalty, Revista Chapingo Serie Horticultura. México.
- Figueroa R. M. R., 2005. Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants. Ed. Chapman and Hall. New York, USA. 210 p.
- FUNPROVER, 2008. Fundación Produce Veracruz, Programa Estratégico De Necesidades De Investigación Y Transferencia De Tecnología De La Cadena Productiva Horticultura Ornamental en el Estado De Veracruz. Consulta Noviembre 2015

<http://www.funprover.org/formatos/PLANES%20ESTRATEGICOS/Cadena%20horticultura%20ornamental.pdf>

- GAST K. L. B., 2000. Fresh Cut Flower Handling for retail florists, Kansas State University. Consult November 2015. [http:// www.oznet.ksu.edu](http://www.oznet.ksu.edu).
- Geissler G. y Arroyo M. El agua como recurso natural renovable. Trillas. México. 218 p.
- Havelly A. H. and Mayak S., 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. Hort. Rev. 3:59-153.
- Ichimura K., 2007. Effects of sucrose treatment on the vase life of various cut flowers. Bull. Natl. Res. Inst. Veg.; Ornam. Plants.
- Ichimura K., Kawabata Y., Kishimoto M., Goto R., Yamada K., 2002. Variation with cultivar in the vase life of cut rose flowers. Bull. Natl. Inst. Flor. Sci. 2: 9-20
- Juárez H. P., Colinas L. M. T., Valdez A. L. A., Espinosa F. A., Castro B. R., Cano G. G. V., 2008. Soluciones y Refrigeración para Alargar la Vida Postcosecha de Rosa cv. "Black magic". Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 31. 73-77.
- KRAUSE W., 1995. Flor técnica, floricultura. Expo flores (Ecuador), Volumen 11, 25-27p.
- Lara J. A. y Hernández A., 2003. Reutilización de aguas residuales: aprovechamiento de los nutrientes en riego agrícola. Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Instituto Cinara, Universidad del Valle. pp. 237-242.
- Lazarova, V. and Bahri A., 2005. Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass. CRC Press. Baton Rouge, Louisiana. 408 p.
- Leszczyńska B. H., Borys M. W., 2002. La Flora en la Cultura del Estado de Puebla. Ed. SIZA-CONACYT, UPAEP, Fundación Produce Puebla. Puebla, México.

- Li-Jen L., Yu-Han L., Kuang-Liang H., Wen-Shaw C., Yi-Mei C., 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*; 41: 299-303
- LIAO J. L., LIN L. Y., HUANG K. L., CHEN W. S.; CHENG Y. M., 2000. Post harvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41: 299-303.
- LIAO J. L., LIN L. Y., HUANG K. L., CHEN W. S., 2001. Vase life of *Eustoma grandiflorum* as affected by aluminum sulfate. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 42: 35-38.
- López M. J., 1981. *El Cultivo del Rosal en Invernadero*. Madrid, España: Mundi-Prensa. 341
- LUANG-LIANG H., LI-JEN L., RONG-SHOW S., WEN-SHAW C., YU-HAN L., 2002. The synergistic effect of maleic acid hydrazide (1, 2-dihydro-3, 6-pyridazinedione) and sucrose on vase life of cut roses. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 42, 637-641.
- Medeiros S., Solares A. P., Ferreira J. N., de Mateos A. y de Souza J., 2005. Utilización de agua residual de origen domesticano en la agricultura: estudio de las alteraciones químicas. *Revista Brasileira de Ingeniería Agrícola Ambiental* 9(4), 603-612.
- Nell A. T., Reid M. S., 2002. *Postcosecha de las Flores y Plantas: Estrategias para el Siglo 21*. Society of American Florists (SAF). Ed. Hortitecnia. Bogotá, Colombia. 115 p.
- Parreiras S., 2005. *Curso sobre tratamiento de esgoto por disposición no solo*. Fundación Estatal del Medio Ambiente (FEAM), Belo Horizonte (Brasil). 40 p.
- PONCE L. C., 2000. Azúcares reductores, proteína soluble y clorofila en la vida postcosecha de la rosa (*Rosa* sp.) cv. Sonia. Tesis de Licenciatura: Ingeniero Agrónomo Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. p. 49
- Reid M. S., 2002. *Postcosecha de las flores cortadas, manejo y recomendaciones*. Edición hortitecnia Ltda.

- Reíd M. S., 2009. Postcosecha de las flores cortadas, manejo y recomendaciones. Edición hortitecnia Ltda.
- Reyes L. A. y Aureoles R. F., 2001. Uso De Aminoetoxivinilglicina (AVG) En La Preservación De La Vida En Florero De Rosa De Corte Rosa sp. Programa de hortalizas UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah, México. Pag 198
- Rodríguez W., Elena G. J., González N. L., Sánchez P., 2004. *Sansevieria guineensis* (Jack) Will., nuevo hospedante en Cuba de *Erwinia chrysanthemi* Burk», *Fitosanidad* 8(4):3-5, La Habana.
- SAGARPA, 2012. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Alimentaria y Pesca (SIAP). Consulta Noviembre 2014. http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article_2363.asp.
- Scott C., Faruqui N. and Raschid S., 2004. Wastewater Use in Irrigated Agriculture: Confronting the Livelihood and Environmental Realities. CAB International, Cambridge, MA, USA. 206 p.
- SEDRAGO, 2011. Sistema de Información Agropecuaria, (SIACON). Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México. D.F., México.
- SIACON, 2010. Sistema de Información Agroalimentaria. Consulta Noviembre 2014. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426
- Valdez, A. L. y Hernández O. A., 2005. Anturio. Cultivo y fisiología. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 102 p.
- VERLINDEN S., VICENTE G. J. V., 2004. Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. *Postharvest Biology and Technology*. 31(3): 305-312.

- VAN DOORN W. G., 2000. Water relations of cut flowers. *Horticultural Reviews* 18: 1-85
- Van Meeteren U., Van Leperen W., Nijssen J., Keijzer K., Scheenen T., Van As H., 2001. Processes and xylem anatomical properties involved in rehydration dynamics of cut flowers. *Acta Horticulturae*; 543: 199-205.
- Vidal B. M., 2002. La calidad agronómica de las aguas de riego. *Agricultura moderna*. Madrid
- Vidal B. M., 2001. La calidad agronómica de las aguas de riego. *Agricultura moderna*. Madrid
- Yamada K., Oyama T. O., Nakada M., Maesaka M., Yamaki S., 2007. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. *Postharv. Biol. Technol.* 43:174-177.

VII. APÉNDICE

Cuadro A1. Comparación de medias, diferencia mínima significativa (D.M.S.), significancia y coeficiente de variación (CV) de las variables consumo de agua y peso en tres cultivares de rosa en soluciones florales elaboradas con dos tipos de agua y dos preservadores florales.

| FACTOR | CONSUMO DE AGUA (ml) | | PESO (gr) | | |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------|---------|
| | 5 DDC [‡] | 10 DDC | 2 DDC | 7 DDC | 9 DDC |
| CULTIVAR (C) | | | | | |
| FREEDOM | 130.00 b | 89.17c | 33.25 b | 28.57 c | 22.05c |
| CORAL | 247.50 a | 209.17 a | 46.36 a | 45.79 a | 37.96 a |
| TITANIC | 244.58a | 164.17 b | 43.98 a | 41.12 b | 30.78b |
| D.M.S | 33.35 | 27.51 | 3.71 | 3.57 | 3.12 |
| TIPO DE AGUA (TA) | | | | | |
| POTABLE | 251.39 a | 192.22 a | 42.13 a | 40.11 a | 31.54 a |
| RESIDUAL | 163.33 b | 116.11 b | 40.26 a | 36.87b | 28.98b |
| TRATADA | | | | | |
| D.M.S | 22.41 | 18.50 | 2.53 | 2.43 | 2.12 |
| PRESERVADOR (P) | | | | | |
| SIN PRESERVADOR | 222.92 a | 167.08 a | 40.39 a | 37.63a | 29.66 a |
| 800 ppm DE SULFATO DE ALUMINIO | 220.42 a | 177.92 ^a | 41.01 a | 40.59 a | 31.60 a |
| FLORALIFE | 178.75b | 117.50 b | 42.20 a | 37.25a | 29.54 a |
| D.M.S. | 33.35 | 27.51 | 3.71 | 3.57 | 3.12 |
| SIGNIFICANCIA | | | | | |
| C | ** | ** | ** | ** | ** |
| TA | ** | ** | Ns | ** | ns |
| P | ** | ** | Ns | ns | ns |
| C X TA | * | Ns | ** | ** | ** |
| C X P | ns | * | Ns | ns | ns |
| TA X P | ns | * | Ns | ns | ns |
| C X TA X P | ns | Ns | Ns | ns | ns |
| CV | 15.43 | 17.13 | 18.58 | 21.02 | 21.28 |

[‡]DDC= Días después del corte.

Cuadro A2. Comparación de medias, diferencia mínima significativa, significancia y coeficiente de variación de las variables vida en florero, contenido de clorofila, contenido de antocianinas, apertura floral y contenido de azúcares presentes en tres cultivares de rosa en soluciones florales elaboradas con dos tipos de agua y dos preservadores florales 15 días después de la cosecha.

| FACTOR | CLOROFILA (mg/gr) | AZUCARES (ppm) | APERTURA FLORAL (cm) | INDICE DE COLOR | VIDA EN FLORERO (días) |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|
| CULTIVAR (C) | | | | | |
| FREEDOM | 1.603 a | 0.213 a | 5.49 c | 82.019 a | 17.125 b |
| CORAL | 1.431 a | 0.215 a | 7.64 a | 30.130 b | 20.188 a |
| TITANIC | 0.970 b | 0.178 a | 6.46 b | 26.923 b | 15.500 b |
| D.M.S | 0.31 | 0.08 | 0.66 | 3.5216 | 2.00 |
| TIPO DE AGUA (TA) | | | | | |
| POTABLE | 1.455 a | 0.197 a | 6.64 a | 46.357 a | 18.15 a |
| RESIDUAL TRATADA | 1.214 b | 0.207 a | 6.43 a | 46.357 a | 17.06 a |
| D.M.S | 0.21 | 0.05 | 0.45 | 2.3921 | 1.37 |
| PRESERVADOR (P) | | | | | |
| SIN PRESERVADOR | 1.518 a | 0.184 a | 6.50 b | 46.357 a | 18.19 a |
| 800 ppm DE SULFATO DE ALUMINIO | 1.181 b | 0.226 a | 7.30 a | 46.357 a | 18.31 a |
| FLORALIFE | 1.305 ab | 0.197 a | 5.79 c | 46.357 a | 16.31 a |
| D.M.S. | 0.31 | 0.08 | 0.66 | 3.52 | 2.00 |
| SIGNIFICANCIA | | | | | |
| C | ** | ns | ** | ** | ** |
| TA | * | ns | ns | ns | ns |
| P | * | ns | ** | ns | * |
| C X TA | * | ns | ns | ns | ns |
| C X P | Ns | ns | ** | ns | * |
| TA X P | Ns | ns | ns | ns | ns |
| C X TA X P | Ns | * | ns | ns | * |
| CV | 28.47 | 27.33 | 21.02 | 10.92 | 23.57 |

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
(nom-003-semarnat-1997 y nom-002-semarnat-1996)

- Norma oficial mexicana nom-003-semarnat-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Con base en el acuerdo por el cual se reforma la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la secretaría de medio ambiente y recursos naturales, así como la ratificación de las mismas previa a su revisión quinquenal, publicado en el diario oficial de la federación el 23 de abril de 2003.

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 1998)

- Norma oficial mexicana nom-002-semarnat-1996 que establece lo límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Con base en el acuerdo por el cual se reforma la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la secretaría de medio ambiente y recursos naturales, así como la ratificación de las mismas previa a su revisión quinquenal, publicado en el diario oficial de la federación el 23 de abril de 2003.

(Publicada en el diario oficial de la federación el 3 de junio de 1998).