



Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

F
Tesis
3116

ALMACENAMIENTO Y SOLUCIONES PRESERVANTES EN
TALLOS CORTADOS DE ROSA cv. 'BLACK MAGIC'

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA



PRESENTA:

JUÁREZ HERNÁNDEZ PABLO

DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

CHAPINGO, MÉXICO A ABRIL DE 2009.



Instituto de Horticultura



BIBLIOTECA

ALMACENAMIENTO Y SOLUCIONES PRESERVANTES EN
TALLOS CORTADOS DE ROSA cv. 'BLACK MAGIC'

Tesis realizada por el Ing. **Pablo Juárez Hernández** bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: 
DRA. MARÍA TERESA COLINAS LEÓN

ASESOR: 
DRA. MA. LOURDES C. ARÉVALO GALARZA

ASESOR: 
DR. HÉCTOR LOZOYA SALDAÑA

ASESOR: 
DR. JUAN ENRIQUE RODRÍGUEZ PÉREZ

DATOS BIOGRÁFICOS

Pablo Juárez Hernández es originario de Tlamamala, Huazalingo, Hidalgo, nació el 14 de septiembre de 1982. Inició sus estudios en la Escuela Primaria Rural Federal “Justo Sierra” CCT: 13DPR0705P y Escuela Telesecundaria “Solidaridad No. 333” CCT: 13DTV0111E en Tlamamala. Cursó la educación media superior en el Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario No. 5, CCT: 13DTA00051 en Huejutla de Reyes, Hgo. (Agosto 1997–Junio 2000). En julio del año 2000 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, en Texcoco, México y egresó con el Título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia, en 2005. De julio de 2005 a diciembre de 2006 laboró en la empresa HDS Flores de Analco S. C. de P. de R. L. de C. V.; ubicada en la Primera de Analco, Coatepec Harinas, Estado de México. Realizó la Maestría en Ciencias en Horticultura en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo durante el periodo 2007 – 2008.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Chapingo, en especial al Departamento de Fitotecnia por haberme brindado la posibilidad de formarme primero como Ingeniero Agrónomo y ahora por darme la oportunidad de estudiar la Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología (CONACYT), en particular al proyecto SAGARPA-CONACYT 11875, por el imprescindible recurso económico otorgado, sin el cual hubiese sido muy difícil realizar los estudios de posgrado.

A la Doctora Ma. Teresa Colinas León por la excelente dirección de la presente Tesis, así mismo, por brindarme su confianza y amistad.

A la Doctora Ma. Lourdes Arévalo Galarza por su tiempo, dedicación y por sus importantes aportaciones al mejoramiento de la Tesis, sobretodo por su amistad y la confianza que ha depositado en mí.

Al Doctor Juan E. Rodríguez Pérez por las significativas sugerencias encaminadas al fortalecimiento de mi crecimiento profesional y personal.

Al Doctor Héctor Lozoya Saldaña por el tiempo otorgado para la revisión, corrección y sugerencias a la presente Tesis.

Al Ingeniero Hugo Domínguez Sepúlveda, Licenciada Marisol Islas Morales y familia, por la gran calidad humana que los distingue, especialmente por la confianza y amistad hacia conmigo, POR SIEMPRE MUCHAS GRACIAS.

A Edgar Isidro y familia, A. Aurelio Ortiz Hernández y familia, y demás compañeros de HDS Flores de Analco; por las facilidades proporcionadas para efectuar la presente investigación.

Al señor Arturo López Veloz, M. C. Cecilia García Osorio, Quím. Cecilio Acosta, M. C. Óscar Cruz Álvarez, Valeria San Juan Reyes, Secretarias Alejandra Varela Rojo, Elvia Moreno Ponce y Rocío Rodríguez Sosa por su apoyo, dedicación y empeño durante el desarrollo de la Tesis.

Al Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario No. 5, de Huejutla de Reyes, Hgo.

A todos mis profesores, quienes me impartieron sus conocimientos en las diversas etapas de mi vida estudiantil.

A las personas que por alguna u otra razón no he tenido la oportunidad de mencionar, y que han colaborado conmigo para fortalecerme, les agradezco de corazón.

Pablo



Dedicatoria

Dedico mi trabajo a DIOS, por el simple hecho de despertar cada día y ver con alegría que tengo la oportunidad de aprender algo nuevo.

A mis padres Pablo Juárez Concepción y Ma. Isabel Hernández Martínez, por el inmenso amor y comprensión que desde siempre he recibido, por sus nobles sentimientos y la enorme calidad humana que los caracteriza, jamás los defraudare.

A mis hermanos Leovigilda, Magdalena, Eligio, Cipriano, Everardo, mis cuñados Galdino, Gaudencio, Anhely, Celerina y Lourdes por todo el amor que nos ha unido, por los consejos que me han brindado y por su apoyo moral y económico. Los admiro y los respeto.

A mis sobrinos Nayda E., Hilda E., Gaudencio, Carlos, Isaac R., Galdino A., Christopher W., Edwin Y., Gabriel J., Alexis T., Dulce M., Chabelita, Lalito, Eligio E. y Víctor J., porque he aprendido de ustedes y con ustedes.

A mis colegas, amigos y hermanos: Mónica Corey Morales Trujillo, Eric Carrillo González, Ubaldo Flores Valdez, Lucía Hernández Cerón, Karina del Rosario Olgún, Nayelli Campos Hernández, Ramón Huerta Zurita, Rocío Hernández Martínez y Diana Trujano Fragoso, por la amistad que aún seguimos fomentando.

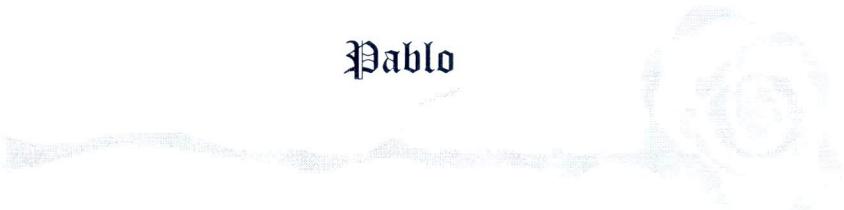
A todas las personas que tuve la oportunidad de conocer durante la maestría, por las cuales me he superado, muy especialmente a Carmen Cortez Trejo, GRACIAS.

A mi muy estimado 'paisano', el señor Antero Hernández Vera y a su amable familia, por su confianza y amistad. También a Rogelio 'Roger' Deheza M., la señora Luz Ma. Velasco M. y a todos los amigos que coincidimos en 'La Cueva del Tlacuache', a los que estuvieron, estamos y estarán.

A todos mis compañeros de generación 2007-2008, principalmente a Miguel Ángel, Óscar, Raúl, Elizabeth, además a los M. C. Sigfrido, Alfredo, Armando, Alejandro M. y Antonio.

A todas aquellas hermosas personas que han tocado mi vida, en el imparable paso del tiempo y a quienes debo un gran tributo por lo que quiero, pienso y siento hoy en día.

Pablo



CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ABSTRACT	vi
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Cultivar de rosa 'Black Magic'	4
2.3. Problemática relacionada con la poscosecha en México	5
2.4. Importancia del manejo poscosecha de flores cortadas.....	6
2.5. Factores que alteran la vida poscosecha de las flores.....	8
2.5.1. Temperatura	8
2.5.2. Balance hídrico	9

2.5.3. Uso de soluciones preservantes	10
2.5.4. Producción de etileno	12
2.6. Uso de bajas temperaturas	13
2.7. Color.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación del experimento	16
3.2. Material vegetal	16
3.3. Soluciones preservantes	17
3.4. Establecimiento del experimento.....	19
3.4.1. Aplicación de tratamientos	19
3.4.2. Vida de florero	19
3.5. Unidad y diseño experimental	20
3.6. Caracteres evaluados.....	20
3.6.1. Experimento 1: Variables físicas.....	20
Variación de peso fresco de tallo floral (%) (VPF).....	20
Diámetro de flor (cm) (AF).....	20
Consumo de agua (mL/tallo) (CAA).....	21
Vida de florero (%) (VF).....	21
Determinación de color.....	21
3.6.2. Experimento 2: Variables fisiológicas	21

Producción de etileno y CO ₂ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$).....	21
Contenido de clorofilas a, b y total ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) (CLa, CLb, CLt)	22
Contenido de antocianinas ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) (ANT).....	23
3.7. Análisis estadístico	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Vida de florero	26
4.2. Apertura floral.....	28
4.3. Peso fresco	31
4.4. Consumo acumulado de agua.....	34
4.5. Contenido de clorofila a, b y total	37
4.6. Contenido de antocianinas y color	39
4.7. Producción de etileno y CO ₂	41
5. CONCLUSIONES	44
6. BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXO	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Reguladores de crecimiento usados para prolongar la vida de algunas flores.....	11
Cuadro 2. Vida de florero (%) de tallos florales de rosa cv. 'Black Magic'	27
Cuadro 3. Comparación de medias de Tukey en apertura floral en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.....	29
Cuadro 4. Comparación de medias de Tukey en variaciones de peso fresco en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.	33
Cuadro 5. Comparación de medias de Tukey en consumo de agua acumulado en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.	34
Cuadro 6. Comparación de medias de Tukey en contenido de clorofilas a, b y total en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.....	37
Cuadro 7. Comparación de medias de Tukey en contenido de antocianinas en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.	40
Cuadro 8. Comparación de medias de Tukey en producción de CO ₂ en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tallo floral de rosa del cv. 'Black Magic'	17
Figura 2. Apertura floral en tallos cortados de rosa cv. 'Black Magic'	30
Figura 3. Variación de peso fresco en tallos cortados de rosa cv. 'Black Magic'	32
Figura 4. Consumo de agua en tallos cortados de rosa cv. 'Black Magic'.	35

ALMACENAMIENTO Y SOLUCIONES PRESERVANTES EN TALLOS CORTADOS DE ROSA cv. 'BLACK MAGIC'

STORAGE AND PRESERVATIVE SOLUTIONS IN CUT STEMS OF ROSE cv. 'BLACK MAGIC'

Pablo Juárez Hernández¹, María Teresa Colinas León².

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de soluciones preservantes como pretratamiento al almacenamiento en seco y húmedo a baja temperatura, se realizaron dos experimentos en los que se evaluó la respuesta en vida de florero de tallos cortados de rosa (*Rosa hybrida* L.) cv. 'Black Magic', en la empresa HDS Flores de Analco S. C. de P. de R. L. de C. V., en Coatepec Harinas, México. La evaluación de la vida de florero se realizó en el Laboratorio de Postcosecha, del Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. El diseño experimental fue completamente al azar. El tratamiento con 6-benzyladenina [n-(fenilmetil)-1H-purina-6 amina] (Cystar®) promovió el mayor consumo de agua, contenido de antocianinas, ángulo Hue, menor cromaticidad y menor producción de CO₂. A pesar de no haber realizado pruebas estadísticas, Cystar® produjo la mayor sobrevivencia de tallos florales 8 días después de refrigeración, superó en 10 % a los tratamientos de almacenamiento en seco e Hydraflor®. La longevidad de estos tallos fue superior dos días al almacenamiento húmedo y un día más que el tratamiento con agua 24 horas. El almacenamiento seco en comparación con el manejo en húmedo resultó mejor dada la mayor apertura floral y vida de florero.

Palabras clave: vida de florero, soluciones preservantes, almacenamiento seco, almacenamiento húmedo, refrigeración.

ABSTRACT

In order to determine the effect of preservative solutions as a pretreatment to wet and dry storage at low temperature, two experiments were conducted which evaluated the response of vase life of cut stems of rose (*Rosa hybrida* L.) cv. 'Black Magic', in the enterprise HDS Flores de Analco S. C. de P. de R. L. de C. V. in Coatepec Harinas, México. The evaluation of vase life was carried out in the Postharvest Laboratory, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. The experimental design was completely randomized. The treatment with 6-benzyladenina [n-(fenilmetil)-1H-purina-6 amina] (Cystar®) promoted greater water uptake, anthocyanins content, Hue angle, lower chromaticity and lower CO₂ production ($P \leq 0.05$). Despite not carrying out statistical tests, Cystar® produced the highest survival of flower stalks 8 days after refrigeration, exceeding by 10% the dry storage and Hydraflor® treatments. The longevity of these stems was two days longer wet storage and one day more than the treatment with water 24 hours. The dry storage was better compared to the wet treatment, because of better flower opening and vase life.

Key words: vase life, preservative solutions, dry storage, wet storage, refrigeration.

¹ Tesista

² Director

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades económicas en el sur del Estado de México es la producción florícola, con una superficie aproximada de 4900 hectáreas. Los municipios de Coatepec Harinas, Villa Guerrero, Ixtapan de la Sal, Zumpahuacán, Tonicato y Tenancingo aportan 80 % de la producción de flor de corte a nivel estatal (SEDAGRO, 2008). La rosa (*Rosa hybrida* L.) es la especie con mayor superficie establecida bajo invernadero, por su alta rentabilidad y demanda en el mercado nacional e internacional. Las rosas son las flores más vendidas, constituyen alrededor del 27% del consumo mundial de flores cortadas (Ainsworth, 2006). Sin importar que las flores se entreguen a los comerciantes en un mercado cercano o se transporten a grandes distancias, es necesario un manejo y tratamiento poscosecha adecuados para mantener la calidad de las flores. El manejo poscosecha de las rosas se realiza mediante el almacenamiento de los tallos florales sumergidos en agua (almacenamiento en húmedo) a bajas temperaturas y en algunos casos con la aplicación de preservantes florales, por esta situación es preciso generar un manejo poscosecha adecuado en fechas pico (14 de febrero, 10 de mayo, 12 de diciembre) cuando su almacenamiento llega a extenderse hasta 15 días después del corte y es imprescindible asegurar una larga vida en florero.

En la producción de rosas no solo es importante lograr grandes volúmenes, porque en ocasiones, por un manejo inadecuado de la fase poscosecha suele verse afectada con pérdidas que pueden alcanzar hasta el 50 % de la producción.

1.1. Objetivo

- 1) Determinar el efecto de soluciones preservantes sobre la respuesta en vida de florero de tallos florales de rosa del cultivar 'Black Magic' en almacenamiento seco y húmedo.

1.2. Hipótesis

El uso de preservantes florales en la fase poscosecha de tallos de rosa modifica la duración de la vida en florero, afectando el consumo de agua, la apertura floral, el peso fresco, contenido de clorofilas, antocianinas y producción de CO₂ y etileno.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Las rosas son nativas de diversos hábitats en el hemisferio norte. Actualmente son reconocidas más de 130 especies, sin embargo, sólo de siete a diez especies se encuentran en los antecedentes de la creación de la mayoría de los cultivares modernos, dejando sin explotar gran parte de los recursos genéticos. Los cultivares son casi exclusivamente propagados asexualmente. Las rosas son de polinización cruzada, arbustos leñosos, y su progenie puede separarse debido a los rasgos ampliamente heterogéneos. La mayoría de los cultivares son tetraploides, mientras que la mayoría de las especies son diploides. La limitada fecundidad, las barreras de reproducción, el desafío de la germinación, un número relativamente reducido de fundadores entre los cultivares de germoplasma elite, y la necesidad de progenie de grandes tamaños suelen ser los retos importantes para los obtentores de nuevas variedades. Si bien la mutación inducida se utiliza en algunas plantas como crisantemos para producir variaciones de color sin alterar otras características de la planta, la técnica no ha tenido gran éxito en rosa (Ainsworth, 2006).

El aumento de conocimiento de la herencia de rasgos y técnicas de genética molecular son valiosas herramientas de ayuda a los hibridadores modernos. La necesidad de nuevos cultivares sigue siendo fuerte como la divergencia entre los tipos de mercados cada vez más especializados. Los objetivos de alta prioridad de las rosas como flor de corte incluyen cultivares adaptados a las nuevas regiones de producción, que florezcan en maceta o como rosas de floristería con larga vida, y bajos costos de mantenimiento (Anderson, 2007).

Sin embargo, los estudios más recientes en ingeniería genética se dedican a buscar cultivares que sean netamente de color azul, para ello se realiza investigación para incorporar la enzima Flavonoide 3'-5' hidroxilasa (F3'5'H) que ayuda a la acumulación de antocianinas del grupo de las delphinidinas, las cuales también cambian de color dependiendo del pH (Ainsworth, 2006). El panorama es complicado, porque las rosas poseen pelargonidinas y cianidinas que junto con los carotenoides interfieren en la obtención del color deseado, sobretodo por la influencia de dihidroflavonol 4-reductasa (DFR) endógena de la rosa que produce compuestos rojos y naranjas, que interfieren con el color azul (Katsumoto *et al.*, 2007).

2.2. Cultivar de rosa 'Black Magic'

La variedad de rosal 'Black Magic' fue introducida al mercado en 1995, por la casa comercial Rosen Welt Tantau, de Alemania. Procede de un híbrido de té,

considerada dentro del grupo de rosas de botón grande (5-7 cm) y tallo largo (70-90 cm). Su productividad es buena, con alrededor de $95 \text{ tallos} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{año}^{-1}$, y $1.1 \text{ tallos} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mes}^{-1}$, y la vida de florero es media, con duración de 10 a 12 días en condiciones ambientales favorables.

2.3. Problemática relacionada con la poscosecha en México

México posee grandes ventajas climáticas y comerciales que permitirían que la producción de plantas ornamentales fuera una prioridad nacional, sin embargo a continuación se enumeran diversos factores que han impedido que esto se cumpla:

- Gran diferencia tecnológica en el manejo poscosecha entre los pequeños productores y las grandes empresas.
- Diferencias muy marcadas en la calidad de las flores lo cual ha generado problemas graves en la eficiencia del manejo poscosecha, en especial en la exportación ya que no se reúnen los estándares de calidad de los consumidores.
- Uso reducido de soluciones conservadoras y falta de infraestructura para el manejo de la cadena de frío.
- Problemas de plagas y enfermedades.
- El gobierno no ha considerado como una prioridad la producción e investigación en ornamentales, por lo que en general ha habido muy poco



apoyo económico a través de las instancias correspondientes como SAGARPA, FIRA y gobiernos estatales.

- Lo anterior repercute en que exista poca investigación en el área de poscosecha de flores de corte, llegando a depender de la tecnología generada en otros países.
- La escasa información sobre manejo poscosecha que llega a México de otros países se ha generado en zonas cuyas condiciones de climas y suelos son totalmente diferentes a los de México. En no pocos casos, los términos son diferentes o vienen en idiomas poco accesibles a productores, técnicos y estudiantes.
- Los pequeños productores son los mas vulnerables al fracaso de un proyecto nuevo, principalmente por no tener conocimientos técnicos o asesoría de personal capacitado en el ramo, carencia de infraestructura adecuada para la producción de cierta especie, desconocimiento tanto del manejo poscosecha, como de los canales de comercialización y comportamiento de precios, compitiendo con las grandes empresas (Colinas, 2006; com. pers .³).

2.4. Importancia del manejo poscosecha de flores cortadas

Todos los pasos del proceso de producción de las rosas son importantes, porque si se descuida una parte, el conjunto de la cadena se debilita. Por ejemplo, si en precosecha el programa de fertilización está fuera de equilibrio,

³ Colinas León María Teresa. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco; Km. 38.5. Texcoco, México.

si la calidad y cantidad del agua fue deficiente, si los cultivares seleccionados no llenan las expectativas del mercado, la calidad de las flores será pésima (Armitage y Laushman, 2003). La apariencia, calidad y longevidad de las flores de corte depende de las condiciones de cultivo, punto de corte y un manejo poscosecha adecuado (Nowak y Rudnicki, 1990). A pesar de la introducción al mercado de nuevas variedades que ofrecen mayor longevidad, se ha observado que las condiciones de transporte, almacenamiento y manejo no son adecuadas, por lo que es seguro que la nueva variedad no exprese su potencial de calidad óptima (Nell y Reid, 2000; Armitage y Laushman, 2003).

Las flores cosechadas en el calor del día pueden ser estresadas por las altas temperaturas. Las flores de color oscuro deben cortarse alrededor de los 6 °C, mientras que las flores en un blanco brillante soportan temperaturas más altas. Se puede argumentar que la cosecha debe ser realizada en la tarde debido a que la acumulación de asimilados derivados de la fotosíntesis es mayor que en la mañana, pero en la mañana, el contenido de agua del tallo es alto y las temperaturas bajas. Sin embargo, el corte debe retrasarse hasta que las plantas están secas de rocío o lluvia, para evitar presencia de enfermedades (Armitage y Laushman, 2003).

Las flores para el mercado local generalmente se cosechan mucho más abiertas que aquellas que se van a almacenar y/o transportar largas distancias (Nell y Reid, 2000).

2.5. Factores que alteran la vida poscosecha de las flores

Las flores de corte se encuentran entre los productos más perecederos que se pueden comprar. De acuerdo con Jones (2001), hay cuatro factores básicos que afectan a la vida de florero de las flores cortadas: 1) la temperatura a la que las flores se mantienen; 2) la calidad del agua en el que se encuentre y su capacidad para consumirla; 3) el preservante floral, y 4) su sensibilidad a etileno.

2.5.1. Temperatura

La temperatura es probablemente el factor más crítico en el cuidado de las flores cortadas. Las flores de corte son organismos vivos y tienen una vida limitada. Nada se 'muere' más fácilmente que una flor de corte en un día caluroso. La mayoría de las flores están compuestas de finos y delicados pétalos que pierden agua y se marchitan rápidamente (Jones, 2001).

Las flores están genéticamente "programadas". Se necesita una gran cantidad de energía para que una planta pueda producir grandes flores de color brillante y la planta "prefiere" para hacer esto sólo por un tiempo corto. Por esta razón, las flores son en su mayoría de corta duración, ya que están diseñados para ser polinizadas por abejas u otros insectos o pájaros, para después producir frutos y semillas en conjunto, y entonces morir (Jones, 2001). Esta energía es

suministrada por la fotosíntesis, mediante la luz solar, el dióxido de carbono y agua para producir azúcares, coadyuvados por el agua y los minerales que la planta obtiene del suelo. El proceso conocido como respiración convierte estos azúcares en energía. Adicionalmente la respiración produce calor y en la mayoría de los casos, el calor hace que las flores cortadas mueran más rápido si no se controla por mecanismos como la refrigeración. La respiración es controlada por la temperatura. Altas temperaturas producen tasas de respiración altas, que a su vez acelera el desarrollo de flores, lo que significa que las flores mueren más rápido (Jones, 2001).

2.5.2. Balance hídrico

El agua es esencial para las flores cortadas frescas (Jones, 2001). Después de la cosecha, las flores colocadas en agua muestran un aumento inicial de peso fresco, seguido de una disminución del mismo. Esta relación entre el agua transpirada y el agua absorbida es lo que se llama balance hídrico y su evolución determina el peso fresco final de las flores (Paulin, 1997). Si el agua evaporada no se sustituye a la misma velocidad que se pierde por evaporación, las flores se marchitan (Jones, 2001).

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. El hecho de que la pérdida de agua y el menor potencial

hídrico que se observan en las flores cortadas no conduzcan a un incremento paralelo en la absorción de agua, permite pensar que existen obstáculos en los vasos conductores ejerciendo resistencia a la circulación de líquidos (Paulin, 1997).

Durante años se ha sabido que el crecimiento de microbios en el agua reduce la vida de las flores y follajes cortados (Nowak y Rudnicki, 1990). Se ha demostrado claramente que cuando el número de microbios presentes en la base del tallo floral aumenta por encima de un punto determinado, el flujo de agua dentro del tallo es restringido y la flor se marchita (Nell y Reid, 2000).

2.5.3. Uso de soluciones preservantes

En tallos florales cortados que lentamente se rehidratan cuando son colocados en agua después del almacenamiento en seco, los métodos tradicionales para mejorar longevidad en florero son los tratamientos cortos con complejos de tiosulfato de plata (Van Doorn *et al.*, 1993); compuesto utilizado por primera vez para la prevención de la acción de etileno en las flores cortadas hace 30 años, pero con muchas restricciones porque la plata es un metal pesado que persiste en el suelo y puede ser un peligroso contaminante del agua, así como dañar el sistema nervioso en los seres humanos en altas concentraciones (Ferrante y Francini, 2006), o el uso de compuestos antibacteriales que tienen muy poco efecto (Van Doorn *et al.*, 1993).

En algunos casos se han usado reguladores de crecimiento en la fase poscosecha, como en hojas cortadas de *Zantedeschia aethiopica* el tratamiento con soluciones acuosas de ácido giberélico (AG₃) como solución de pulso (24 h) incrementó considerablemente su vida de florero (Skutnik *et al.*, 2001); la inclusión de surfactantes las soluciones preservantes mejoran las relaciones hídricas en la vida de florero de todas la especies de flores, cuando previamente han sido almacenadas en seco (Van Doorn *et al.*, 1993). Los principales reguladores de crecimiento más utilizados para prolongar la vida poscosecha en flores se mencionan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Reguladores de crecimiento usados para prolongar la vida de algunas flores.

Nombre del compuesto	Símbolo	Intervalo de concentración (ppm)
Citocininas		
6-benzylamino purina	BA	10-100
6-(benzylamino)-9-(2-tetrahidropiranyl)-9-H purina	PBA	10-100
Isopentil adenosina	IPA	10-100
Kinetina	KI	10-100
Auxinas		
Ácido indol-3-acético	IAA	1-100
Ácido α-naftil acético	NAA	1-50
Giberelinas: Ácido giberelico	GA	1-400
Ácido abscísico	ABA	1-10
Inhibidores del etileno		
Aminoetoxivinil glicina	AVG	5-100
Metoxivinil glicina	MVG	5-100
Ácido aminoocxiacético	AOA	50-500

FUENTE: Nowak y Rudnicki, (1990)

Los reguladores del crecimiento usados en los preservantes florales previenen la acción hormonal de compuestos producidos dentro de las flores. Pueden ser aplicados a las flores de manera única o mezcladas con otras sustancias. Los reguladores del crecimiento pueden iniciar, acelerar o inhibir varios procesos bioquímicos y fisiológicos en las plantas, por ello es posible retrasar el proceso de senescencia en flores aplicando a la planta hormonas o reguladores sintéticos del crecimiento (Nowak y Rudnicki, 1990).

2.5.4. Producción de etileno

El etileno, es una hormona vegetal en forma de gas (Wilkins y Swanson, 1975), está involucrada en muchos aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo germinación de semillas, senescencia y abscisión de hojas y flores y en la maduración de frutos. También funciona como un importante modulador en la respuesta de las plantas a estímulos bióticos y abióticos, como el ataque de patógenos, las inundaciones, la refrigeración, y los daños mecánicos (Paulin, 1997; Johnson y Ecker, 1998; Bleecker y Kende, 2000) en altas concentraciones (0.5-1.0 ppm) el etileno causa una serie de desórdenes durante la poscosecha (Nell y Reid, 2000).

El etileno es liberado por todas las flores y la presencia de flores dañadas repercuten en un aumento significativo en las concentraciones del gas (Armitage y Laushman, 2003).

Los inhibidores de etileno, reducen o eliminan su actividad biológica en las plantas. Estos compuestos se pueden dividir en dos grupos: los inhibidores de la biosíntesis de etileno y los inhibidores de la acción de etileno. Los primeros son sustancias que interactúan con la vía de la biosíntesis de etileno a través de la inhibición de enzimas clave, la ACC sintasa y ACC oxidasa (Ferrante y Francini, 2006). Se han descubierto químicos que interfieren con estas enzimas e inhiben la producción de etileno en los tejidos vegetales como el AOA (ácido aminoociacético) y el AVG (aminoetoxivinilglicina), los cuales han sido la base de los productos comerciales destinados a extender la poscosecha de las flores cortadas y son efectivos en situaciones en las que no existen fuentes externas de etileno (Nell y Reid, 2000). El segundo grupo son los inhibidores de la acción de etileno, se encuentran compuestos como el tiosulfato de plata (STS), nitrato de plata, y 1-metilciclopropeno (1-MCP). Aunque pueden evitar que las flores produzcan etileno durante su proceso natural de senectud, estos productos no pueden evitar que el etileno exógeno se una al tejido vegetal y cause cualquiera de los efectos mencionados anteriormente (Nell y Reid, 2000).

2.6. Uso de bajas temperaturas

Las bajas temperaturas, ayudan a disminuir drásticamente el envejecimiento de las flores por atenuar su respiración (Jones, 2001) y se relaciona con fenómenos ontogénicos (Paulin, 1997). El aspecto más importante en la conservación de la calidad es enfriar las flores lo más pronto posible después

de la cosecha y mantener las temperaturas óptimas durante la distribución. La mayoría de las flores de clima templado se deben conservar a 0.5 – 2 °C (Nell y Reid, 2000).

Las flores cortadas pierden agua y se marchitan rápidamente, por lo que se deben almacenar a una humedad relativa superior al 90 % (Nell y Reid, 2000). La pérdida de agua se reduce dramáticamente a bajas temperaturas (Jones, 2001). Aún después de que las flores han perdido cantidades considerables (por ejemplo durante el transporte y el almacenamiento), es posible rehidratarlas mediante técnicas apropiadas (Nell y Reid, 2000).

Aunque las temperaturas bajas detienen el crecimiento y por lo tanto prolongan la longevidad de las flores cortadas (Paulin, 1997) y además disminuyen los efectos del etileno (Jones, 2001); el uso excesivo de temperaturas bajas propicia modificaciones internas que pueden ser perjudiciales para su supervivencia (Paulin, 1997).

Se ha demostrado que la refrigeración prolongada de rosas “Super Star” hace que disminuyan los niveles de proteínas solubles y aumenten los niveles de amoníaco y aminoácidos. Estos cambios fueron observados en el almacenamiento en frío y durante la vida posterior. La acumulación de metabolitos secundarios (acetaldehído, metanol, etanol) puede ser una de las posibles causas del efecto nocivo que ejercen las bajas temperaturas (Paulin, 1997).

2.7. Color

El color de las flores juega un papel importante en la reproducción sexual de las plantas, ya que éste permite atraer a los polinizadores (angiospermas), en su mayoría insectos. Los procesos de hibridación por acción humana han causado una gran diversidad en el color de las flores, debido a la domesticación y cruza selectivas por parte de los mejoradores genéticos. La obtención de nuevos colores puede ser de gran atractivo comercial mediante la introducción de genes externos (Katsumoto *et al.*, 2007). Los diversos pigmentos en las flores son producto de sustancias derivadas del metabolismo secundario de las flores, por ejemplo, los flavonoides dentro de los que se destacan los diferentes tipos de antocianinas con algunos co-pigmentos que contribuyen a los colores observados (Katsumoto *et al.*, 2007). El pigmento fotosintético más importante es la clorofila, ya que es la biomolécula cromófora que interviene más directamente en el proceso de absorción y conversión de la energía luminosa. Existen distintos tipos de clorofila, pero todos se caracterizan por tener un anillo tetrapirrólico cíclico, tipo porfirina, con un catión metálico de magnesio ligado en el centro del anillo (Mg^{2+}). También tienen en su estructura una cadena larga hidrófoba de fitol que les facilita el anclaje dentro de zonas o estructuras poco polares. Debido a esta estructura molecular, las clorofilas son capaces de absorber la radiación luminosa en la zona del azul y también en la zona del rojo; y reflejan el verde, dando a las plantas su color característico (Azcón y Talón, 2000).



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

Se realizaron dos experimentos, el primero se desarrolló durante los meses de abril y mayo de 2008. El segundo experimento se realizó durante el mes de septiembre de 2008. Cada experimento se llevo a cabo en dos etapas, la primera fue el tratamiento con soluciones preservantes y almacenamiento a baja temperatura en las instalaciones de la empresa HDS Flores de Analco S. C. de P. de R. L. de C. V.; ubicada en la localidad de la Primera de Analco, Coatepec Harinas, Estado de México, la segunda consistió en la evaluación de la vida de florero en el Laboratorio de Poscosecha, Área de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

3.2. Material vegetal

Se utilizaron tallos florales de rosa del cultivar 'Black Magic' (Figura 1) de la casa comercial Rosen Welt Tantau; la cual presenta problemas de baja absorción de agua y corta vida de florero. Estos tallos fueron producidos y

clasificados con calidad de exportación y al momento de la cosecha se seleccionaron con el mismo grado de apertura.



Figura 1. Tallo floral de rosa cv. 'Black Magic'

3.3. Soluciones preservantes

Las soluciones preservantes estudiadas se manejaron como tratamiento por 24 horas, posteriormente los tallos se almacenaron en seco. Se utilizaron 4 litros de agua corriente para realizar las soluciones. Los productos usados fueron los siguientes:

1. 6-benzyladenina [n-(fenilmetil)-1H-purina-6 amina]: Regulador de crecimiento vegetal, basado en una citocinina natural, cuyo nombre comercial es Cystar®, de la empresa Valent de México, S.A. de C.V. La dosis del ingrediente activo fue de 0.0114 gramos por litro de agua (0.5 mL de producto comercial por litro de agua).
2. Cystar + Ácido Aminooxiacético (AOA): Se aplicó 6-benzyladenina [n-(fenilmetil)-1H-purina-6 amina] con dosis de 0.0114 gramos por litro de agua, más la adición de 6.25 mg de AOA por litro, que funciona como un inhibidor de la síntesis de etileno.
3. 4-hexylresorcinol: Inhibidor de la enzima catecol oxidasa. La dosis utilizada fue de 5 mM.
4. 4-hexylresorcinol (5 mM) + AOA (6.25 mg L⁻¹).
5. AOA (6.25 mg · L⁻¹).
6. Hydraflor 100®: Preservante floral de la empresa Floralife®, hidratante para todo tipo de flores con problemas de absorción de agua. La dosis empleada fue de 0.5 g L⁻¹. El fabricante no ofrece información sobre el ingrediente activo del producto.
7. Agua 24 horas. Los tallos estuvieron sumergidos en agua durante 24 horas simulando el tratamiento de pulso.
8. Agua permanente: Los tallos florales se mantuvieron sumergidos en agua durante el periodo de refrigeración (11 días), de manera similar al almacenamiento húmedo, con cambio de agua a los 6 días.
9. Almacenamiento seco: Inmediatamente después del corte de los tallos se colocaron en una caja de cartón y se trasladaron a cámara fría.

3.4. Establecimiento del experimento

3.4.1. Aplicación de tratamientos

Los tallos se cortaron en los invernaderos de la empresa entre las 7:30 - 9:00 am. Se trasladaron a la zona de empaque y se colocaron en cubetas con capacidad de 12 litros con 4 litros de solución preservante. Se depositaron en cámara fría durante 24 horas para su hidratación. Al día siguiente se colocaron dentro de cajas de cartón con doble empaque. El primero de papel Craft, como absorbente del exceso de humedad, el segundo empaque fue plástico negro. El empaque se selló con cinta adhesiva. Los tallos empacados se almacenaron en cámara fría durante 11 días con temperatura de $2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa de 85 a 90 %.

3.4.2. Vida de florero

Después del almacenamiento refrigerado, los tallos florales empacados se trasladaron al Colegio de Postgraduados, en Montecillo, México, al Laboratorio de Poscosecha, Área de Fruticultura. Las condiciones del laboratorio variaron entre 17 y 20 °C. En esta etapa se separaron los tallos de cada tratamiento en igual número de frascos con capacidad de 355 mL cada uno. Antes de colocar los tallos en el agua, a cada uno se le cortó 15 cm a partir de la base. Las variables registradas en el primer experimento fueron: peso fresco de tallo floral, apertura floral y consumo de agua; y en el segundo experimento fueron

contenido de clorofilas a, b y total, contenido de antocianinas, color, producción de etileno y CO₂. Las mediciones se realizaron diariamente y el cambio de agua se realizó cada dos días.

3.5. Unidad y diseño experimental

En el primer experimento la unidad experimental fue un tallo floral y se usaron 20 repeticiones. En el segundo, la unidad experimental fue uno o dos tallos con 4 y 5 repeticiones respectivamente, la cual dependió del carácter evaluado. El diseño experimental empleado fue completamente al azar en ambos experimentos.

3.6. Caracteres evaluados

3.6.1. Experimento 1: Variables físicas

Variación de peso fresco de tallo floral (%) (VPF). Diariamente se registró el peso del tallo floral mediante una balanza digital Adam Equipment®, modelo QT 1500.

Se empleó la fórmula:

$$\text{Variación de peso (\%)} = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

Diámetro de flor (cm) (AF). Máximo diámetro de apertura floral diaria.

Consumo de agua (mL/tallo) (CAA). Se determinó cada 2 días mediante la pérdida de agua con respecto a 300 mL colocados a la unidad experimental al inicio del experimento. Después de cada medición se restablecieron 300 ml de agua corriente.

Vida de florero (%) (VF). Diariamente se realizó la observación del número de tallos florales con características de calidad aceptables, es decir, sin la presencia de abscisión de hojas y/o pétalos, cuello doblado, ni bordes necróticos en los pétalos.

Determinación de color. A partir de un pétalo de la parte central del botón floral en 4 tallos, mediante el uso de un colorímetro Hunter Lab, (modelo D 25 A Optical Sensor); se obtuvieron las dimensiones "L" (luminosidad o brillantez de la muestra), "a" (diferencia entre la luz reflejada por la muestra en la zona de roja a verde); "b" (diferencia entre la luz reflectada en la zona de amarillo a azul). El color se expresó mediante los índices IB: Hue y croma. Un ángulo Hue de 0° representa un rojo puro, mientras que un ángulo Hue de 180° representa un verde puro. El valor croma representa la intensidad del color (Minolta, 1994).

3.6.2. Experimento 2: Variables fisiológicas

Producción de etileno y CO₂ ($\mu\text{L}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$). En un recipiente cerrado herméticamente de volumen conocido se colocaron dos tallos florales durante 1

hora. Los gases se extrajeron con una jeringa hipodérmica de 1 mL. La muestra obtenida se inyectó inmediatamente al cromatógrafo de gases marca Hewlett Packard, modelo 5890 Series II, con columna Chrompack Poraplot Q (25 m, 0.32 m). El método de trabajo utilizado fue EtilCO₂.mth, la temperatura del inyector (INLET) fue de 150 °C, detector A (TCD) 170 °C, detector B (FID) 170 °C y el horno (OVEN) 80 °C. Como estándar se utilizó CO₂ 500 mg·litro⁻¹ y etileno 20 ppm. El gas de arrastre fue helio con un flujo de 32.3 ml·min⁻¹. La determinación se realizó a los 2, 4 y 7 días después de refrigeración, durante la vida de florero.

Contenido de clorofilas a, b y total (mg·g⁻¹) (CLa, CLb, CLt) Se realizó la cuantificación de clorofilas a, b y total de la segunda hoja debajo del botón floral. La metodología empleada fue la de la AOAC (1998) con ligeras modificaciones. Se pesó 0.1 g de tejido vegetal fresco, se colocó la muestra en tubos de vidrio cubiertos con papel aluminio y se le adicionaron 20 mL de acetona fría al 80 % v/v. Los tubos se depositaron en un refrigerador por 48 horas a 4 °C. Después de este tiempo se adicionó 5 mL de acetona fría y se determinó la absorbancia a 645 y 663 nm, en espectrofotómetro marca Bausch&Lomb, modelo Spectronic 20.

El contenido de clorofilas se realizó mediante los siguientes cálculos:

mg clorofila a/g de peso fresco = $[12.7 (A 663) - 2.69 (A 645)] \times V / (1000 \times W)$

mg clorofila b/g de peso fresco = $[22.9 (A 645) - 4.68 (A 663)] \times V / (1000 \times W)$

mg clorofila total/g de peso fresco = $[20.2 (A 645) + 8.02 (A 663)] \times V / (1000 \times W)$

Donde:

A= Lectura de absorbancia

V= Volumen final del extracto de clorofila (25 mL)

W= Peso fresco en g del tejido (0.1 g)

Contenido de antocianinas (mg·g⁻¹) (ANT). Se determinó a partir de los pétalos centrales de los botones florales. Se utilizó la metodología de Kannangara y Hansson (1998), con ligeras modificaciones. Se pesó 0.1 gramos de tejido fresco. Se trituró en un mortero con nitrógeno líquido y se agregaron 10 mL de ácido clorhídrico (HCL) 0.1 N, se agitaron por 20 minutos. Para clarificar la solución se centrifugó la muestra a 25000 x g por 30 minutos. Una vez clarificada la muestra se le adicionó 20 mL de HCL 0.1 N y se determinó la absorbancia a 516 nm en espectrofotómetro marca Thermo Electronic Co., modelo Genesys 10 UV; donde el estándar fue HCL 0.1 N. Todo el procedimiento se realizó en condiciones de oscuridad.

El contenido de antocianinas se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{CAT} = \frac{[(\text{Abs } 516 \text{ nm}/4.48) \times 100]}{0.1 \text{ g}} \times \text{F.D.}$$

Donde:

CAT = Contenido de Antocianinas Totales

Abs 516 nm = Absorbancia a 516 nanómetros

F. D. = Factor de dilución = 6

3.7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza y comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha=0.05$). El paquete estadístico utilizado fue Statistical Analysis System (SAS), versión 9.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En congruencia con el análisis de varianza (Cuadro 1A) realizado en los dos experimentos, las soluciones preservantes y los testigos ($\alpha \leq 0.01$) modificaron el comportamiento de la apertura floral (AF), el contenido de antocianinas (ANT) y croma los primeros tres días después de refrigeración (ddr). En la variación de peso fresco (VPF) de los tallos florales, el contenido de clorofila a (CLa), clorofila total (CLt) y el ángulo Hue, el efecto se observó durante todos los días que se realizaron las mediciones. En la parte final del experimento, las soluciones y los testigos tuvieron efecto en el contenido de clorofila b (CLb) a 8 ddr. Estos datos se consideran de alta confiabilidad, debido a los coeficientes de variación menores de 15 %. En contraste; para el consumo acumulado de agua, el efecto sólo fue observado para los primeros 2 ddr y la producción de CO₂ a 2 y 7 ddr, empero, por los altos valores de los coeficientes de variación, estos datos carecen de precisión, causado por el bajo número de repeticiones y muestreos.

Al realizar la comparación múltiple de medias de Tukey, en AF a 4, 5, 7 ddr (Cuadro 3), VPF a 8 ddr (Cuadro 4), CAA a 4 y 8 ddr (Cuadro 5), CLb y CLt a 3 ddr (Cuadro 6), ANT a 8 ddr (Cuadro 7), producción de CO₂ a 4 ddr (Cuadro 8), no existieron diferencias estadísticas significativas.



4.1. Vida de florero

Los criterios utilizados para caracterizar la longevidad de las rosas y definir los síntomas de terminación de la vida de florero fueron el amarillamiento de sépalos, falta de apertura de botón floral, marchitamiento, cambios de color y abscisión de pétalos y flexión del pedúnculo (Zieslin, 1989).

En el tratamiento con Cystar® se tuvo la mayor vida de florero, con 45 % de sobrevivencia a 8 ddr, resultado que coincide con lo encontrado por Gulzar *et al.*, 2005 quienes indican que las citocininas retrasan la senescencia en flores cortadas, posiblemente por su capacidad de promover el transporte, acumulación y retención de metabolitos a tejidos y órganos, con lo que protegen a las membranas contra la degradación. Del mismo modo, en trabajos de Paull y Chantrachit (2001) la aplicación de citocininas en ornamentales tropicales aumentó la vida de florero sobre el testigo. El tratamiento con Cystar® superó en 10 % al tratamiento de almacenamiento en seco y al de Hydraflor® (Cuadro 2), en los cuales también hubo alta sobrevivencia de tallos florales. La longevidad de estos tallos florales fue superior 2 días que en el almacenamiento húmedo y un día más que el tratamiento con agua 24 horas. Al respecto, Nell y Reid (2000) encontraron que bien utilizados, los preservantes florales extienden la vida de florero más del 25 % y tienen efectos benéficos en la calidad (Halevy y Mayak, 1981).

Cuadro 2. Vida de florero (%) de tallos florales de rosa cv. 'Black Magic'

TRATAMIENTO	DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Cystar®	100	100	100	100	100	95	90	45
Cystar®+AOA	100	100	100	100	85	70	65	10
Hexylresorcinol	100	100	100	100	90	80	55	25
Hexylresorcinol+AOA	100	100	100	95	65	45	35	15
AOA	100	100	100	95	75	65	45	30
Hydraflor®	100	100	100	100	95	75	45	35
Agua 24 hrs.	100	100	100	95	60	45	35	
Agua permanente	100	100	100	50	30	5		
Almacenamiento seco	100	100	100	100	95	75	60	35

El tratamiento de agua permanente tuvo la duración más corta en florero; a 4 ddr se tuvo 50 % de sobrevivencia de tallos florales y a 6 ddr solo contó con 5 %. Este comportamiento se debió al extenso periodo al que fueron sometidos a almacenamiento húmedo, debido a que este manejo es recomendado en periodos muy cortos, en tanto el manejo seco se realiza en periodos mayores (Cevallos y Reid, 2001). En el almacenamiento húmedo y agua 24 horas los tallos florales al utilizar sus reservas de carbohidratos durante el almacenamiento, su vida de florero disminuyó considerablemente. Ya que cuando la flor es cortada la velocidad con la que sus reservas de carbohidratos (acumulados en altos niveles en los pétalos) se metabolizan es uno de los factores que determinan su longevidad (Nichols, 1975; Halevy y Mayak, 1979).

No obstante que los tallos en las soluciones de Cystar®+AOA, Hexylresorcinol+AOA, Hexylresorcinol y AOA tuvieron una vida de florero intermedia, ya que a 8 ddr tenían 10, 15, 25 y 30 % de tallos florales con buena apariencia, respectivamente, fue posible observar que las soluciones donde se

adicionó el AOA como complemento (Cystar® + AOA, Hexylresorcinol + AOA) redujo la sobrevivencia de los tallos florales, sin embargo; en *Dendrobium*, la mezcla de AOA + Glucosa al 4 % aumentó la vida de florero 8 días más sobre el testigo (Rattanawisalanon *et al.*, 2003), seguramente por su relación con la concentración de carbohidratos. En *Bouvardia* el uso de Hexylresorcinol aumentó la vida de florero 10 días sobre el testigo (Vaslier y Van Doorn, 2003).

4.2. Apertura floral

En los tallos en almacenamiento seco se presentó la mayor apertura floral a través de todo el experimento, con diferencias estadísticas ($\alpha \leq 0.05$) respecto al resto de los tratamientos en el primer y el octavo día (Cuadro 3). En estos tallos se observó una rápida apertura floral y posteriormente conservó este comportamiento durante los días siguientes. Al ser la apertura un proceso irreversible, dependió de la expansión celular e incremento de peso fresco (Faragher y Mayak, 1984), los cuales determinaron principalmente la longevidad comercial de los tallos (Sood *et al.*, 2006).

Cuadro 3. Comparación de medias de Tukey en apertura floral en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.

TRATAMIENTO	AF (cm)							
	DIAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN							
	1		2		3		4	
Cystar®	8.700	b ^z	9.808	bc	10.416	bc	10.717	a
Cystar®+AOA	8.355	b	9.885	bc	10.307	c	10.732	a
Hexylresorcinol	7.745	b	9.665	c	10.612	bac	11.070	a
Hexylresorcinol+AOA	8.840	b	10.351	bac	11.038	bac	11.575	a
AOA	8.300	b	10.241	bac	11.018	bac	11.277	a
Hydraflor®	8.930	b	10.919	ba	11.552	a	11.730	a
Agua 24 hrs.	8.720	b	10.637	bac	11.340	ba	11.255	a
Agua permanente	8.310	b	10.584	bac	11.266	ba	11.404	a
Almacenamiento seco	10.563	a	11.216	a	11.545	a	10.989	a
DMSH	1.2		1.0		0.953		1.235	
	5		6		7		8	
Cystar®	10.868	a	10.310	b	9.748	a	9.404	b
Cystar®+AOA	10.612	a	10.435	ba	9.791	a	9.755	b
Hexylresorcinol	11.036	a	10.836	ba	9.295	a	9.436	b
Hexylresorcinol+AOA	10.760	a	10.342	b	10.095	a	9.733	b
AOA	11.223	a	10.853	ba	10.170	a	9.597	b
Hydraflor®	11.395	a	11.199	ba	11.005	a	10.068	ba
Agua 24 hrs.	11.239	a	10.136	b	9.682	a	----	
Agua permanente	10.968	a	11.870	a	----		----	
Almacenamiento seco	11.395	a	11.221	ba	10.910	a	11.084	a
DMSH	1.019		1.466		1.935		1.203	

AF= APERTURA FLORAL, DMSH=DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA HONESTA.

^z Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes, con $\alpha \leq 0.05$

Los tallos con Hexylresorcinol+AOA, agua 24 horas, agua permanente, AOA e Hydraflor® presentaron apertura floral baja el primer ddr, sin embargo, a partir de 2 ddr incrementó y fueron comparables con el resto de los tratamientos con mayor apertura. La apertura floral disminuyó 5 ddr en tallos con Hexylresorcinol+AOA y agua 24 horas, en agua permanente a 6 ddr cuando terminó su vida de florero, AOA 7 ddr e Hydraflor® 8 ddr, junto con el almacenamiento seco.

Los tallos con Hexylresorcinol presentaron una alta apertura floral a partir de 3 ddr, en Cystar® y Cystar®+AOA 4 ddr y se conservó esa tendencia hasta 7 ddr

en los tres tratamientos. En los tallos tratados con Cystar®, Hexylresorcinol+AOA y agua 24 horas, a 6 ddr presentaron una disminución importante en la apertura floral, por lo que se colocaron en el grupo estadístico más bajo, y se recuperaron al día siguiente (Figura 2).

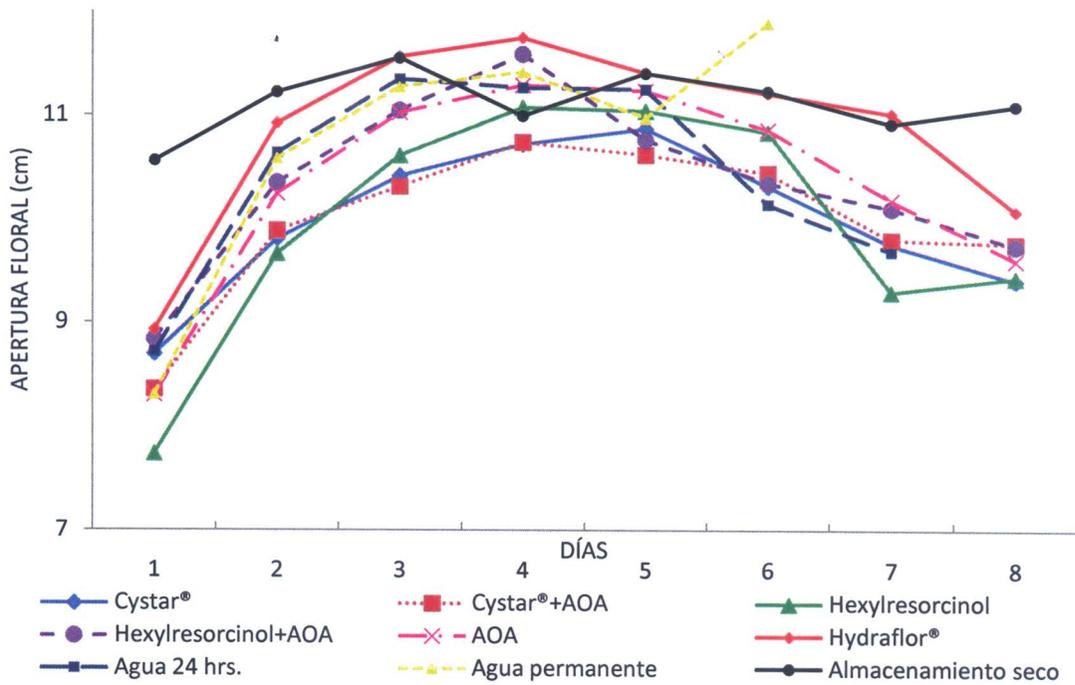


Figura 2. Apertura floral en tallos cortados de rosa cv. 'Black Magic'

A 8 ddr, la senescencia de las flores fue evidente, al tener una disminución importante en la apertura floral de todos los tratamientos, con excepción de los tallos con Hexylresorcinol y almacenamiento seco los cuales presentaron un ligero incremento, empero, las mejores características de los tallos fueron los de almacenamiento seco e Hydraflor®. De acuerdo con Halevy y Mayak (1979), uno de los síntomas típicos en el estado final de la senescencia en los pétalos

es la disminución del peso fresco, pérdida de agua, deshidratación, encogimiento (a menos que la abscisión de pétalos se presente antes de este estado), la pérdida de turgencia y la presencia de cuello plegado. Esto se observa con frecuencia en algunas flores de corte como rosas y gerberas y es causado principalmente por irregularidades en la absorción de agua.

4.3. Peso fresco

En este experimento, al igual que en trabajos realizados por Halevy y Mayak, (1981) e Ichimura *et al.* (1999); los tallos florales inicialmente incrementaron su peso y subsecuentemente éste disminuyó, por lo que las flores que mantuvieron o aumentaron su peso, tuvieron mayor longevidad.

A 2 y 3 ddr en todos los tratamientos se registró la mayor ganancia de peso fresco, a excepción de los tallos con Hexylresorcinol+AOA que a 3 ddr disminuyeron su peso y los tallos en agua permanente, en los que la pérdida de peso fresco se observó desde el primer ddr. Este comportamiento en tallos en agua permanente fue gradual los primeros 3 ddr y durante los siguientes 3 ddr la pérdida de peso fue drástica, y ocasionó la reducción de la vida de florero de los tallos (Figura 3).

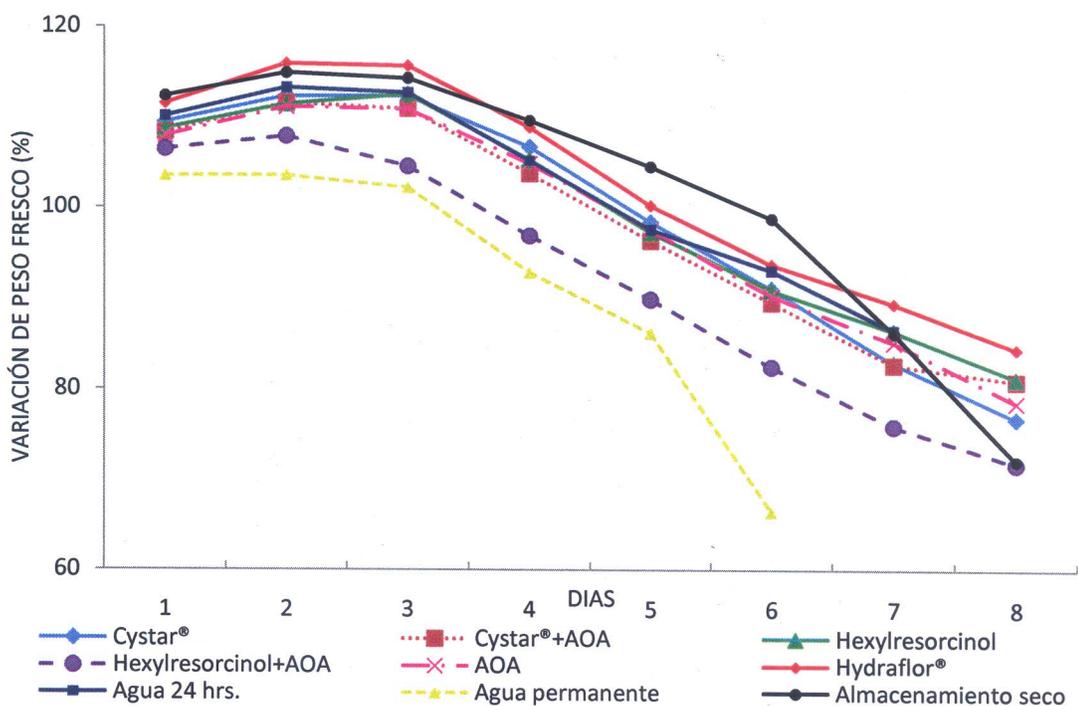


Figura 3. Variación de peso fresco en tallos cortados de rosa cv. 'Black Magic'

Debido al almacenamiento en seco, los tallos retrasaron su metabolismo y mantuvieron sus reservas de carbohidratos, por lo que tuvieron la mayor ganancia de peso fresco los primeros 6 ddr y a pesar de que en los dos últimos días del experimento tuvieron mayor disminución de peso fresco no existieron diferencias significativas con el resto de los tratamientos, con excepción de Hexylresorcinol+AOA al cual superó en 11.18 % a 7 ddr (Cuadro 4). En este sentido, Halevy y Mayak (1979) y Goszcynska *et al.* (1990) encontraron que la longevidad de algunas flores cortadas, y por consiguiente, su ganancia en peso fresco estuvo asociada con el nivel de carbohidratos en las flores.

Cuadro 4. Comparación de medias de Tukey en variaciones de peso fresco en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.

TRATAMIENTO	VPF (%)							
	DIAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN							
	1		2		3		4	
Cystar®	109.464	bdac	112.269	ba	112.261	a	106.647	a
Cystar®+AOA	108.375	bdc	111.522	bc	110.890	a	103.663	ba
Hexylresorcinol	108.772	bdc	111.397	bc	112.484	a	105.201	a
Hexylresorcinol+AOA	106.482	de	107.868	c	104.515	b	96.774	bc
AOA	107.982	dc	111.121	bc	110.855	a	104.799	a
Hydraflor®	111.527	ba	115.894	a	115.596	a	108.816	a
Agua 24 hrs.	110.131	ac	113.210	ba	112.636	a	105.089	a
Agua permanente	103.545	e	103.481	d	102.126	b	92.743	c
Almacenamiento seco	112.342	a	114.865	ba	114.201	a	109.498	a
DMSH	3.3		4.0		4.9		7.1	
	5		6		7		8	
Cystar®	98.255	a	90.939	ba	82.829	ba	76.732	a
Cystar®+AOA	96.227	ba	89.453	ba	82.656	ba	80.895	a
Hexylresorcinol	97.102	ba	90.810	ba	86.329	a	81.163	a
Hexylresorcinol+AOA	89.793	bc	82.457	b	75.904	b	71.723	a
AOA	97.369	ba	90.190	ba	85.119	a	78.547	a
Hydraflor®	100.123	a	93.626	ba	89.352	a	84.393	a
Agua 24 hrs.	97.416	ba	92.913	ba	86.403	a	----	
Agua permanente	86.133	c	66.452	c	----		----	
Almacenamiento seco	104.398	a	98.576	a	86.118	a	72.061	a
DMSH	8.2		12.3		9.2		15.0	

VPF=VARIACIÓN DE PESO FRESCO, DMSH=DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA HONESTA.

^z Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes, con $\alpha \leq 0.05$

Con excepción de los tallos tratados con Hexylresorcinol+AOA y al manejo de agua permanente, quienes obtuvieron la menor ganancia de peso y subsecuentemente se encontraron en el grupo estadístico más bajo, el resto de los tratamientos se consideran dentro del primer grupo de significancia sin diferir entre ellos. Al respecto, Rattanawisalanon *et al.* (2003) mencionan que el peso fresco de las flores colocadas solo en agua disminuyó rápidamente y se retrasó con la adición de AOA a la solución preservante. En términos generales, la variación de peso fresco aumentó del primer hasta el tercer ddr en los casos de almacenamiento seco, Hydraflor®, agua 24 horas y Cystar®. A partir del día 3 ddr las variaciones fueron disminuyendo hasta terminar la evaluación.

4.4. Consumo acumulado de agua

En flores cortadas, las relaciones hídricas y las dimensiones de los vasos del xilema en el tallo influyen directamente en la vida de florero (Twumasi *et al.*, 2005) por lo que una escasa vida de florero depende principalmente del desarrollo de las relaciones adversas de conducción de agua, lo que se traduce en una falta de apertura floral, marchitamiento prematuro de pétalos y flexión del pedicelo (Yamada *et al.*, 2007); después de un periodo de almacenamiento seco esta conducción es frecuentemente baja y esto resulta en una corta vida de florero. La aplicación de surfactantes antes del periodo seco intenta incrementar el consumo de agua y la longevidad de las flores (Van Doorn *et al.*, 2002). En el presente estudio, a pesar que los tallos florales tratados con Cystar® tuvieron el mayor consumo acumulado de agua (Cuadro 5), no se observaron ventajas estadísticas respecto al resto de tratamientos.

Cuadro 5. Comparación de medias de Tukey en consumo de agua acumulado en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.

TRATAMIENTO	CAA (mL)							
	DIAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN							
	2		4		6		8	
Cystar®	14.150	ba	25.400	a	37.111	a	47.667	a
Cystar®+AOA	12.800	ba	22.650	a	31.333	ba	33.000	a
Hexylresorcinol	18.000	a	26.250	a	31.125	ba	46.800	a
Hexylresorcinol+AOA	11.850	b	19.368	a	23.778	ba	35.333	a
AOA	14.150	ba	24.526	a	32.846	ba	39.833	a
Hydraflor®	11.400	b	19.200	a	25.786	ba	37.000	a
Agua 24 hrs.	14.200	ba	21.579	a	27.900	ba		
Agua permanente	13.000	ba	18.200	a	14.000	b		
Almacenamiento seco	10.750	b	24.550	a	33.000	ba	35.286	a
DMSH	6.0		8.7		19.114		24.38	

CAA= CONSUMO DE AGUA ACUMULADO, DMSH=DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA HONESTA.

² Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes, con $\alpha \leq 0.05$

De acuerdo con Yamada *et al.* (2007), debido a la expansión de las células manifestado en la apertura floral, el potencial osmótico es importante para promover el flujo de agua en los tallos; sin embargo, en el tratamiento de almacenamiento seco el cual promovió la mayor apertura floral y mejor variación de peso durante el experimento, no se vio reflejado en el consumo acumulado de agua (Figura 4).

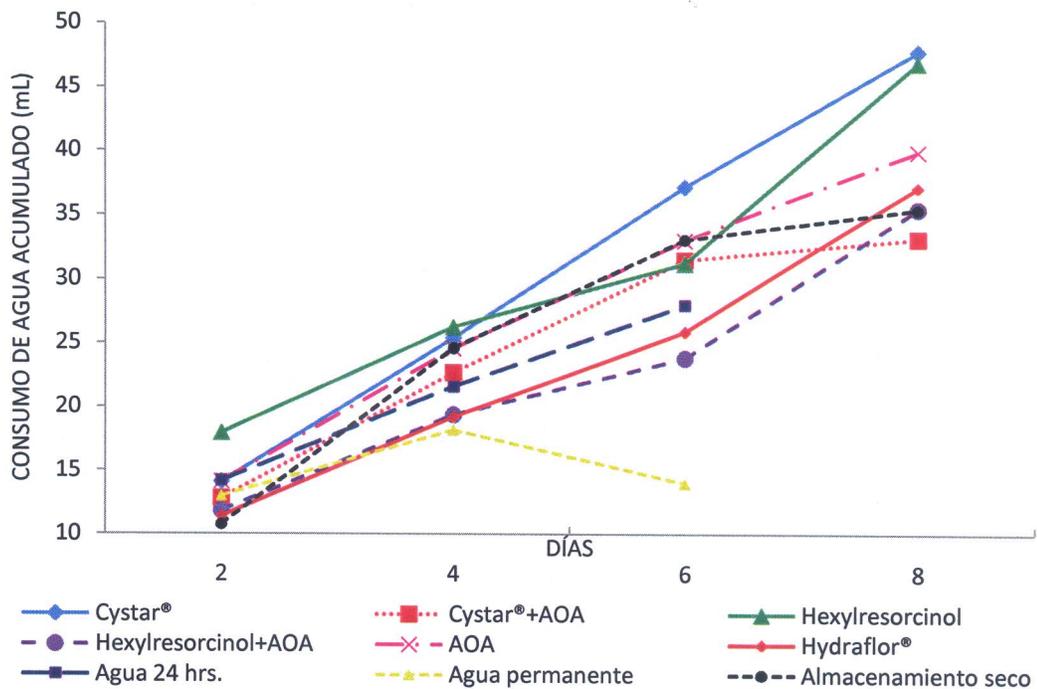


Figura 4. Consumo de agua en tallos cortados de rosa cv. 'Black Magic'.

En el presente experimento el consumo acumulado de agua promovido por el preservante floral Hydraflor® no fue estadísticamente mejor que los demás tratamientos; no obstante, Nell y Reid (2000), mencionan que los componentes principales de cualquier preservante floral son un azúcar, un acidificante y un

biocida, con lo que se asegura la acumulación de azúcar en las células y lo cual podría ser un mecanismo para reducir el potencial hídrico de los pétalos (Yamada *et al.*, 2007) y promover el consumo de agua (Goszcynska *et al.*, 1990).

El uso de AOA en la solución preservante contribuyó a un consumo de agua importante en los tallos florales, respecto al manejo en agua permanente. En estudios realizados en poscosecha de flores de *Dendrobium* el consumo de agua de tallos florales colocados en agua fue menor comparado con aquellos donde se usó una solución de AOA más glucosa (Rattanawisalanon *et al.*, 2003).

Las flores cortadas que se colocan en el agua a menudo desarrollan un balance hídrico negativo, es decir, su tasa de absorción de agua, es inferior a la tasa de transpiración, lo que provoca pérdida de turgencia. El consumo de agua de los tallos manejados en húmedo (agua permanente) únicamente a 4 ddr fue comparable con el efecto de los demás tratamientos, a 6 ddr el consumo de agua fue el más bajo comparado con el consumo promovido por Cystar® (Cuadro 5). El balance hídrico negativo; es decir, un bajo consumo de agua, se debe a una oclusión en el xilema en la parte basal del tallo (Van Meeteren *et al.*, 2006), la cual puede ser de mayor magnitud al exponer las flores a bajas temperaturas en periodos prolongados, y demerita la calidad de las flores (Faragher y Mayak, 1984).

4.5. Contenido de clorofila a, b y total

A 3 ddr, los tallos manejados en agua permanente y con Cystar® se encontraron en el mejor grupo estadístico para el contenido de CLa, comparados con los tallos tratados con Hydraflor® quienes tuvieron menor contenido de CLa. El resto de los tratamientos se encontraron en el grupo estadístico intermedio, por lo que se consideran con el mismo efecto. En lo que respecta a contenido de CLb y CLt, no se detectaron diferencia estadísticas significativas en el primer muestreo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias de Tukey en contenido de clorofilas a, b y total en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.

TRATAMIENTO	CLa (mg·g)	CLb (mg·g)	CLt (mg·g)
	3 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN		
Cystar®	1.163 bac ^z	1.575 a	2.738 a
Cystar®+AOA	1.295 a	1.691 a	2.986 a
Hexylresorcinol	1.284 ba	1.712 a	2.995 a
Hexylresorcinol+AOA	1.204 bac	1.692 a	2.895 a
AOA	1.112 bc	1.545 a	2.657 a
Hydraflor®	1.098 c	1.583 a	2.681 a
Agua 24 hrs.	1.231 bac	1.616 a	2.847 a
Agua permanente	1.337 a	1.643 a	2.980 a
Almacenamiento seco	1.213 bac	1.541 a	2.753 a
DMSH	0.176	0.272	0.412
	8 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN		
Cystar®	0.899 b	1.125 c	2.024 b
Cystar®+AOA	1.108 ba	1.240 bc	2.348 ba
Hexylresorcinol	1.136 a	1.363 bac	2.499 ba
Hexylresorcinol+AOA	1.054 ba	1.336 bac	2.390 ba
AOA	1.069 ba	1.484 bac	2.553 ba
Hydraflor®	1.186 a	1.739 ba	2.948 a
Agua 24 hrs.	1.116 ba	1.448 bac	2.563 ba
Agua permanente	1.160 a	1.796 a	2.955 a
Almacenamiento seco	1.176 a	1.655 ba	2.831 a
DMSH	0.2259	0.4999	0.6404

CLa=CLOROFILA a, CLb= CLOROFILA b, CLt=CLOROFILA TOTAL, DMSH= DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA HONESTA.

^z Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes, con $\alpha \leq 0.05$

Las hojas en senescencia cambian de color verde a amarillo, como efecto de la degradación de la clorofila que es catalizada por la clorofilasa (Ferrante y Francini, 2006), sin embargo, con la aplicación de inhibidores enzimáticos se evita la degradación de clorofila (Van Doorn y Vaslier, 2002), en el presente trabajo se encontró que a 8 ddr el tratamiento con Hexylresorcinol hubo menor degradación de clorofila y se ubico en el mejor grupo estadístico para contenido de CLa, junto con Hydraflor®, almacenamiento seco y agua permanente, los cuales además se encontraron en el mejor grupo estadístico en el contenido de CLt y CLb solo en el caso de agua permanente.

En contraste, el contenido de CLa, CLb y CLt en los tallos tratados con Cystar® fue estadísticamente menor. Estos resultados no coinciden con lo propuesto por Armitage y Laushman (2003), quienes recomiendan incluir citocininas a las soluciones preservantes para evitar el amarillamiento de las hojas, por ejemplo, en especies como *Zantedeschia aethiopica* el contenido de clorofila de las hojas tratadas con reguladores de crecimiento como el AG₃ disminuyó gradualmente durante la vida en florero (Skutnik *et al.*, 2001), no obstante la eficacia de los tratamientos puede no ser la misma en todas las especies (Ferrante y Francini, 2006).

4.6. Contenido de antocianinas y color

Las antocianinas son pigmentos coloreados que se suelen encontrar en las flores rojas, azules y púrpuras, y se encuentran combinadas en células epidérmicas (Salisbury y Ross, 1992). Las antocianinas que generalmente se encuentran en las rosas rojas y rosas son diglucósidos simples 3, 5 de cianidina o pelargonidina (Ainsworth, 2006). En el presente trabajo, a 3 ddr el contenido de antocianinas de los tallos tratados con Cystar® fue alto y correspondió con el valor más alto en el ángulo Hue, empero con el más bajo para croma; es decir, los botones florales tuvieron un color menos rojo y menos intenso. Estos pigmentos se encuentran conjugados con una o dos unidades de glucosa o galactosa, unidas a un grupo hidroxilo (Salisbury y Ross, 1992), y cuando una flor posee reservas de carbohidratos suficientes la tonalidad del color disminuye aunque contenga gran cantidad de pigmentos. Se observó además que en los tratamientos con Cystar®+AOA y AOA el contenido de antocianinas fueron los más bajos, sin embargo; los valores para el ángulo Hue y croma fueron altos.

En tallos tratados con Hexylresorcinol, Hexylresorcinol+AOA, AOA, Hydraflor®, Agua 24 hrs. y Agua permanente el contenido de antocianinas fue intermedio; en contraste, los valores de Hue fueron los más bajos y los de croma los más altos, con resultado de botones florales con un rojo más puro y con mayor intensidad (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias de Tukey en contenido de antocianinas en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.

TRATAMIENTO	DÍAS DESPUES DE REFRIGERACIÓN					
	3			8		
	ANT (mg g)	CROMA	HUE	ANT (mg g)	CROMA	HUE
Cystar®	1789.29 a	26.21 c	20.56 a	2148.2 a	34.57 ba	16.55 a
Cystar®+AOA	1452.79 b	32.50 bac	18.33 ba	2474.0 a	31.10 ba	12.68 d
Hexylresorcinol	1625.89 ba	37.63 a	17.79 b	2429.8 a	34.60 ba	12.75 dc
Hexylresorcinol+AOA	1567.63 ba	34.02 ba	18.43 ba	2625.0 a	30.18 b	14.48 bc
AOA	1465.85 b	32.92 bac	18.93 ba	2315.0 a	33.39 ba	15.18 ba
Hydraflor®	1541.18 ba	36.39 a	17.79 b	2284.8 a	34.55 ba	11.97 d
Agua 24 hrs.	1571.32 ba	34.38 ba	16.62 b	2317.6 a	33.62 ba	14.83 ba
Agua permanente	1678.13 ba	36.77 a	17.51 b	2057.1 a	36.21 a	16.09 ba
Almacenamiento seco	1598.44 ba	29.05 bc	20.35 a	2579.1 a	32.63 ba	11.93 d
DMSH	311.67	7.07	2.44	704.38	5.71	1.75

ANT= ANTOCIANINAS, DMSH= DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA HONESTA.

^z Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes, con $\alpha \leq 0.05$

A 8 ddr no existieron diferencias estadísticas significativas, a pesar de ello, se observó incremento en el contenido de antocianinas en todos los tratamientos, debido a la degradación de las reservas de carbohidratos y la liberación de las antocianinas, ahora llamadas antocianidinas (Salisbury y Ross, 1992). Sin considerar la diferencia estadística, los valores de Hue fueron bajos en todos los tratamientos comparados con el primer muestreo y los de cromas muy altos, como resultado se tuvo una coloración de rojo con tendencia a púrpura con alta tonalidad. La mayoría de las antocianinas son rojizas en soluciones ácidas, en senescencia se pierde la permeabilidad selectiva de las membranas celulares, y se incrementa el pH, con lo que las antocianinas se tornan de color púrpura y azul (Salisbury y Ross, 1992).

4.7. Producción de etileno y CO₂

En rosas, el etileno puede acelerar la senescencia o evitar la apertura floral, aunque esto no está relacionado con la senescencia natural (Reid, 1989). Sin embargo, en el presente estudio a pesar de haber utilizado un método de alta resolución, capaz de cuantificar concentraciones muy bajas del gas, no se detectó su presencia en ninguno de los tratamientos, por lo que sería importante considerar realizar estudios al respecto en el futuro, ya que en trabajo similar, Serrano *et al.*, (1992) encontraron que la velocidad de producción de etileno y respiración se mantuvieron a muy bajos niveles durante el almacenamiento de flores de rosa cv. 'Visa' a 4 °C. Los mismos autores mencionan que durante la vida de florero a 20 °C la producción de etileno fue baja, sin embargo, la velocidad de respiración que inició a bajos niveles en la etapa de almacenamiento incrementó en florero.

Con la respiración vegetal los azúcares sintetizados durante la fotosíntesis son oxidados a CO₂ y H₂O y la energía liberada es transformada principalmente en ATP. El ATP se utiliza para el mantenimiento de la estructuras existentes, el transporte de metabolitos e iones, la regeneración de proteínas y los procesos de reparación (Azcon y Talón, 2000). Es decir, que los tallos con contenidos mayores de reservas en sus células no tienen necesidad de metabolizar grandes cantidades de carbohidratos, por ello reducen su tasa de producción de CO₂, como en el caso de los tallos tratados con Cystar®, en los cuales se observó menor producción de CO₂ a 2 y 7 ddr (171.05 y 103.47 $\mu\text{L}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$

respectivamente), lo que es muy importante, ya que al reducir su tasa respiratoria aseguró una mayor longevidad, porque la reducción de la vida de florero de flores cortadas está relacionada con alta respiración (Cevallos y Reid, 2001). En contraste, los tallos en almacenamiento seco y agua 24 horas redujeron sus reservas de carbohidratos; así a 2 ddr produjeron mayor cantidad de CO₂ y superaron a los tallos con Cystar® en 46.18 y 42.65 % ($\alpha \leq 0.05$) respectivamente (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias de Tukey en producción de CO₂ en tallos de rosa cv. 'Black Magic'.

TRATAMIENTO	CO ₂ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	CO ₂ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	CO ₂ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)
	2 DDR	4 DDR	7 DDR
Cystar®	171.05 c ^z	128.70 a	103.47 c
Cystar®+AOA	197.51 bc	123.04 a	129.02 bc
Hexylresorcinol	269.58 ba	128.11 a	190.71 bac
Hexylresorcinol+AOA	237.46 bac	111.16 a	236.02 a
AOA	243.66 bac	86.32 a	163.20 bac
Hydraflor®	273.87 ba	108.91 a	178.30 bac
Agua 24 hrs.	298.30 a	105.35 a	216.71 ba
Agua permanente	255.68 bac	100.52 a	242.80 a
Almacenamiento seco	319.61 a	118.97 a	159.34 bac
DMSH	87.156	56.599	104.56

CO₂= PRODUCCIÓN DE CO₂, DMSH= DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA HONESTA.

^z Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes, con $\alpha \leq 0.05$

A 4 ddr, en todos los tratamientos se redujo considerablemente la tasa de producción de CO₂, desde 24.75 % en Cystar® hasta 64.65 % en AOA respecto al muestreo anterior, debido a una acumulación aceptable de ATP en las células como consecuencia de la alta respiración inicial, a pesar de este comportamiento, no existió diferencia estadística significativa.

La producción de CO₂ descendió considerablemente a 7 ddr y se colocó entre los valores intermedios respecto al muestreo inicial, por ejemplo, en los tallos en agua 24 horas la reducción fue de 27.35 % respecto a la producción inicial mientras que para el almacenamiento seco esta reducción fue de 50.14 %, con lo que se aseguró mayor longevidad de los tallos.

En el tratamiento con agua permanente la producción de CO₂ fue alta en los primeros 2 ddr (255.68 $\mu\text{L}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) y 4 ddr (100.52 $\mu\text{L}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$), y continuó con esa tendencia, ya que a 7 ddr tuvo la mayor producción de CO₂ (242.80 $\mu\text{L}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) junto con Hexylresorcinol+AOA (236.02 $\mu\text{L}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$), comparados con Cystar® ($\alpha\leq 0.05$).

5. CONCLUSIONES

Cuando se opta por la aplicación de un pretratamiento antes del almacenamiento para garantizar la apertura floral de los tallos de rosa cv. 'Black Magic', el tratamiento más recomendable es Cystar® (6-benzyladenina [n-(fenilmetil)-1H-purina-6 amina]); ya que tuvo la capacidad para aumentar la vida de florero, mantener una apertura floral y peso fresco aceptables, además de promover el consumo de agua, la producción de antocianinas y disminución de la producción de CO₂. Sin embargo, cuando las condiciones de precosecha (nutrición, calidad del agua de riego, luminosidad, manejo de plagas y enfermedades, etc.) son adecuados, es posible almacenar los tallos completamente en seco, sin la aplicación de ningún pretratamiento, siempre y cuando se mantenga baja temperatura durante el empaque y almacenamiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ainsworth, C. 2006. Flowering and its Manipulation. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, UK.
- Anderson, N. O. 2007. Flower Breeding & Genetics: Issues, Challenges, And Opportunities For The 21st Century. Ed. Springer. Dordrecht, The Netherlands. 824 p.
- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. Washington D. C. USA.
- Armitage A. M, and J. M. Laushman. 2003. Specialty Cut Flowers: The Production of Annuals, Perennials, Bulbs, and Woody Plants for Fresh and Dried Cut Flowers (Second Edition). Timber Press Inc. Portland, Oregon , U.S.A. 586 p.
- Azcón B., J. y Talón, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. Barcelona, España. 522 p.
- Bleecker A. B. and H. Kende. 2000. Ethylene: a gaseous signal molecule in plants. Annual Review of Cell and Developmental Biology. 16: 1-18.
- Cevallos, J. C. and Reid M. S. 2001. Effect of dry and wet storage at different temperatures on the vase life of cut flowers. Hort. Technology. 11(2): 199-202.

- Faragher J., D. and Mayak S. 1984. Physiological responses of cut rose flowers to exposure to low temperature: changes in membrane permeability and ethylene production. *Journal of Experimental Botany* 35 (156): 965-974.
- Ferrante, A. and A. Francini. 2006. Ethylene and Leaf Senescence. pp. 51- 57. *In: Ethylene Action in Plants.* Khan N. A. (Ed.) Ed. Springer. The Netherlands.
- Goszcynska, D.; H. Itzhaki; A. Borochoy, and A. H. Halevy. 1990. Effects of sugar on physical and compositional properties of rose petal membranes. *Scientia Hort.* 43: 313-320.
- Gulzar S.; I. Tahir; I. Amin; S. Farooq and S. M. Sultan. 2005. Effect of Cytokinins on the Senescence and Longevity of Isolated Flowers of Day Lily (*Heimerocallis fulva*) cv. Royal Crown Sprayed with Cycloheximide. *Act. Hort.* 669: 395-404.
- Halevy A., H. and S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flower. Part. 1. *Hort. Rev.* 3: 204-236.
- Halevy A., H; S., Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part. 2. *Hort. Rev.* 3: 59-143.
- Ichimura, K., K., Kojima and R., Goto. 1999. Effects of temperature, 8-Hydroxiquinoline sulphate and sucrose an the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biology and Technology.* 15: 33-40.
- Johnson P. and J. R. Ecker. 1998. The ethylene gas signaling pathway in plants: a molecular perspective. *Annual Review of Genetics* 32: 227-254.

- Jones R. 2001. *Caring For Cut Flowers (Second Edition)*. Landlinks Press. Collingwood. Australia. 191 p.
- Kannangara C. and M. Hansson. 1998. Arrest of Chlorophyll accumulation prior to anthocyanin formation in *Euphorbia pulcherrima*. *Plant Physiol. Biochem.* 36: 843-848.
- Katsumoto Y.; M. Fukuchi-Mizutani; Y. Fukui; F. Brugliera; T. A. Holton; M. Karan; N. Nakamura; K. Yonekura-Sakakibara; J. Togami; A. Pigeaire; G-Q. Tao; N. S. Nehra; C-Y Lu; B. K. Dyson; S. Tsuda; T. Ashikari; T. Kusumi; J. G. Mason and Y. Tanaka. 2007. Engineering of the Rose Flavonoid Biosynthetic Pathway Successfully Generated Blue-Hued Flowers Accumulating Delphinidin. *Plant and Cell Physiology* 48(11):1589-1600.
- Li-Chun H., L. U-Long, Y. Shang-Fa, C. Mei-Ju, K. Ching-I, T. Mei-Fong, S. Chih-Wen. 2007. Delayed flower senescence of *Petunia hybrida* plants transformed with antisense broccoli ACC synthase and ACC oxidase genes. *Postharvest Biology and Technology* 46: 47–53.
- Minolta. 1994. *Precise color communication*. Ed. Minolta Corporation Instrument System Division. New Jersey, USA. 79 p.
- Nell, A., T. y M. S. Reid. 2000. *Poscosecha de las flores y plantas: Estrategias para el siglo 21*. Society of American Florists (SAF). Ediciones Hortitecnia. Bogotá, Colombia. 115 p.
- Nichols, R. 1975. Senescence and sugar status of the cut flower. *Act. Hort.* 41: 21-25.

- Nowak, J.; M. R. Rudnicki. 1990. Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants. Ed. Chapman and Hall. New York, USA. 210 p.
- Paulin A. 1997. La Poscosecha de las Flores Cortadas: Bases Fisiológicas. 2^a. ed. Ediciones Hortitecna. Bogotá, Colombia. 142 p.
- Paull R., E. and T. Chantrachit. 2001. Benzyladenine and the vase life of tropical ornamentals. *Postharvest Biology and Technology*. 21: 303-310.
- Reid S., M. 1989. The role of ethylene in flower senescence. *Act. Hort.* 261: 157-168.
- Rattanawisalanon, C.; S. Ketsa, and W. G. Van Doorn. 2003. Effect of aminooxyacetic acid and sugars on the vase life of *Dendrobium* flowers. *Postharvest Biology and Technology* 29: 93-100.
- Salisbury F., B. y C. W. Ross. 1992. Fisiología de las Plantas 2: Bioquímica Vegetal. Ed. Thomson Editores. Madrid, España. pp. 492-495.
- SEDAGRO. 2008. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Estado de México.
- Serrano M.; G. Martínez; M. T. Pretel; F. Riquelme and F. Romojaro. 1992. Cold storage of rose flowers (*Rosa hybrida*, M. cultivar 'Visa'): physiological alterations. *Scientia Horticulturae*. 51: 129-137.
- Skutnik E., A. Lukaszewska; M. Serek and J. Rabiza. 2001. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*. *Postharvest Biology and Technology*. 21: 241-246.

- Sood S.; D. Vyas and P. K. Nagar. 2006. Physiological and biochemical studies during flower development in two rose species *Scientia Horticulturae*. 108: 390–396.
- Twumasi, P.; 2, W. Van Leperen; E.J. Woltering; A. M. C. Emons; J. H. N. Schel; J. F. H. Snel; U. Van Meeteren and D. van Marwijk. 2005. Effects of water stress during growth on xylem anatomy, xylem functioning and vase life in three *Zinnia elegans* cultivars. *Act. Hort.* 669: 303-312.
- Van Doorn W., G.; P. Abadie and Belde P., J. M. 2002. Alkylethoxylate surfactants for rehydration of roses and *Bouvardia* Flowers. *Postharvest Biology and Technology*. 24: 327-333.
- Van Doorn W., G.; R. R. J. Perik and P. J. M. Belde. 1993. Effects of surfactants on the longevity of dry-stored cut flowering stems of rose, *Bouvardia*, and *Astilbe*. *Postharvest Biology and Technology*. 3: 69-76.
- Van Doorn W.,G. and N. Vaslier. 2002. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. *Postharvest Biology and Technology*. 26: 275-284.
- Van Meeteren, U.; L. Arevalo G., and W., G. Van Doorn. 2006. Inhibition of water uptake after dry storage of cut flowers: Role of aspired air and wound-induced processes in *Chrysanthemum*. *Postharvest Biology and Technology*. 41: 70-77.
- Vaslier N. and W. G. Van Doorn. 2003. Xylem occlusion in bouvardia flowers: evidence for a role of peroxidase and catechol oxidase. *Postharvest Biology And Technology*. 28: 231-237.

- Wilkins H., F. and B. T. Swason. 1975. The relationship of ethylene to senescence. *Acta Horticulture* 41: 133-137.
- Yamada, K., M. Ito, T. O. Oyama, M. Nakada, M. Maesaka, S. Yamaki. 2007. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. *Postharvest Biology And Technology*. 43: 174-177.
- Zieslin, N. 1989. Postharvest control of vase life and senescence of rose flowers. *Acta Horticulture* 261: 257-262.

ANEXO

Cuadro 1A. Análisis de varianza correspondiente a apertura floral, variaciones de peso fresco y consumo de agua acumulado en tallos florales de rosa cv. 'Black Magic'.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		AF	VPF	CAA
1 DÍA DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	8	12.209**	139.973**	----
ERROR	171	1.694	11.365	----
TOTAL	179			
CV		14.930	3.100	----
\bar{x}		8.7	108.735	----
2 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	8	5.496**	278.518**	92.150**
ERROR	171	1.173	16.874	37.079
TOTAL	179			
CV		10.446	3.691	45.555
\bar{x}		10.3	111.292	13.366
3 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	8	4.402**	393.385**	----
ERROR	171	0.920	24.424	----
TOTAL	179			
CV		8.713	4.467	----
\bar{x}		11.0	110.618	----
4 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	8	2.384	438.778**	151.487
ERROR	158	1.366	46.091	68.510
TOTAL	166			
CV		10.458	6.504	36.500
\bar{x}		11.1	104.374	22.676
5 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	8	1.302	328.005**	----
ERROR	130	0.708	46.582	----
TOTAL	138			
CV		7.603	7.002	----
\bar{x}		11.0	97.469	----
6 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	8	2.208**	286.225**	251.450
ERROR	103	0.597	41.796	101.601
TOTAL	111			
CV		7.214	7.081	32.657
\bar{x}		10.7	91.295	30.8
7 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	7	3.931	131.265**	----
ERROR	79	1.915	42.938	----
TOTAL	86			
CV		13.771	7.767	----
\bar{x}		10.0	84.359	----
8 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN				
TRA	6	2.296	122.360**	188.669
ERROR	30	0.302	50.307	131.866
TOTAL	36			
CV		5.546	9.099	28.344
\bar{x}		9.9	77.944	40.5

FV= FUENTES DE VARIACIÓN, GL= GRADOS DE LIBERTAD, CV= COEFICIENTE DE VARIACIÓN, AF= APERTURA FLORAL, VPF=VARIACIÓN DE PESO FRESCO. CAA= CONSUMO DE AGUA ACUMULADO

** Significativo con $\alpha \leq 0.01$

Cuadro 2A. Análisis de varianza correspondiente al contenido de clorofilas a, b, total, antocianinas y color en tallos florales de rosa cv. 'Black Magic'.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS					
		CLa	CLb	CLt	ANT	CROMA	HUE
3 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN							
TRA	8	0.026**	0.017	0.072**	43135.351**	55.529**	6.720**
ERROR	27	0.005	0.013	0.030	17160.7442	8.844	1.054
TOTAL	35						
CV		6.087	7.062	6.105	8.250167	8.924	5.555
\bar{x}		1.2	1.6	2.8	1587.8	33.3	18.4
8 DÍAS DESPUÉS DE REFRIGERACIÓN							
TRA	8	0.031**	0.207**	0.372**	141075.676	14.163	12.416**
ERROR	27	0.009	0.044	0.072	87649.358	5.763	0.542
TOTAL	35						
CV		8.623	14.336	10.479	12.550	7.180	5.238
\bar{x}		1.1	1.4	2.5	2358.9	33.4	14.0

FV= FUENTE DE VARIACIÓN, GL= GRADOS DE LIBERTAD, CV= COEFICIENTE DE VARIACIÓN, TRA= TRATAMIENTO, CLa=CLOROFILA a, CLb= CLOROFILA b, CLt=CLOROFILA TOTAL, ANT= ANTOCIANINAS, CO₂= PRODUCCIÓN DE CO₂

** Significativo con $\alpha \leq 0.01$

Cuadro 3A. Análisis de varianza correspondiente a la producción de CO₂ en tallos florales de rosa cv. 'Black Magic'.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		CO ₂	CO ₂	CO ₂
		2 DDR	4 DDR	7 DDR
TRA	8	10823.684 **	970.996	11070.074 **
ERROR	36	1746.910	736.699	2514.130
TOTAL	44			
CV		16.595	24.160	27.863
\bar{x}		251.8	112.3	179.9

FV= FUENTE DE VARIACIÓN, GL= GRADOS DE LIBERTAD, CV= COEFICIENTE DE VARIACIÓN, TRA= TRATAMIENTO, CO₂= PRODUCCIÓN DE CO₂

** Significativo con $\alpha \leq 0.01$