



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

**CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DEL TALLO Y SU RELACIÓN
CON LA VIDA DE FLORERO EN *Rosa sp.***

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA



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

PRESENTA:

CECILIA OSORIO RAMÍREZ

Chapingo, México, Agosto del 2011.



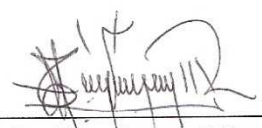
Instituto de Horticultura

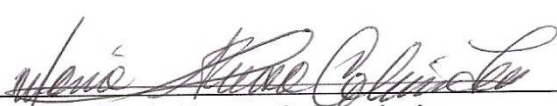
**CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DEL TALLO Y SU RELACIÓN CON LA
VIDA DE FLORERO EN *Rosa sp.***

Tesis elaborada por **Cecilia Osorio Ramírez** 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. Sweetia Paulina Ramírez Ramírez

ASESOR 
Dr. Tito Roque Vásquez Rojas

ASESOR 
Dra. María Teresa Colinas León

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia e Instituto de Horticultura, por la formación académica adquirida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado en esta etapa.

A la Dirección General de Investigación y Posgrado por el apoyo económico otorgado para la realización de este proyecto.

A la Dra. Sweetia P. Ramírez Ramírez, por haber dirigido esta tesis, su disponibilidad y apoyo incondicional brindado a la presente.

Al Dr. Tito Roque Vásquez Rojas y Dra. Ma. Teresa Colinas León, por el tiempo dedicado, sus valiosas aportaciones y sugerencias realizadas.

Al Dr. Alejandro Barrientos Priego, por las facilidades otorgadas en cuanto a la disponibilidad del equipo de laboratorio.

A la Dra. Amparo Borja, por las facilidades otorgadas para esta investigación.

A todos mis maestros, que contribuyeron en mi formación profesional.

A todos aquellos que participaron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres, Ramón Osorio y Rogelia Ramírez, por haber confiado en mí, gracias al amor y apoyo que me han brindado para conseguir una meta más en la vida.

A mis hermanos Pancho, Aly y Coco, que siempre me han alentado a seguir adelante y que a pesar de la distancia siempre estaremos unidos.

A mi sobrina Monse, con mucho cariño.

A Chelo y Marce, por la amistad brindada y al apoyo incondicional.

A Aly Gaspar, Profr. Humberto, Gina y Nef por su amistad.

A mis compañeros de la Maestría en Horticultura (Generación 2009-2010).

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

DATOS BIOGRÁFICOS

La autora de este trabajo, es originaria del Municipio de San Pablo Coatlán, Oaxaca. La educación Media Superior lo realizó en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 109 (1999-2002), en Capulálpam de Méndez, Oaxaca (al culminar este periodo terminó como Técnico Agropecuario). Para el año 2003, ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo donde realizó el propedéutico (2003-2004) y para el 2004-2008 realizó estudios de licenciatura en el Departamento de Fitotecnia. Obteniendo el grado de Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia, en Septiembre del 2008, con la tesis titulada “Fertilización edáfica y foliar en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)”. En el 2009, ingresa a la maestría, en el Instituto de Horticultura, de la Universidad Autónoma Chapingo.

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DEL TALLO Y SU RELACIÓN CON LA VIDA DE FLORERO EN *Rosa sp.*

HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF THE STEM AND ITS RELATIONSHIP WITH THE VASE LIFE IN *Rosa sp.*

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Fisiología de Frutales en el departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en la cual se evaluaron aspectos fisiológicos y anatómicos en cuatro cultivares de *Rosa sp.* Abalanch, Shakira, Royal Bacara y Exótica; el 50 % de los tallos fueron tratados con una solución pulso $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de 8- sulfato de hidroquinoleína (8-HSQ) con 3 % de sacarosa y el otro 50 % de los tallos, se colocaron solamente en agua. Las evaluaciones se realizaron diariamente en: consumo de agua, color, pérdida de peso del tallo, apertura floral y conductancia estomática; vida de florero se consideró al momento de presentar senescencia. En el caso de la conductividad hidráulica, se evaluó solamente al principio de la vida post-cosecha, en tres secciones del tallo (basal, parte media y superior del tallo). Las variables número de vasos y área de vaso del xilema se evaluaron en las secciones valoradas para conductividad hidráulica. Para las variables postcosecha, se originaron los siguientes resultados: vida de florero, Royal Bacara aumentó de 7.5 a 12.8 días; en consumo de agua Shakira y Abalanch presentaron 24 y 22 ml respectivamente; peso fresco del tallo, Abalanch obtuvo mayor peso con 47.32 g; en apertura floral exótica tuvo 79.32 mm, seguido por Abalanch con 78.80 mm. Para la conductividad hidráulica Abalanch y Shakira obtuvieron 6 y $8 \times 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{s}^{-1} \text{ MPa}$ respectivamente; número de vasos en xilema, Abalanch tuvo 80, 70 y 58 vasos y en área de vaso, Abalanch presentó 1380, 1360 y $580 \mu\text{m}^2$. En general todos los cultivares respondieron al tratamiento de solución pulso, por lo que tuvieron mayor vida de florero, aumento de absorción de agua y peso fresco del tallo. La conductividad hidráulica aumentó en tallos tratados con solución pulso, lo cual indica que hubo un mayor flujo de agua dentro del tallo.

Palabras clave: postcosecha, sacarosa, conductividad hidráulica, anatomía del xilema.

ABSTRACT

This research was conducted in the Plant Science Fruit Tree Physiology Laboratory at the Universidad Autonoma Chapingo, in which physiological and anatomical aspects were evaluated in four cultivars of *Rosa sp.* Abalanch, Shakira, Royal Bacara and Exotica; 50 % of the stems were treated with pulse solution, $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ of 8-hidroquinoleína sulfate (8-HSQ) with 3 % sucrose, and 50 % of the stems were placed only in water. Evaluations were made daily related to water consumption, color, stem weight loss, flower opening and stomatal conductance; and vase life was considered at the time of presenting senescence. In the case of hydraulic conductivity, it was only evaluated at the beginning of postharvest life, in three sections of the stem (basal, middle and upper stem). The variables number of vessels and xylem vessel area were assessed in the sections rated for hydraulic conductivity. For post-harvest variables, the following results were obtained: vase life, Royal Bacara increased from 7.5 to 12.8 days; in water consumption, Shakira and Abalanch had 24 and 22 ml respectively; stem fresh weight, Abalanch had the greatest weight with 47.32 g; in flower opening, Exotica had 79.32 mm, followed by Abalanch with 78.80 mm. For hydraulic conductivity, Abalanch and Shakira had 6 and $8 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \text{ MPa}$ respectively; in number of vessels in xylem, Abalanch had 80, 70 and 58 vessels and in vessel area, Abalanch presented 1380, 1360 and $580 \mu\text{m}^2$. In general all cultivars responded to the pulse solution treatment, which is why they had better vase life, increased water absorption and stem fresh weight. The hydraulic conductivity increased in stems treated with pulse solution, indicating that there was a greater flow of water into the stem.

Keywords: postharvest, sucrose, hydraulic conductivity, xylem anatomy.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	v
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DEL ANEXO	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 ANTECEDENTES.....	4
3.2 COMPONENTES FISIOLÓGICOS DE LAS FLORES	5
3.2.1 Azúcares.....	5
3.2.2. Etileno.....	6
3.3 PROCESOS FISIOLÓGICOS EN POSCOSECHA.....	7
3.3.1 Etileno y respiración	7
3.3.2 Balance hídrico	7
3.3.2.1 Conductividad hidráulica	8
3.3.3 Senescencia de las flores.....	9

3.4 PERSEVANTES FLORALES.....	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	11
4.2 MATERIAL VEGETAL	11
4.3 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO	12
4.4 VARIABLES EVALUADAS	13
3. 5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 SEGUIMIENTO DE VIDA DE FLORERO	16
5.1.1 Días de vida de florero.....	16
5.1.2 Consumo de agua	17
5.1.3 Peso fresco del tallo	20
5.1.4 Color de pétalos.....	21
5.1.4.1 Luminosidad	22
5.1.4.2 Croma.....	23
5.1.4.1 Hue.....	24
5.1.5 Apertura floral	25
5.1.6 Conductancia estomática	28

5.1.6.1 Conductancia estomática en hojas.....	31
5.1.6.2 Conductancia estomática en pétalos.....	33
5.2 CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA	36
5.2.1 Conductividad Hidráulica	36
5.2.2 Área de sección transversal.	43
5.2.2.1 Número de vasos	43
5.2.2.1 Área de vasos	44
VI. CONCLUSIONES	46
VII. LITERATURA CITADA	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Días de vida de florero en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).	17
Figura 2. Comportamiento de la luminosidad en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> , durante la vida de florero.	23
Figura 3. Comportamiento del croma en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> durante la vida de florero.	24
Figura 4. Comportamiento del Hue en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> durante la vida de florero.	25
Figura 5. Comportamiento de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en hojas y pétalos en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).	30
Figura 6. Comparación de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en pétalos y la vida de florero en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).	33
Figura 7. Comparación de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en pétalos y la vida de florero en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con	

solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).....	36
Figura 8. Comportamiento de la conductividad hidráulica, en cuatro cultivares de rosa, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).....	37
Figura 9. Comparación de la conductividad hidráulica y el consumo de agua ($\text{ml}\cdot\text{día}^{-1}$) en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).....	39
Figura 10. Comparación de la conductividad hidráulica con el área y número de vasos en xilema en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i>	41
Figura 11. Comparación de la conductividad hidráulica de cada uno de los cultivares con respecto a la vida de florero, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).....	42
Figura 12. Comportamiento del número de vasos de xilema, en cuatro cultivares de rosa, en diferentes estratos del tallo.....	43
Figura 13. Comportamiento del área de vasos de xilema, en cuatro cultivares de rosa, en diferentes estratos del tallo.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia del consumo de agua del tallo (ml), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i>	18
Cuadro 2. Comportamiento del consumo de agua (ml) en la postcosecha de cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) y testigo.....	19
Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia del peso fresco del tallo (g), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i>	20
Cuadro 4. Peso fresco del tallo (g), durante la vida de florero en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) y testigo.....	21
Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia de la apertura floral (mm), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i>	26
Cuadro 6. Comportamiento de la apertura floral (mm) en la postcosecha de cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i> tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) y testigo.....	27
Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia de la conductancia estomática en hojas ($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de <i>Rosa sp.</i>	31

Cuadro 8. Comportamiento de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en hojas en cuatro cultivares de <i>Rosa sp</i> , durante la vida de florero, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) y testigo.	32
Cuadro 9. Cuadrados medios y significancia de la conductancia estomática en pétalos ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de <i>Rosa sp</i>	34
Cuadro 10. Comportamiento de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en pétalos en cuatro cultivares de <i>Rosa sp</i> , durante la vida de florero, durante la vida de florero, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) y testigo.	35

ÍNDICE DEL ANEXO

Anexo 1. Cultivares utilizados para la elaboración del experimento, a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira.	51
Anexo 2. Flores en tratamiento de 8-HQS ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + Sacarosa (3 %)	51
Anexo 3. Flores en evaluación de vida de florero.	52
Anexo 4. Variables evaluadas para vida postcosecha: a) Peso fresco del tallo (g), b) Apertura floral (mm), c) Consumo de agua (ml), d) Color (Luminosidad, Hue y Croma) y e) Días de vida de florero.....	52
Anexo 5. Medición de conductancia estomática en hojas y pétalos.....	53
Anexo 6. Medición de la conductividad hidráulica: a) Solución acuosa de bicarbonato de sodio + cloruro de calcio + sulfato de cobre; b) Probeta 250 ml con solución donde se colocaron los tallos; c) Parte superior del tallo; d) colocación de los coples; e) Parte media del tallo; f) Parte basal del tallo; g) inyección de agua en el cople; h) parte basal c/ sensor; i) HCFM conectado a la computadora, tanque de gas y tallo de rosa.	54
Anexo 7. Cortes de las tres secciones del tallo, con el xilótomo.....	55
Anexo 8. Proceso de tinción de los cortes.	56
Anexo 9. Medición de área y contabilidad de vasos en xilema en los cortes de rosa.	57

Anexo 10. Cortes de la parte basal del tallo; a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira.....	58
Anexo 11. Cortes de la parte media del tallo; a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira.....	59
Anexo 12. Cortes de la parte superior del tallo; a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira.....	60

I. INTRODUCCIÓN

La senescencia en las plantas es un fenómeno que implica cambios estructurales, bioquímicos y moleculares, en este proceso las hormonas vegetales y los factores ambientales juegan un papel importante, por lo que investigadores de la postcosecha se dan a la tarea de encontrar alternativas para que el proceso de la senescencia sea más lento (Arora, 2008).

La pérdida de la integridad estructural de la membrana es una característica de la senescencia, la cual inicia la muerte celular, esta evaluación quizá sea la representación más evidente de la permeabilidad que indica aumento de salida de solutos, ya sean naturales o inducidos por el estrés del medio ambiente (Hopkins *et al.*, 2007).

En el manejo de las flores cortadas es indispensable la utilización de soluciones preservantes, debido a que estas soluciones ayudan a controlar la síntesis de etileno, contribuyen al mantenimiento del color, evitan el desarrollo de patógenos (algunos tienen función bactericida), inducen la apertura de botones (Halevy y Mayak, 1981).

La aplicación de azúcares, pueden retrasar la senescencia en muchas flores cortadas, porque al aumentar el nivel de solutos osmóticos la muerte celular se demora, además de que los azúcares pueden actuar indirectamente en la sensibilidad al etileno (van Doorn, 2004).

En las flores de corte la inhabilidad para absorber agua es una de las razones más comunes del marchitamiento prematuro. Una deficiente absorción de agua en los tallos de flores cortados puede ser por varios mecanismos que causan la obstrucción de los conductos vasculares, algunos factores pueden ser crecimiento bacteriano, cavitación por aire, o depósitos de mucílago, gomas y resinas en los conductos del xilema (van Doorn, 1997).

La conductividad hidráulica del sistema de transporte por xilema depende de las dimensiones de los elementos de vaso. La cosecha de las flores de corte, puede provocar cavitación en los vasos del xilema, esperando que después vuelvan a conducir agua. Si la cavitación aérea no se remueve provocará un estrés hídrico estimulando un anticipado marchitamiento de hojas y pétalos (Van Ieperen *et al.*, 2001).

II. OBJETIVOS

- Observar el efecto de la solución pulso en la vida de florero, conductividad hidráulica del tallo y conductancia estomática de hojas y pétalos, en cuatro cultivares de *Rosa sp.*
- Obtener una descripción anatómica del xilema de acuerdo a la altura del tallo, para relacionarla con la conductividad hidráulica.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 ANTECEDENTES

Las flores cortadas son parte viviente y metabólicamente activa de una planta la cual sufre el fenómeno de envejecimiento al igual que la planta completa, pero debido a que se cortan, se elimina el suministro natural de nutrimentos necesarios para su metabolismo funcional, los esfuerzos para suplir estas necesidades exógenamente rara vez tienen éxito en forma total. Las flores que son removidas de la planta se deterioran mucho más rápido que las que se quedan en la planta. Aunque ya se saben algunos requerimientos de las flores de corte, otros todavía se desconocen (Rogers, 1973).

Cuando la flor cortada se mantiene bajo condiciones apropiadas, muestra proceso aparente de desarrollo incluyendo la senescencia pero esto sucede apresuradamente (Borochoy *et al.*, 1976).

Según Halevy y Mayak (1979), la longevidad de la vida de anaquel de una flor cortada va a depender en gran medida del balance hídrico que este tenga. En rosa, muchos de los fenómenos observados durante la postcosecha en los botones y pedúnculo dependen del abastecimiento de agua a través del tallo. Un importante aspecto a considerar en las flores cortadas es el balance que tenga de agua en el tallo, que será el resultado de la absorción del agua desde la base, la conductividad a través del tallo y la pérdida a través de las hojas regulada por los estomas. La abscisión floral se debe a una pérdida excesiva de agua mayor a la

absorbida (Burdett, 1970), que conlleva a un decremento en el potencial del agua del tallo (Mayak y Halevy, 1974).

La conductividad hidráulica del sistema de transporte por xilema depende de las dimensiones de los elementos de vaso. La cosecha de las flores de corte, puede provocar cavitación en los vasos del xilema, esperando que después vuelvan a conducir agua. Si la cavitación aérea no se remueve provocará un estrés hídrico estimulando un anticipado marchitamiento de hojas y pétalos (Van Ieperen *et al.*, 2001).

Doi y Reid (1996) encontraron en flores de *Camellia japonica*, que una baja relación hídrica conlleva al marchitamiento de los pétalos, el tallo de la flor cortada no tiene la capacidad de restaurar el agua perdida por los pétalos de la flor, asociándolo con una baja en el potencial hídrico y una reducción en la conductividad del xilema. En rosa se ha encontrado que es de suma importancia mantener la conductividad hidráulica para prevenir el marchitamiento (van Doorn *et al.*, 1989).

3.2 COMPONENTES FISIOLÓGICOS DE LAS FLORES

3.2.1 Azúcares

La sacarosa, es un azúcar no reductor y a veces el único en la savia del floema, a diferencia de otros azúcares monosacáridos como fructosa y glucosa que son reductores, lo cual se manifiesta mediante su capacidad para reducir iones

metálicos, de preferencia cobre y plata, en solución alcalina. Por esta característica, estos azúcares no tienen la capacidad de translocarse a través del floema (Halevy y Mayak, 1979).

Los azúcares son también conocidos por intervenir en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Rolland *et al.*, 2002), y en la postcosecha de las flores, los hidratos de carbono de cadena larga (almidón y fructanos) son los principales impulsores de la apertura de los pétalos.

Las soluciones de azúcar son conocidos por su capacidad de mejorar la calidad postcosecha y alargar la vida de florero en las flores de corte (van Doorn, 2004). 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).

3.2.2. Etileno

El etileno, se encuentra como compuesto natural de las plantas de semilla, se puede localizar en el ápice del tallo, en las flores antes de marchitarse por tal motivo juega un papel importante en la senescencia de la planta a través de sus efectos indirectos sobre la regulación de metabolismo (Kader, 1985).

La reacción de un tallo al ser separado de la planta es incrementar la producción de etileno, para que los órganos reproductivos maduren con mayor rapidez y así asegurar su sobrevivencia, sin embargo ésta es una característica indeseada en

flores de corte, porque disminuye su longevidad floral. Una de las acciones del etileno es aumentar la permeabilidad de la membrana (Faragher y Mayak, 1984).

3.3 PROCESOS FISIOLÓGICOS EN POSCOSECHA

3.3.1 Etileno y respiración

Existen varios métodos disponibles para prevenir el deterioro de la postcosecha de los cultivos ornamentales, mediante la prevención del etileno:

- La inhibición de la producción propia del etileno en la planta
- Bloquear la unión del etileno con su receptor
- Mediante el bloqueo de la reacción de la planta a la unión del receptor del etileno.

El aumento del CO₂ y la disminución de las concentraciones de oxígeno son antagonistas de la acción del etileno. El CO₂ es considerado como un compuesto que interfiere con la sensibilidad del etileno (Arora, 2008).

3.3.2 Balance hídrico

El agua, por supuesto, es el primer requerimiento de una flor cortada. Existe una evidencia indirecta en la que las raíces son un elemento anti-senescencia, probablemente de origen hormonal, el cual debe ser suplido para poder maximizar la vida de la flor cortada (Rogers, 1973).

El balance hídrico de los tallos está determinado por: absorción y transporte de agua, la pérdida de agua y la capacidad del tejido del tallo floral para retener el agua. Después de que los tallos son cortados y puestos en agua muestran

cambios en el peso fresco. Típicamente, las flores cortadas inicialmente incrementan su peso fresco subsecuentemente éste decrece (Halevy y Mayak, 1981).

La absorción de agua depende, entre otros factores, de la transpiración, la temperatura y la composición de la solución. El nivel de absorción alcanzará un estatus estable correspondiente a la transpiración dependiendo de la especie (van Doorn, 1997) y la transpiración está directamente relacionada con la apertura de estomas de diferentes estructuras.

3.3.2.1 Conductividad hidráulica

La conductividad hidráulica es una de las evaluaciones más utilizadas para estudiar el transporte y la mecánica de los fluidos dentro de los vasos conductores de la planta (Pire *et al.*, 2007).

La disminución de la absorción de agua en tallos cortados de *Leptospermum scoparium* fue el resultado de una disminución en la conductividad del tallo (Burge *et al.*, 1996).

La conductividad hidráulica disminuyó dentro del mismo tallo, presentando los mayores valores hacia la base y los menores en el ápice, esta disminución estuvo asociada con un menor grosor de los vasos del xilema (Pire *et al.*, 2007).

Un factor importante es el transporte de agua en el xilema el cual aparentemente depende de la anatomía del mismo. La conductividad hidráulica del sistema de transporte por xilema depende de las dimensiones de los elementos de vaso (lumen) y de las conexiones inter-conductos. Los tubos conductores de agua (vasos del xilema) son obstruidos por bacterias y/u hongos que se encuentran en

el agua o en los mismos tallos proliferan en los contenedores de las flores, estos microorganismos y sus productos químicos obstruyen la base del tallo restringiendo la absorción de agua, continúan su multiplicación dentro del tallo y eventualmente bloquean los vasos del xilema (Nelson, 1978).

3.3.3 Senescencia de las flores

La vida postcosecha de las rosas de corte frecuentemente termina de manera prematura, debido a la pérdida de la rigidez del pedúnculo floral, justo debajo de la flor y esto es causado por la lignificación deficiente del sistema vascular (“cabeceo”).

El envejecimiento de la corola, pétalos y sépalos, es el proceso más estudiado de la senescencia floral, y al igual que ocurre durante la senescencia de las hojas, el inicio y el desarrollo de la senescencia en las flores depende en muchos casos de la hormona etileno, por lo que pueden existir algunas especies florales, clasificadas como climatéricas cuya maduración continúa una vez que la flor ha sido separada de la planta, la presencia de etileno acelera el proceso, a diferencia de otras especies donde el etileno no participa en dicho proceso, que son las no climatéricas (Quesada y Valpuesta, 2000).

Serrano *et al.* (2001) encontraron que el ácido aminooxiacético (AOA), inhibidor del etileno, bloquea la hidrólisis de sacarosa en la glucosa y produce senescencia en el tejido bloqueando la fructosa, por lo que puede controlar la traslocación de la sacarosa en pétalos marchitos a otros órganos de la flor.

3.4 PERSEVANTES FLORALES

Las soluciones preservantes intervienen en procesos como controlar el etileno, controlar la presencia de patógenos, mantener el equilibrio hídrico y respiratorio, mantienen el color, inducen la apertura de botones y complementan su desarrollo. Entre los compuestos químicos más comúnmente empleados en rosas como preservantes florales se encuentran las sales de 8-hidroxiquinoleína, sales de plata y sulfato de aluminio (Liao *et al.*, 2000).

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.

Arevalo *et al.* (2006), al realizar un estudio en lisianthus, utilizando 8HQC + sacarosa ($100 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$), incremento la apertura floral, la vida de florero y el peso fresco de los tallos.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en el laboratorio de fisiología de frutales del Departamento de Fitotecnia, el 4 de junio del 2010.

4.2 MATERIAL VEGETAL

Se utilizaron con cuatro cultivares de rosas de diferentes colores, provenientes de Villa Guerrero, Estado de México:

Rosa hybrida cv. Abalanch, es un cultivar que tiene espinas en la parte basal del tallo, con un gran contenido de hojas, sin embargo estas hojas presentan espinas en los foliolos, una espina en cada par de foliolos a lo largo de la hoja y se presentan con mayor frecuencia después de la 6 o 7 hoja, el tallo es grueso entre 6 a 8 mm de diámetro, la flor es de color blanca con los primeros pétalos de color verdoso.

Rosa hybrida cv. Exótica, cultivar que no presenta espinas en la primera parte, tampoco en las hojas, una característica que la distingue de los demás cultivares es que de las pocas espinas que presenta, las puntas de estas son hacia abajo y las encontramos a partir de la última hoja trifoliada o primer hoja pentafoliada, la nervadura central de la hoja es de color rojizo, el tallo tiene un diámetro entre 6 a 7 mm, la flor es de color naranja.

Rosa hybrida cv. Royal Bacara, tiene espinas con poca frecuencia a lo largo del tallo, la cuales son de color verde, el diámetro del tallo mide entre 6-7 mm, y la flor es de color rojo.

Rosa hybrida cv. Shakira, el tallo presenta espinas solo en la parte basal (1/3), el diámetro del tallo es de 6.5 - 7 mm y el color de la flor es rosa mexicano.

4.3 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Se cortó 5 cm de la parte basal de los tallos para que pudieran absorber la solución pulso, se seleccionaron los tallos, en cuanto a longitud del tallo y apariencia del mismo. La solución pulso consistió en una solución de sulfato de hidroxiquinoleína ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) con sacarosa a 3 %.

El diseño experimental utilizado fue un factorial 2 x 4 completamente al azar, con cuatro repeticiones, factor 1, solución pulso y factor 2 los cultivares.

La unidad experimental fue de un tallo, tomando para las variables de vida de florero la misma planta, sin embargo para conductividad hidráulica debido a que es un método destructivo se tomaron otros tallos, éstos mismos se utilizaron para determinar área transversal.

4.4 VARIABLES EVALUADAS

Seguimiento de vida de florero

Días de vida de florero: Se contabilizó los días a partir del primer día del experimento, al final de la senescencia.

Consumo de agua: Se colocó un tallo por probeta de 250 ml, la lectura se tomó diario observando los ml gastados y volviendo a aforar las probetas a 250 ml.

Peso fresco del tallo. Se peso cada tallo en una balanza analítica de 2 decimales, esta variable se midió diariamente en cuatro repeticiones por variedad.

Color de pétalos. La coloración de los pétalos se determinó con un colorímetro marca “ColorTec”, midiendo a, b y L, tomando cuatro repeticiones para esta variable.

Apertura floral: Con vernier digital, se midió la parte superior de la flor, diariamente en cuatro repeticiones.

Conductancia estomática: Con un porómetro “Leaf porometer” (modelo SC-1), tomando mediciones manuales durante un minuto y medio en dos hojas pentafoiliadas de la parte media del tallo, de la misma manera se le hizo la medición a dos pétalos en una planta por variedad y tratamiento.

Medición de la conductividad hidráulica

Conductividad hidráulica: La punta superior de cada segmento de tallo se conectó a un sistema de medición de conductividad hidráulica HCFM-XP (Dynamax, Inc., TX, USA), con una presión de extracción a una diferencia de 25

kPa. La punta inferior del segmento del tallo se colocó en un contenedor con una solución acuosa de bicarbonato de sodio (1.5 mM), cloruro de calcio (0.7 mM) y sulfato de cobre (5 μ M) a temperatura ambiente (22 ± 2 °C). El flujo de la solución se midió a través del segmento de tallo hasta alcanzar un equilibrio por 5 minutos. La conductividad hidráulica se midió en tres partes del tallo, la parte superior (donde está la flor), la parte media y la parte inferior (parte basal).

Diámetro del tallo: En cada parte donde se realizó la medición de la conductividad hidráulica se tomo el diámetro de cada segmento, con un vernier digital.

Longitud del tallo: Con una regla se midió desde la parte basal hasta el último pétalo para poder ubicar el corte correcto de cada segmento.

Análisis de área de sección transversal

Área de sección transversal: En cada parte donde se tomo la conductividad hidráulica se cortaron pequeños segmentos y se conservaron en etanol a 75 %. De estos segmentos se hicieron cortes en secciones transversales delgadas con un xilótomo manual, a 60 y 80 μ m. Estos cortes se montaron sobre portaobjetos y se colorearon con verde fijo y safranina, para poder identificar los vasos; después se sacaron fotografías digitales con ayuda de una cámara de alta resolución (Moticam 480) acoplada a un microscopio (Motic B3 Professional Series), a 40X de objetivo y 10X de ocular. Se tomaron 10 campos por corte, para poder tener la mayor información posible del área del xilema en una sección transversal. Las

fotografías se analizaron, con un el analizador de imágenes ImageTool ver. 3.0.; en el cual se contabilizó el número de vasos y se calculó el área promedio de los vasos.

3. 5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), para las variables de la vida de florero, en el caso de la conductividad hidráulica, número de vasos y área de vasos se hicieron gráficos con SigmaPlot 11.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados obtenidos por los diferentes análisis de varianza, y comparaciones de medias, en todas las variables evaluadas en el diseño experimental factorial 2 x 4 se obtuvieron las significancias estadísticas esperadas, por lo que se presentan los factores principales con sus combinaciones para la mejor interpretación de este trabajo.

5.1 SEGUIMIENTO DE VIDA DE FLORERO

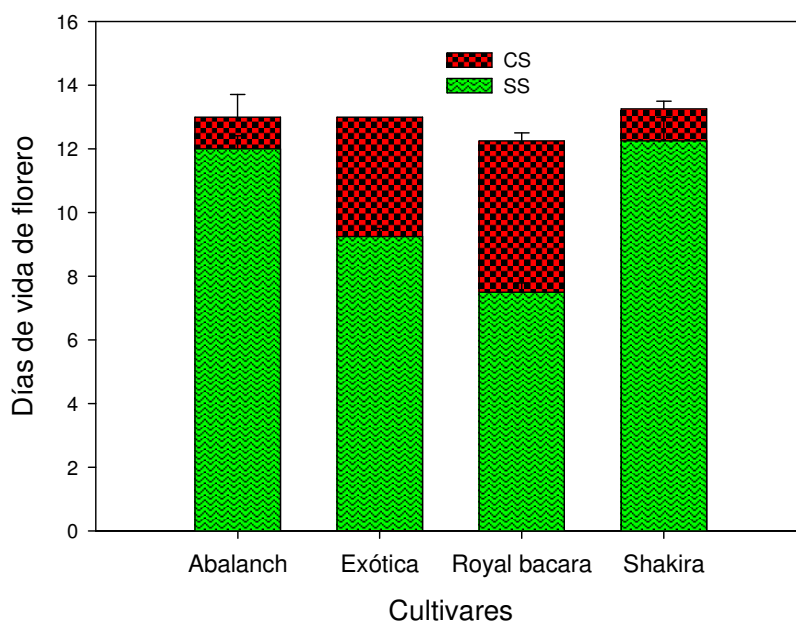
5.1.1 Días de vida de florero

En la Figura 1. Se observa como las flores tratadas con la solución pulso (CS), tienen mayor vida de florero, en el caso del cv. Royal Bacara, aumentó de 7.5 a 12.8 días de vida de florero, teniendo un incremento de 70.66 % respecto al testigo (sin solución pulso), este mismo comportamiento presentó cv. Exótica, sin embargo para Abalanch y Shakira la diferencia entre los tallos tratados con solución pulso y los no tratados es de un día postcosecha. Elgimabi y Ahmed (2009) encontraron en un trabajo realizado en *Rosa hybrida*, que al aplicar 8HQS a 100 ppm, la vida de florero fue de 8.97 días, donde se aplicó sacarosa a 3 % fue de 7.07 días comparadas al testigo que solamente duraron 4 días.

En un experimento realizado por Elgimabi (2011) observó que la vida de florero de *Rosa hybrida* fue de 11, 10 y 9 días, al ser tratadas con 20, 30 y 50 ppm de 8HQS, respectivamente, en comparación a los seis días que duró el testigo.

Butt (2005) encontró en *Rosa hybrida*, que al aplicar una solución de sacarosa a $25 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ alargó la vida en florero de 8.2 días en la var. Batir Mc y 7.5 días en var. Trika en comparación con los 5.3 días en el control.

Figura 1. Días de vida de florero en cuatro cultivares de *Rosa sp.* tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).



5.1.2 Consumo de agua

En el Cuadro 1, se presentan los resultados obtenidos de la variable consumo de agua en el tallo, donde se observa que el análisis de varianza para esta variable, hubo diferencias significativas cuando se aplicó la solución pulso en los cultivares, hasta el 4to. día, los días 5, 6 y 7 no hubo diferencias estadísticas con respecto a las que se aplicaron solución pulso; en cuanto a los cultivares es altamente significativo hasta el día 6, así como la interacción solución pulso por cultivar; para

el día 7 de postcosecha no tiene efecto significativo, para ninguno de los niveles evaluados.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia del consumo de agua del tallo (ml), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de *Rosa sp.*

FV	GL	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
TRA	7	32.2678**	77.9821 **	75.7143 **	106.8392 **	34.5312**	24.8392**	5.8392ns
S	1	21.1250**	66.1250 **	128.0000 **	231.1250 **	30.0312ns	3.1250ns	0.1250ns
C	3	53.7916**	132.4583 **	125.6667 **	141.7917 **	42.3645*	32.4583**	12.4583ns
S*C	3	14.4583**	27.4583 **	8.3333 *	30.4583 **	28.1979*	24.4583*	1.1250ns
E	24	2.0417	1.5417	2.4166	1.7083	9.6562	7.0416	8.5416

TRA= Tratamiento; **S**= Solución pulso; **C**= Cultivares; **S*C**= Interacción solución pulso por cultivar; **E**= Error experimental; ** Valores altamente significativos ($P \leq 0.01$); * Valores significativos ($P \leq 0.05$) y **NS** = Valores no significativos

En el Cuadro 2, se puede observar que los cvs. Abalanch y Shakira fueron las que presentaron mayor consumo de agua, comparadas con Exótica y Royal Bacara, durante los días postcosecha, el consumo de agua aumenta conforme pasan los días postcosecha, solo hasta el día 4 (es cuando alcanza el mayor consumo de agua), para el día 5 en todos los cultivares empieza a disminuir; esto coincide con un estudio realizado en rosa cv. Royalty por De la Cruz, *et al.* (2007), donde encontraron que el consumo de agua durante la vida postcosecha tiende a subir en los primeros días postcosecha, alcanzando su nivel máximo el día 6 de postcosecha, después el consumo de agua disminuye.

Al combinar los cultivares con la solución pulso, Abalanch aunado con la solución pulso, presenta mayor consumo de agua, seguido por el cv. Shakira. En un estudio realizado por Van Doorn and Reid (1995) observaron que los tallos de

rosa, (cvs: Frisco, Sonia, Madelon y Cara Mia), la tasa de absorción de agua en los tallos disminuía conforme a la exposición de los tallos al aire, en los tres primeros cultivares se alcanzó la mayor absorción a los 10 min de exposición del aire, sin embargo para los 20 min comenzó a decrecer la absorción de agua en Frisco y Sonia; el cv. Madelon mantuvo su absorción desde los 10 min y Cara Mia mostró un comportamiento lineal desde en el inicio de la evaluación es decir no respondió a ningún tratamiento de exposición de aire.

Cuadro 2. Comportamiento del consumo de agua (ml) en la postcosecha de cuatro cultivares de *Rosa sp.* tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína (100 mg·L⁻¹) + sacarosa (3 %) y testigo.

Tratamiento		Días Postcosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
Con sol. pulso		13.00a ^z	15.75a	15.75a	19.37a	10.19a	9.12a	7.62a
Sin sol. pulso		11.37b	12.87 b	11.75 b	14.00 b	8.25a	8.50a	7.50a
Con sol. pulso	Abalanch	15.50a	17.25a	15.50 b	20.50a	11.62a	10.50a	8.50a
	Exótica	11.50 b	14.50 b	12.75 c	17.00 b	8.75ab	7.75ab	8.25a
	Royal bacara	9.25 c	8.50 c	8.75 d	10.75 b	6.25 b	6.50 b	5.75a
	Shakira	12.50 b	17.00a	18.00a	18.50 c	10.25ab	10.50a	7.75a
	Abalanch	18.00a	19.00a	17.00 b	22.00ab	15.25a	13.00a	9.00a
	Exótica	11.00 bc	13.50 b	14.00 bcd	19.50 b	8.00ab	6.00 b	8.00a
	R. bacara	10.50 bc	10.00 c	10.50 de	12.00 cd	7.00 b	6.50 b	5.50a
	Shakira	12.50 b	20.50a	21.50a	24.00a	10.50ab	11.00ab	7.50a
Sin sol. pulso	Abalanch	13.00 b	15.50 b	14.00 bcd	19.00 b	8.00ab	8.00ab	8.00a
	Exótica	12.00 b	15.50 b	11.50 cd	14.50 c	9.50ab	9.50ab	8.50a
	R. bacara	8.00 c	7.00 d	7.00 e	9.50 d	5.50 b	6.50 b	6.00a
	Shakira	12.50 b	13.50 b	14.50 bc	13.00 c	10.00ab	10.00ab	8.00a
C.V (%)		11.72	8.67	11.30	7.83	33.70	30.11	38.64

^z Medias con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey $\alpha=0.05$; **C.V**= Coeficiente de variación

5.1.3 Peso fresco del tallo

En el Cuadro 3, la variable peso fresco del tallo, muestra que la solución pulso no tiene efecto significativo, sin embargo se observa mayor peso donde se aplicó la solución pulso, Yáñez, *et al.* (1994) encontraron una mayor longevidad en las flores que mantienen o incrementan su peso fresco.

Entre cultivares existen diferencias significativas durante todos los días postcosecha, la interacción solución pulso y cultivar no tiene efecto significativo.

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia del peso fresco del tallo (g), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de *Rosa sp.*

FV	GL	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
TRA	7	133.0655*	127.5553*	125.0971*	117.1735*	112.4656*	106.2709*	107.4938*
S	1	16.6608ns	20.9790ns	18.3163ns	12.2018ns	13.7288ns	1.1100ns	1.4238ns
C	3	298.0652*	283.4086*	279.5381*	263.4356*	249.3118*	238.9287*	245.3883*
S*C	3	6.8673ns	7.2275 ns	6.2496ns	5.9021ns	8.5317ns	8.6667 ns	4.9561ns
E	24	26.1176	26.6634	26.3029	27.0310	27.5462	26.9257	28.1545

TRA= Tratamiento; **S**= Solución pulso; **C**= Cultivares; **S*C**= Interacción solución pulso por cultivar; **E**= Error experimental; ** Valores altamente significativos ($P \leq 0.01$); * Valores significativos ($P \leq 0.05$) y **NS** = Valores no significativos

Durante la vida de florero el peso fresco del tallo fue disminuyendo desde el primer día postcosecha de manera gradual, sin embargo los tallos tratados con solución pulso tienen mayor peso que los tallos no tratados (Cuadro 4).

En el caso de los cultivares (Cuadro 4), se muestra que el cultivar Abalanch tiene mayor peso fresco del tallo, seguido por el cv. Royal Bacara.

Cuadro 4. Peso fresco del tallo (g), durante la vida de florero en cuatro cultivares de *Rosa sp.* tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína (100 mg·L⁻¹) + sacarosa (3 %) y testigo.

Tratamiento		Días Poscosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
Con sol. pulso		39.04a ^z	38.84a	38.49a	37.88a	37.26a	35.48a	34.05a
Sin sol. pulso		37.59a	37.22a	36.98a	36.64a	35.95a	35.10a	33.62a
Abalanch		46.32a	45.81a	45.43a	44.63a	43.88a	42.15a	40.87a
Exótica		36.82 b	36.57 b	36.33 b	36.13 b	35.40 b	34.76 b	33.21 b
Royal Bacara		38.53 b	38.29 b	38.04 b	37.57ab	36.77ab	35.46ab	33.90ab
Shakira		31.57 b	31.43 b	31.13 b	30.70 b	30.36 b	28.79 b	27.35 b
Con sol. pulso	Abalanch	47.32a	47.23a	46.70a	45.51a	44.84a	42.81a	41.35a
	Exótica	36.22ab	36.03abc	35.84abc	35.56abc	34.55abc	33.50abc	32.47abc
	R. Bacara	39.47ab	39.15abc	38.81abc	38.27abc	37.78abc	35.66abc	33.89abc
	Shakira	33.13 b	32.94 bc	32.61 bc	32.18 bc	31.87 bc	29.94 bc	28.46 bc
Sin sol. pulso	Abalanch	45.32a	44.39ab	44.16ab	43.76ab	42.93ab	41.49ab	40.40ab
	Exótica	37.43ab	37.12abc	36.83abc	36.69abc	36.25abc	36.02abc	33.96abc
	R. Bacara	37.59ab	37.43abc	37.27abc	36.89abc	35.77abc	35.25abc	33.91abc
	Shakira	30.02 b	29.92 bc	29.66 bc	29.22 bc	28.85 bc	27.64 c	26.23 c
C.V (%)		13.33	13.57	13.59	13.95	14.33	14.70	15.68

^z Medias con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey $\alpha=0.05$; **C.V**= Coeficiente de variación

La mejor combinación solución pulso y cultivar es Abalanch, seguido por Royal Bacara con tratamiento. La mayor longevidad floral de rosa cv. Royalty se asoció con un mayor consumo de agua y una lenta pérdida de peso fresco del tallo (De la Cruz, *et al.* 2007), esto ocurrió en tallos tratados con sulfato de aluminio.

5.1.4 Color de pétalos

La decoloración o pérdida del color es un síntoma común de muchas flores senescentes y en muchos casos es la razón principal para terminar la vida en florero (Mayak y Halevy, 1980).

El color es un aspecto de apariencia; un estímulo basado en respuesta de la luz consistente en las tres dimensiones de matiz, saturación y claridad.

La luminosidad es el grado de claridad, los colores pueden ser clasificados como tenues u oscuros al comparar sus valores.

El croma es la intensidad o nivel de saturación de un tono en particular, definido como la distancia entre un color cromático y el color neutral (gris) con el mismo valor.

5.1.4.1 Luminosidad

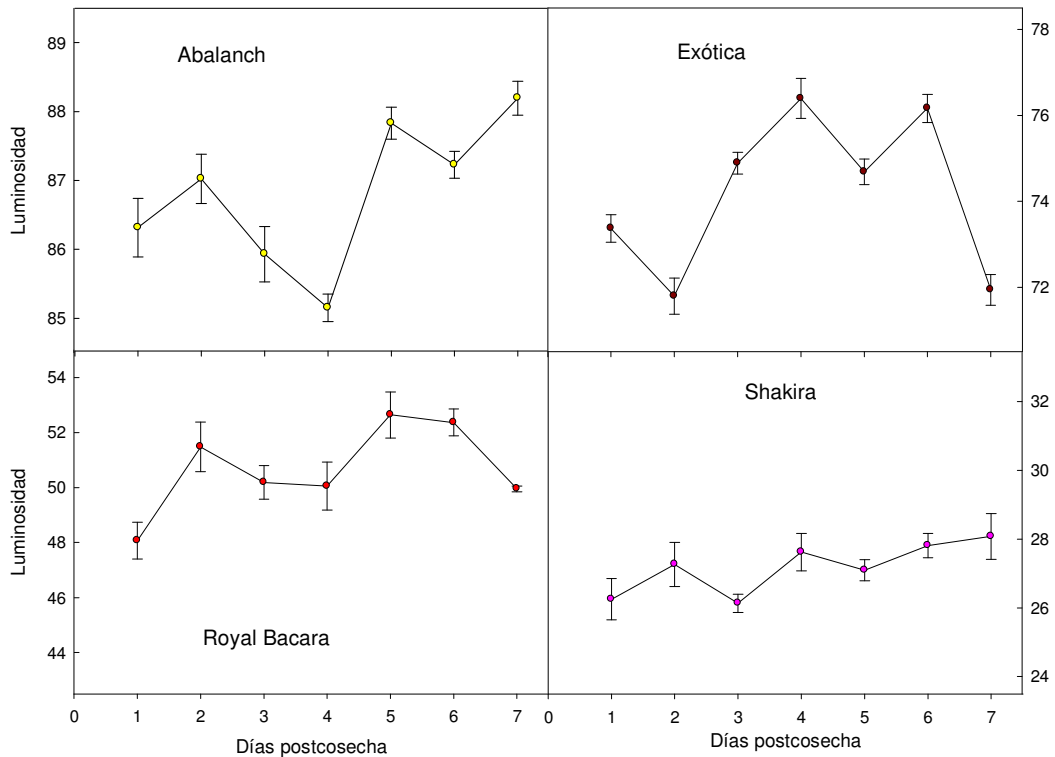
En el cv. Abalanch, la luminosidad disminuye en los primeros días postcosecha, a partir del 4to día esta vuelve a subir, con valores de entre 85-88, debido a que la rosa es blanca y conforme pasan los días sus pétalos son más claros (Figura 2).

Para el cv. Exótica los valores son de 72-77, esta rosa es de color naranja, sin embargo cuando no está completamente abierta su color es un poco más fuerte que cuando llega a la senescencia, los valores más bajos los presenta al inicio de la senescencia.

El cultivar Royal Bacara sus valores fluctúa entre 48-52, por lo que esta rosa es roja, presentando un incremento conforme los días postcosecha.

El cultivar Shakira tiene valores de 26-28, su rosa es de color rosa mexicano, aunque en botón su color es más pronunciado y su comportamiento es ascender conforme avanzan los días postcosecha (Figura 2).

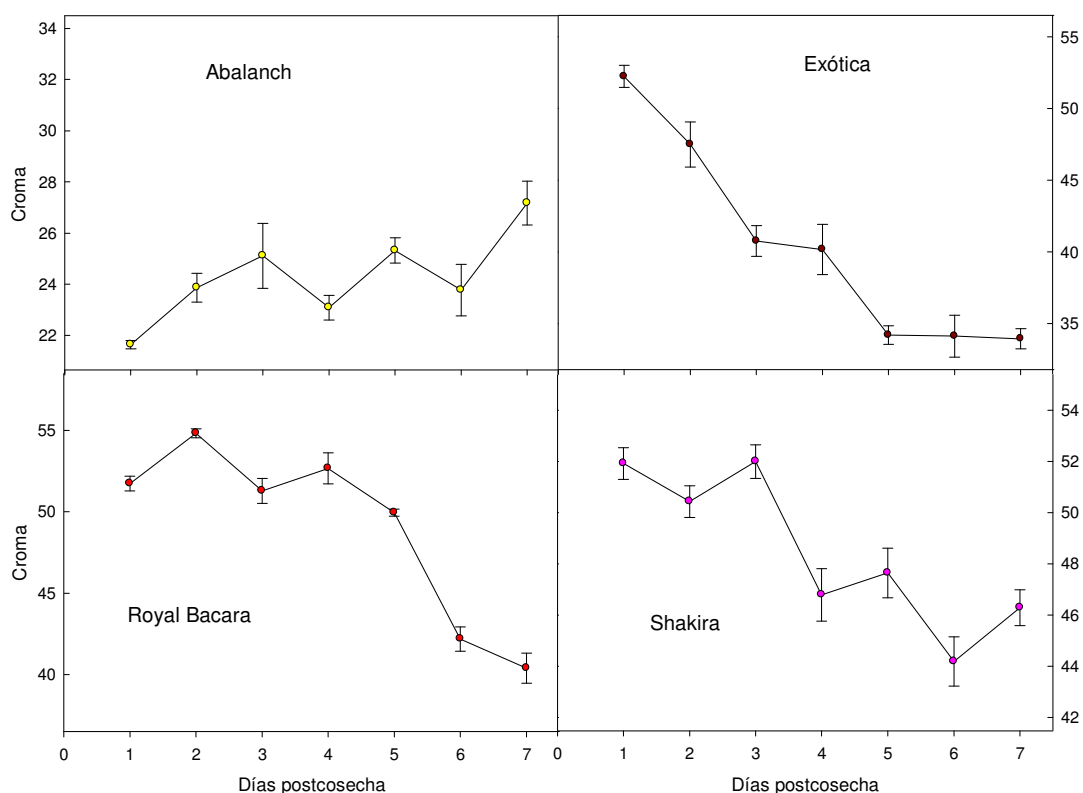
Figura 2. Comportamiento de la luminosidad en cuatro cultivares de Rosa sp., durante la vida de florero.



5.1.4.2 Croma

En cuanto al croma que es la pureza del color o cantidad del color presenta, el cultivar Abalanch presenta valores de 22-26, presentando valores más bajos al inicio de la postcosecha y la coloración de sus pétalos son blancos. En el cv. Exótica presenta valores de 54-35, los valores altos están al inicio de la postcosecha, y la curva tiende a decrecer, esto significa que conforme llega a la senescencia se va decolorando. Para el cv. Royal Bacara los valores disminuyen conforme avanzan los días postcosecha por lo que va perdiendo color. El cv. Shakira tiene valores más altos los primeros días postcosecha de 53-44.

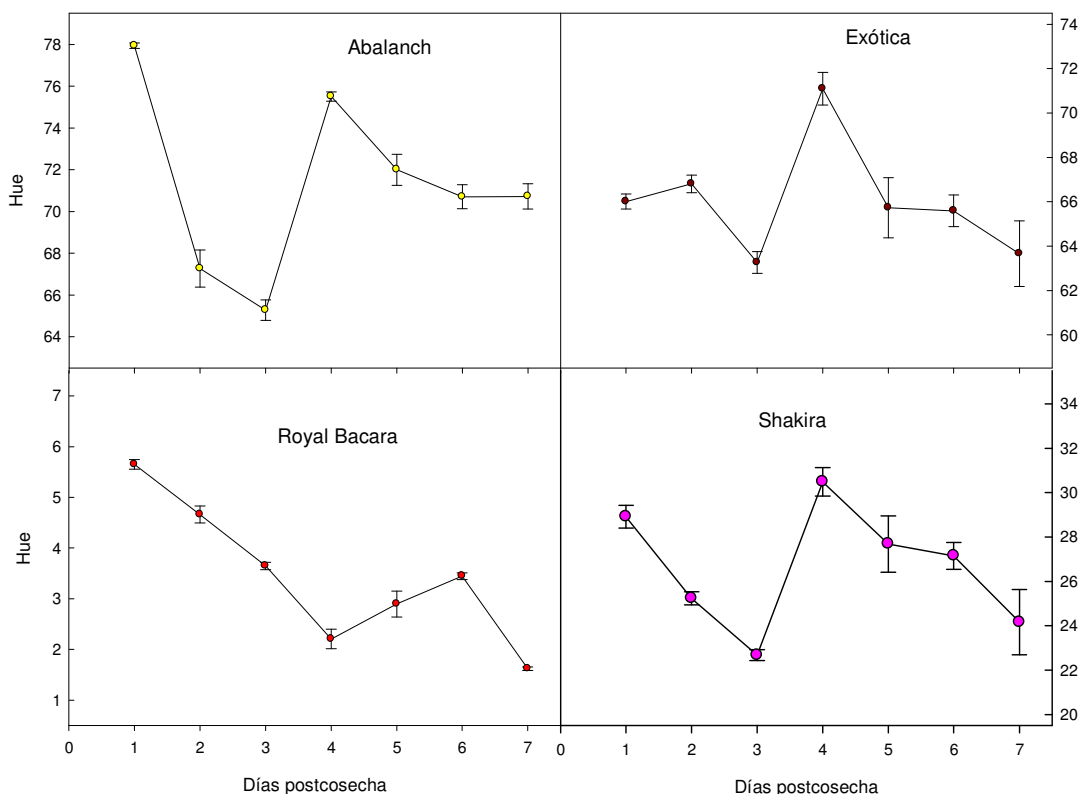
Figura 3. Comportamiento del croma en cuatro cultivares de *Rosa* sp. durante la vida de florero.



5.1.4.1 Hue

Para el caso del ángulo del color (Hue), este parámetro es propio de cada cultivar, se puede observar en la Figura 4, que el cultivar Abalanch presenta valores de 78-66 su coloración es blanca. En el cultivar Exótica sus valores fluctúan entre 64-72 y su color es naranja, presentando los valores más bajos al inicio de la postcosecha. En el caso del cv. Royal Bacara tiene valores de 6-1, presentando sus valores más altos al inicio de la postcosecha, debido a que su color es roja, y este parámetro indica que entre más cercano estén los valores al cero la coloración es roja. Para el cv. Shakira tiene valores entre 23-30 que la coloración de esta flor es rosa mexicano y su color hace similitud al rojo.

Figura 4. Comportamiento del Hue en cuatro cultivares de *Rosa sp.* durante la vida de florero.



5.1.5 Apertura floral

En el análisis de varianza para la apertura floral, se observa en el Cuadro 5 que con la aplicación de solución pulso, si hubo diferencias altamente significativas, durante los días de vida de florero, el comportamiento de los cultivares y la interacción de solución pulso por cultivar muestra el mismo (estadísticamente significativo), durante todos los días postcosecha.

Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia de la apertura floral (mm), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de *Rosa sp.*

FV	GL	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
TRA	7	429.9395**	429.0993**	472.0620**	541.2655**	608.6599**	686.6571**	735.0257**
S	1	294.6378**	430.7112**	762.4512**	915.9200**	1276.3878**	1598.9512**	1903.4450**
C	3	623.3553**	595.9058**	595.1187**	645.1854**	599.9561**	619.5491**	559.0941**
S*C	3	281.6245**	261.7554**	252.2087**	312.4608**	394.7878**	449.6670**	521.4841**
E	24	41.3832	38.9635	37.371	32.2845	34.7507	35.2575	40.0058

TRA= Tratamiento; **S**= Solución pulso; **C**= Cultivares; **S*C**= Interacción solución pulso por cultivar; **E**= Error experimental; ** Valores altamente significativos ($P \leq 0.01$); * Valores significativos ($P \leq 0.05$) y **NS** = Valores no significativos

La aplicación de solución pulso incrementó estadísticamente la apertura floral de los cultivares, este comportamiento se observa durante todos los días de florero; esto coincide con un experimento realizado en rosa cv. Royalty, donde encontraron que el diámetro de la apertura en flores tratadas fue mayor con tiosulfato de plata (STS), sulfato de 8-hidroquinoleína (HQS) 9.0 y 8.6 cm respectivamente (De la Cruz, *et al.* 2007).

Hernández *et al.* (2009). En tallos de rosa 'Grand gala' y 'Vega' obtuvo la mayor apertura floral donde aplicó 4- hexilresorcinol (5mM), comparadas con el testigo que solo tenían agua destilada.

Dentro de cultivares también hubo diferencias estadísticas, como se observa en el Cuadro 6, que el cultivar Abalanch, tuvo mayor apertura floral comparada con los

otros cultivares, la apertura floral tiene un gran incremento a partir del primer día hasta el 5, en los días posteriores a este la apertura de la flor es menor.

Cuadro 6. Comportamiento de la apertura floral (mm) en la postcosecha de cuatro cultivares de *Rosa sp.* tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína (100 mg·L⁻¹) + sacarosa (3 %) y testigo.

Tratamiento		Días Poscosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
Con sol. pulso		50.26a ^z	54.39a	59.64a	63.73a	67.75a	70.99a	73.06a
Sin sol. pulso		44.18 b	47.05 b	49.88 b	53.03 b	55.12 b	56.85 b	57.63 b
Con sol. pulso	Abalanch	58.70a	62.01a	65.55a	70.3a	73.10a	75.90a	76.77a
	Exótica	43.05 bc	45.26 bc	48.58 b	51.56 c	55.45 bc	58.01 bc	59.66 b
	Royal Bacara	38.18 c	42.85 c	47.06 b	51.34 c	54.30 c	56.67 c	58.58 b
	Shakira	48.95 b	52.77 b	57.82a	60.32 b	62.91 b	65.11 b	66.37b
	Abalanch	58.70a	62.52a	66.75a	72.05a	75.15a	78.52a	78.80a
	Exótica	54.90a	57.40ab	61.82ab	66.25abc	72.25ab	76.27a	79.32a
	R. bacara	39.32 bc	44.95 bcd	49.97 bc	54.35 cd	58.05 cd	61.00 bc	63.80 bc
	Shakira	48.10ab	52.70abc	60.00ab	62.27abc	65.57abc	68.17ab	70.32ab
Sin sol. pulso	Abalanch	58.70a	61.50a	64.35a	68.55ab	71.05abc	73.27ab	74.75ab
	Exótica	31.20 c	33.12 d	35.35 d	36.87 e	38.65 e	39.75 d	40.00 d
	R. bacara	37.05 bc	40.75 cd	44.15 cd	48.32 de	50.55 de	52.35 cd	53.37 cd
	Shakira	49.80ab	52.85abc	55.65abc	58.37 bcd	60.25 bcd	62.05 bc	62.42 bc
C.V (%)		13.62	12.30	11.16	9.73	9.59	9.28	9.67

^z Medias con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey $\alpha=0.05$; **C.V**= Coeficiente de variación

La combinación de solución pulso con cultivar, Abalanch y Exótica estadísticamente son iguales, no obstante es importante recalcar que si existen diferencias numéricas dentro de las combinaciones, mostrando mayor resultado donde se aplicó la solución pulso (Cuadro 6).

5.1.6 Conductancia estomática

En cuanto a la conductancia estomática, como se muestra en la Figura 5, en el cultivar Abalanch, la conductancia estomática disminuye conforme avanzan los días postcosecha, la conductancia en hojas los tres primeros días donde se aplicó la solución pulso es mayor, para el día cuarto es mayor la conductancia en donde no se aplicó la solución pulso (la conductancia en hojas varía desde $20 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ hasta $0 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), para la conductancia en pétalos de este mismo cultivar la tendencia es similar al de las hojas y conforme avanzan los días postcosecha la conductancia tiende a cero, a diferencia de la conductancia en hojas esta es menor porque inicia con valores de $2\text{-}3 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

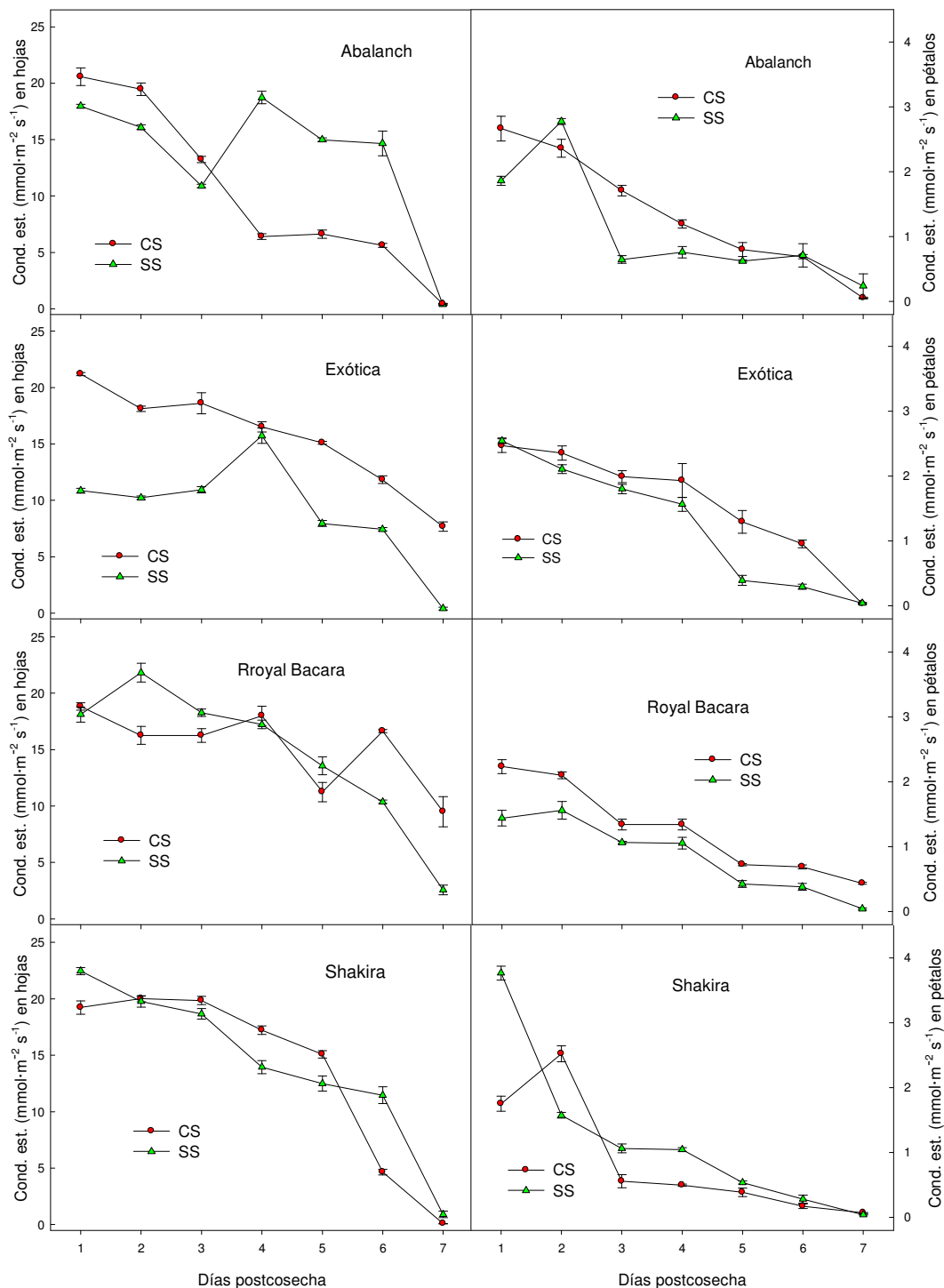
En el cv. Exótica la conductancia fue mayor donde se aplicó la solución pulso, tanto para hojas como para pétalos, aunque la conductancia en hojas es de $22 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ al inicio de la postcosecha con solución pulso y $11 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ sin solución pulso, la conductancia en pétalos es de $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ al inicio la vida de florero y conforme avanzan los días tiende a cero (Figura 5).

En el cultivar Royal Bacara la conductancia es mayor en las hojas de los tallos que no fueron tratados, sin embargo para la conductancia en pétalos es mayor donde se aplicó la solución pulso.

El cv. Shakira mostró mayor conductancia donde se aplicó la solución pulso tanto para hojas, como en pétalos, este comportamiento se mostró durante toda la vida postcosecha, aunque ambos tienden a disminuir al avance de los días, como se muestra en la Figura 5.

Van Doorn and Reid (1995); al realizar estudios de conductancia estomática en dos cultivares de rosa (cv. Frisco y Sonia) a un cierto tiempo de exposición al aire con una temperatura de 20 °C, y una humedad relativa de 60 %, encontraron que la conductancia disminuye conforme a la exposición del aire; donde no hubo exposición al aire de los tallos estos tuvieron conductancia de 250 y 310 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Frisco y Sonia respectivamente), sin embargo una hora después la conductancia fue de 100 y 170 (Frisco y Sonia), a las 2 horas (de exposición al aire) la conductancia decreció hasta 10 y 50 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; esto significa que entre mayor tiempo de exposición tienen los tallos al aire la conductancia estomática será menor.

Figura 5. Comportamiento de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en hojas y pétalos en cuatro cultivares de *Rosa* sp. tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).



5.1.6.1 Conductancia estomática en hojas

En el Cuadro 7, se observa el análisis de varianza de la variable conductancia estomática en hojas, en el cual se observa que en general, la solución pulso tiene efecto altamente significativo durante la vida postcosecha, en el caso de los cultivares existen diferencias estadísticamente significativas durante toda la evaluación de vida de florero, este mismo comportamiento tiene la interacción solución pulso por cultivar.

Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia de la conductancia estomática en hojas ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de *Rosa sp.*

FV	GL	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
TRA	7	49.5134**	51.5479**	53.2786**	62.2355**	43.7331**	45.3901**	134.3385**
S	1	54.3403**	1.0262**	42.2280**	28.2000**	0.4512NS	75.8296**	201.9547**
C	3	32.3872**	50.7628**	77.6868**	35.9152**	13.2666**	7.1212**	148.072**
S*C	3	65.0306**	63.5903**	32.5538**	99.9009**	88.6269**	73.5125**	98.0661**
E	24	0.8606	1.0262	0.9381	1.2027	1.0821	1.8783	0.2707

TRA= Tratamiento; **S**= Solución pulso; **C**= Cultivares; **S*C**= Interacción solución pulso por cultivar; **E**= Error experimental; ** Valores altamente significativos ($P \leq 0.01$); * Valores significativos ($P \leq 0.05$) y **NS** = Valores no significativos

El comportamiento de la conductancia estomática de las hojas, durante los días postcosecha (Cuadro 8), el efecto de la aplicación de solución pulso es significativo para los primeros 3 días postcosecha; en el caso de los cultivares, Shakira tiene mayor efecto, seguido por Royal Bacara.

Al realizar la interacción de solución pulso por cultivar, encontramos que la mejor combinación es solución pulso con Exótica y Shakira sin solución pulso.

Cuadro 8. Comportamiento de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en hojas en cuatro cultivares de *Rosa sp*, durante la vida de florero, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) y testigo.

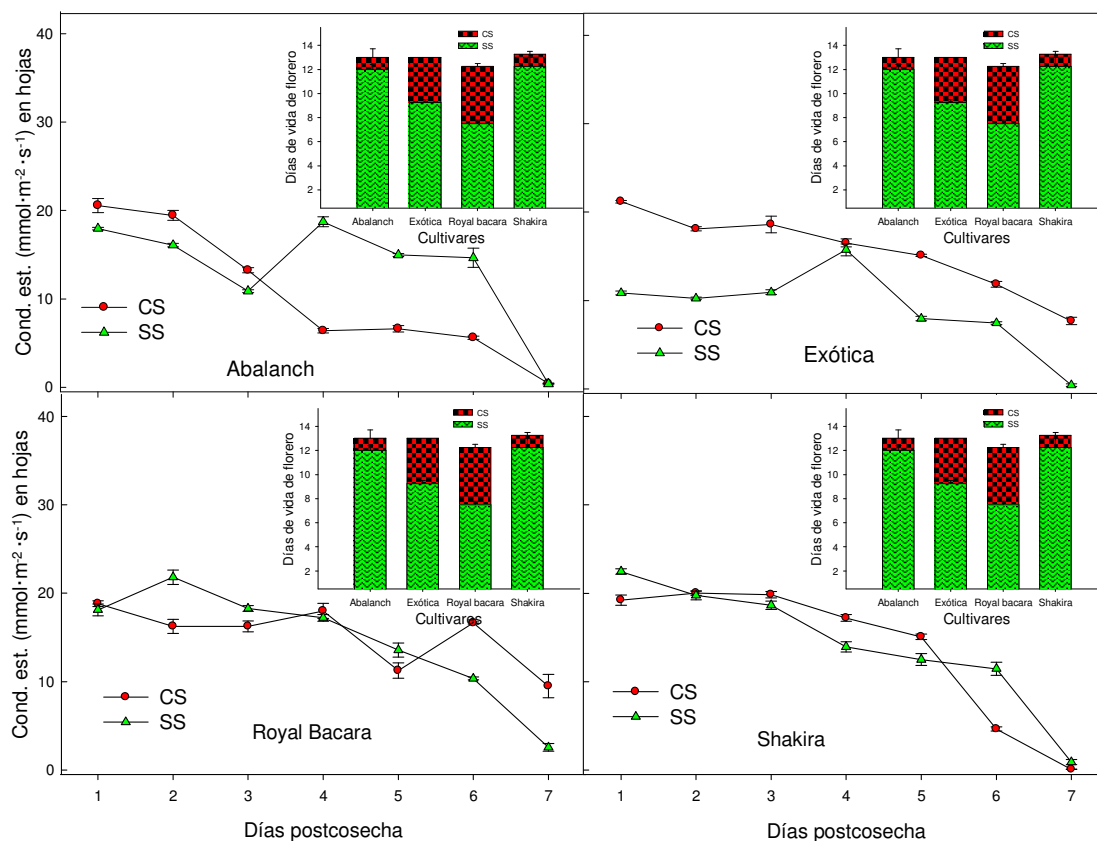
Tratamiento		Días Postcosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
Con sol. pulso		19.95a ^z	18.46a	16.98a	14.53 b	12.01a	7.89 b	6.20a
Sin sol. pulso		17.35 b	16.97 b	14.68 b	16.41a	12.24a	10.97a	1.17 b
Con sol. pulso	Abalanch	19.26 b	17.77 b	12.05 d	12.56 c	10.80 c	10.13a	0.40 c
	Exótica	16.02 c	14.17 c	14.77 c	16.12ab	11.52 bc	9.63ab	4.16 b
	Royal bacara	18.46 b	19.04ab	17.26 b	17.61a	12.41ab	9.93ab	9.59a
	Shakira	20.84a	19.88a	19.25a	15.59 b	13.79a	8.05 b	0.59 c
	Abalanch	20.56abc	19.46ab	13.23 c	6.40 d	6.61 c	5.61 d	0.42 d
	Exótica	21.19ab	18.11 bc	18.61a	16.51abc	15.10a	11.83ab	7.67 b
	R. bacara	18.82 cd	16.26 c	16.25 b	18.00ab	11.25 b	9.50 bc	16.63a
	Shakira	19.23 bcd	20.01ab	19.85a	17.21ab	15.08a	4.65 d	0.08 d
	Abalanch	17.96 d	16.08 c	10.88 d	18.73a	14.98a	14.65a	0.38 d
	Exótica	10.85 e	10.23 d	10.93 d	15.72 bc	7.95 c	7.43 cd	0.66 d
Sin sol. pulso	R. bacara	18.11 d	21.81a	18.27ab	17.23ab	13.56ab	10.36 bc	0.66 d
	Shakira	22.46a	19.76ab	18.66ab	13.95 c	12.50 b	10.36ab	1.10 d
	C.V (%)	4.97	5.71	6.11	7.08	8.57	14.52	14.09

^z Medias con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey $\alpha=0.05$; **C.V**= Coeficiente de variación

En cuanto a la relación entre la conductancia estomática en hojas y la vida de florero, los cultivares Shakira, Exótica, y Abalanch tienen mayor conductancia estomática en hojas (en los tallos tratados con la solución pulso), y la vida de florero es muy marcada en el caso de los cvs. Exótica, Abalanch y Shakira, los cultivares Shakira y Abalanch tienen una vida de florero muy alta (12.2 y 12 días respectivamente), sin la aplicación de solución pulso, y el cv. Exótica en combinación con la solución pulso alcanza una alta vida de florero (13 días), sin embargo el cv. Royal Bacara por si sola tiene una baja vida de florero (7.5 días),

por lo que la conductancia fue mayor donde los cultivares tienen una vida de florero muy alta desde su genotipo (Figura 6).

Figura 6. Comparación de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en pétalos y la vida de florero en cuatro cultivares de *Rosa sp.* tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).



5.1.6.2 Conductancia estomática en pétalos

El análisis de varianza para la variable conductancia estomática en pétalos, como se muestra en el Cuadro 9, los tratamientos tienen diferencias significativas, en los tallos tratados con solución pulso.

Al analizar solamente los cultivares, son altamente significativos durante todos los días postcosecha, cuando se la realiza la interacción de solución pulso por

cultivar, se observa el mismo comportamiento, es altamente significativo durante los días postcosecha.

Cuadro 9. Cuadrados medios y significancia de la conductancia estomática en pétalos ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), durante los días postcosecha en cuatro cultivares de *Rosa sp.*

FV	GL	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
TRA	7	2.0541**	0.7388**	1.1377**	0.8111**	0.3687**	0.3044**	0.0754**
S	1	0.1200NS	0.8679**	0.5227**	0.1444NS	0.7564**	0.3465**	0.0820**
C	3	1.2289**	0.7763**	1.6523**	1.4205**	0.2213**	0.3496**	0.0740**
S*C	3	3.5239**	0.6584**	0.8281**	0.4238**	0.3868**	0.2453**	0.0746**
E	24	0.0522	0.0382	0.0229	0.0535	0.0283	0.0232	0.0005

TRA= Tratamiento; **S**= Solución pulso; **C**= Cultivares; **S*C**= Interacción solución pulso por cultivar; **E**= Error experimental; ** Valores altamente significativos ($P \leq 0.01$); * Valores significativos ($P \leq 0.05$) y **NS** = Valores no significativos

En el Cuadro 10, se encuentran las medias de la conductancia estomática en pétalos, la aplicación de solución pulso se observa que tuvo mayor conductancia para el día 2, 3, 5, 6, 7 y 8.

Dentro de los cultivares, para el primer día evaluado el cultivar Shakira fue la mejor seguido por Exótica, en el día 2 sobresale el cultivar Abalanch, para el día 3, 4, 5 y 6 fue Exótica y en el último día fue Royal Bacara, la conductancia estomática tiende a disminuir conforme avanzan los días postcosecha en todos los cultivares. La interacción solución pulso por cultivar, sigue la misma tendencia del comportamiento de los cultivares, la mejor combinación es Exótica con solución pulso para los días 2, 3, 4, 5 y 6.

Cuadro 10. Comportamiento de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en pétalos en cuatro cultivares de *Rosa sp*, durante la vida de florero, durante la vida de florero, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) y testigo.

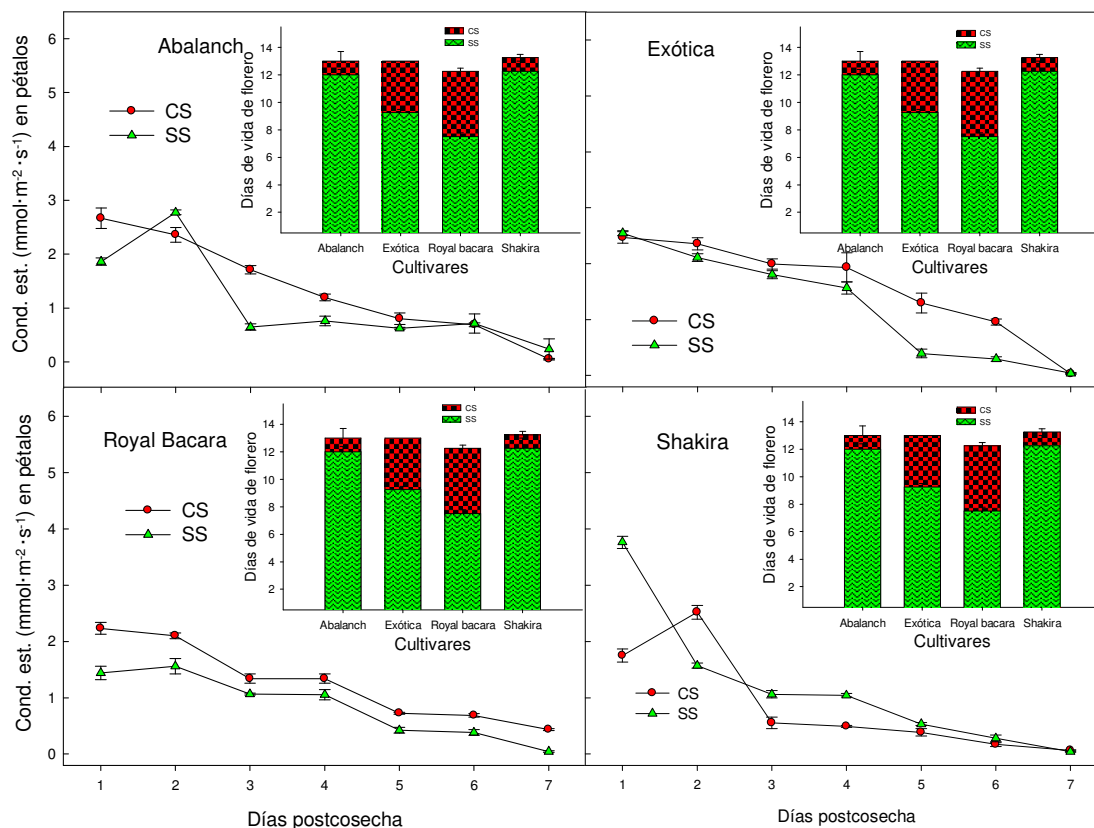
Tratamiento		Días Postcosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
Con sol. pulso		2.28 a ^z	2.33a	1.40a	1.24a	0.80a	0.62a	0.14a
Sin sol. pulso		2.40a	2.00 b	1.14b	1.11a	0.49b	0.41 b	0.04 b
Con sol. pulso	Abalanch	2.26 b	2.57a	1.18 b	0.98 bc	0.71ab	0.70a	0.05 b
	Exótica	2.50ab	2.23 b	1.90a	1.75a	0.84a	0.62a	0.04 b
	Royal bacara	1.84 b	1.83 c	1.20 b	1.20 b	0.57 bc	0.62a	0.24a
	Shakira	2.76a	2.05 bc	0.81 c	0.77 c	0.46 c	0.22 b	0.05 b
	Abalanch	2.66 b	2.36ab	1.71a	1.19 bc	0.80 b	0.69ab	0.05 b
	Exótica	2.47 b	2.35ab	1.99a	1.93a	1.29a	0.95a	0.03 b
	R. bacara	2.23 bc	2.10 b	1.34 b	1.34 b	0.72 bc	0.68ab	0.43a
	Shakira	1.75 cd	2.52ab	0.55 c	0.49 d	0.38 c	0.17 c	0.06 b
	Abalanch	1.86 cd	2.77ab	0.64 c	0.76 cd	0.62 bc	0.71ab	0.05 b
	Exótica	2.54 b	2.11 b	1.80a	1.56ab	0.39 c	0.71 c	0.04 b
	R. bacara	1.44 d	1.56 c	1.06 b	1.05 bc	0.42 bc	0.38 bc	0.04 b
	Shakira	3.76a	1.57 c	1.06 b	1.04bc	0.53 bc	0.28 c	0.04 b
C.V (%)		9.76	9.00	11.91	19.72	25.98	29.25	23.89

^z Medias con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey $\alpha=0.05$; C.V= Coeficiente de variación

En la Figura 7, se observa que los cultivares Abalanch y Exótica muestran mayor conductancia estomática en pétalos y la vida de florero en cv. Abalanch es muy alto (12 días sin tratamiento y 13 días con tratamiento), por lo que su genotipo de esta planta es tener alta vida de florero, en cuanto a la conductancia estomática, es mayor donde se aplicó la solución pulso, este mismo comportamiento se observa para Exótica (su vida de florero fue de 9 a 13 días).

Los cambios en la estructura, metabolismo y expresión de genes en los pétalos en senescencia, es aparentemente el resultado directo de la pérdida de la permeabilidad selectiva en el tonoplasto (van Doorn, 2004).

Figura 7. Comparación de la conductancia estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en pétalos y la vida de florero en cuatro cultivares de *Rosa sp.* tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).



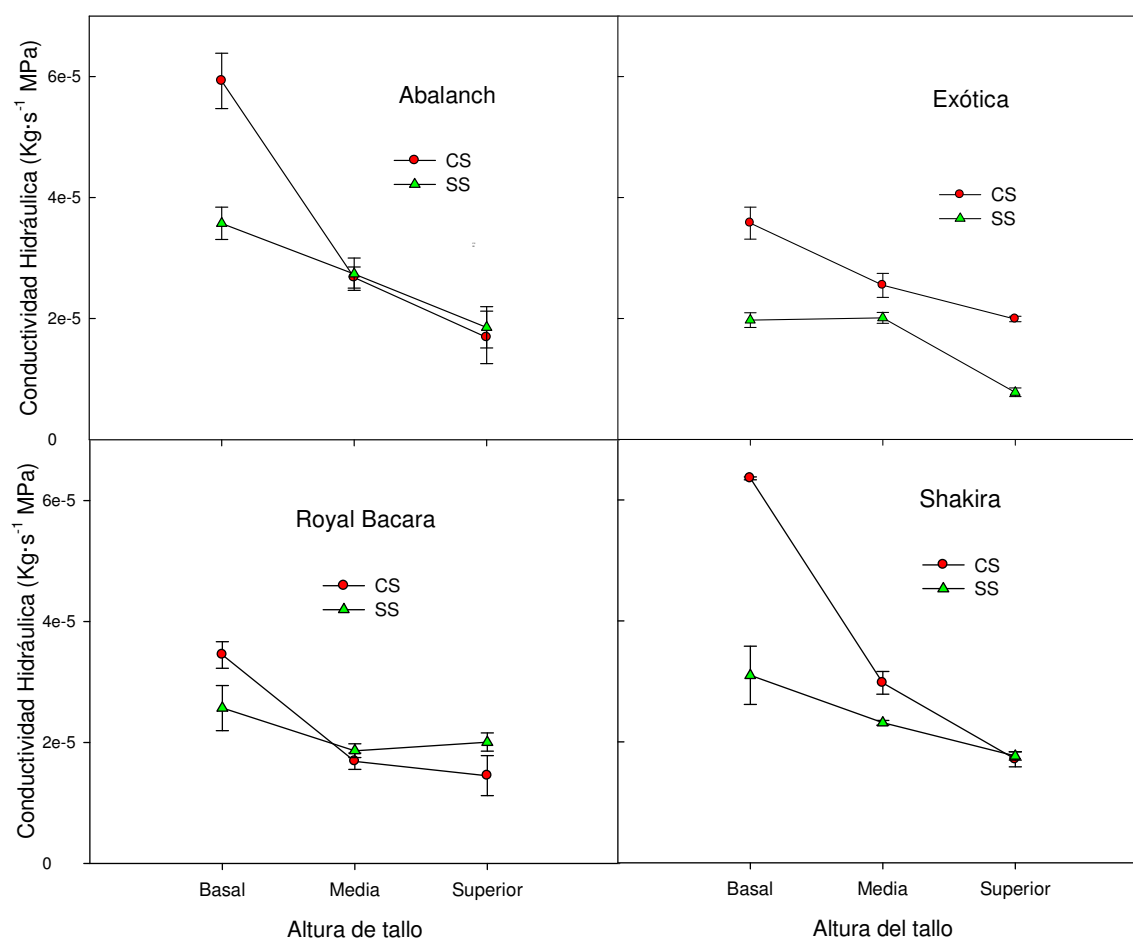
5.2 CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

5.2.1 Conductividad Hidráulica

En la Figura 8, para la conductividad hidráulica, los cultivares Abalanch y Shakira tienen mayor conductividad en la parte basal del tallo donde se aplicó la solución pulso ($6\text{ y }8 \times 10^{-5}\text{ Kg}\cdot\text{s}^{-1}\text{ MPa}$) con respecto a los otros dos cultivares, sin embargo esta conductividad descende conforme a la altura del tallo en todos los cultivares, independientemente si se le aplicó la solución pulso.

Pire et al, (2007) encontró que la conductividad hidráulica en vid, disminuyó dentro del mismo tallo, presentando los mayores valores hacia la base y los menores en el ápice, y señala que esta disminución estuvo asociada con un menor diámetro de vasos.

Figura 8. Comportamiento de la conductividad hidráulica, en cuatro cultivares de rosa, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).



En la figura 9, se observa el comportamiento de la conductividad hidráulica, y el consumo de agua para cultivar evaluado.

Para el cv. Abalanch el consumo de agua comparándolo con la conductividad hidráulica, se observa que los tallos donde fue se aplicó la solución pulso tiene mayor conductividad hidráulica y consumo de agua.

En el caso del cv. Exótica su comportamiento de consumo de agua presenta altas y bajas durante la vida postcosecha en ambos tratamientos (con solución pulso y sin solución pulso), sin embargo en la variable conductividad hidráulica es mayor en donde se aplicó la solución pulso.

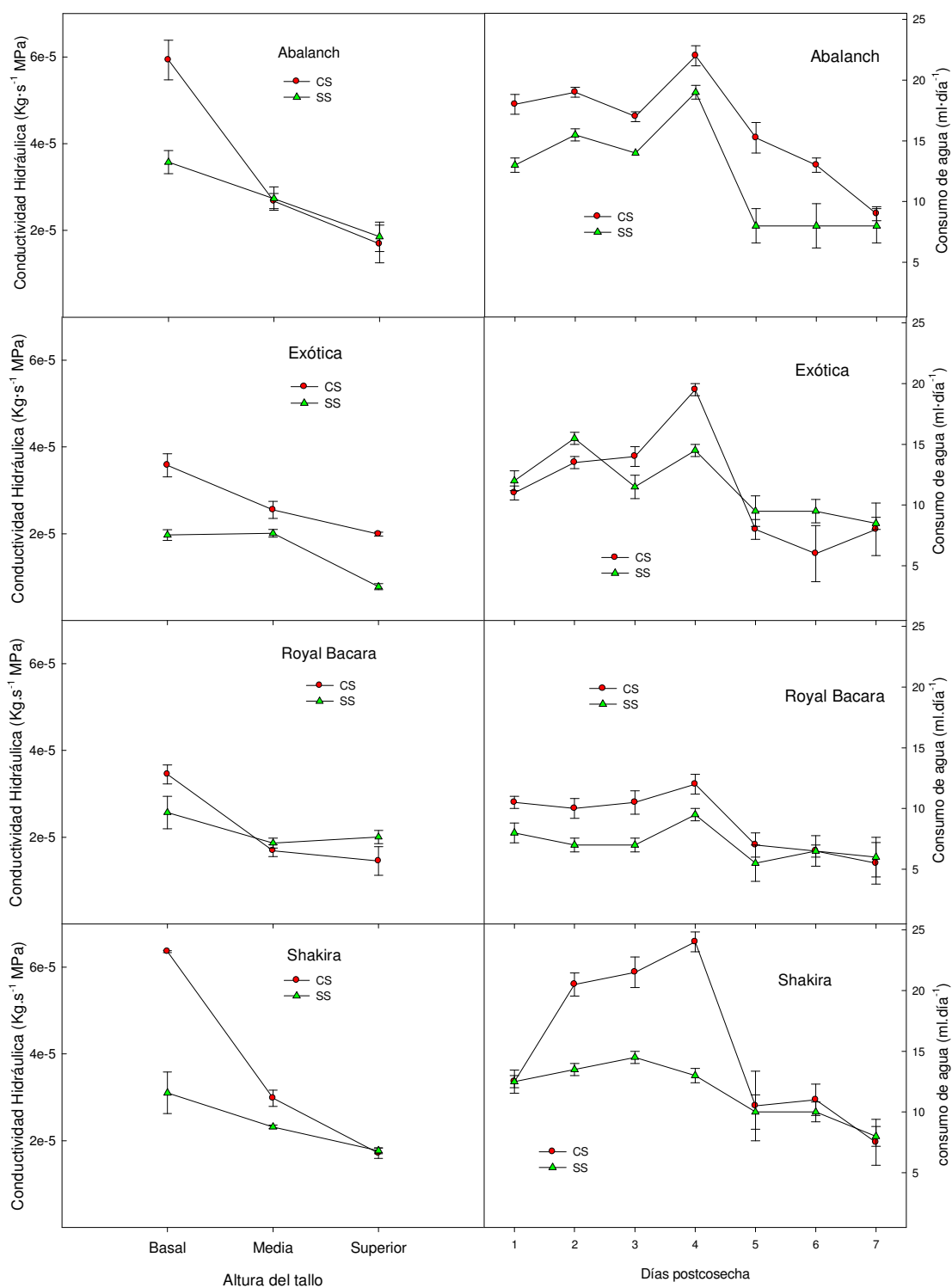
En el cv. Royal Bacara el consumo de agua es mayor durante la vida postcosecha, en el caso de conductividad hidráulica en la parte basal del tallo es mayor donde se aplicó la solución pulso, después para las otras dos secciones (media y superior del tallo) es mayor la conductividad donde no se aplicó la solución pulso.

El cultivar Shakira, su comportamiento del consumo de agua es mayor en los tallos donde se aplicó la solución pulso, este mismo comportamiento muestra para la conductividad hidráulica es mayor en todas las secciones del tallo (tallos tratados con solución pulso).

En general el tratamiento de solución pulso obtuvo buenos resultados, para la ambas variables (conductividad hidráulica y consumo de agua) para los cuatro cultivares evaluados.

En rosas y crisantemos cortados, la marchitez de los pétalos es normalmente el resultado de las relaciones de agua, con frecuencia asociadas a la oclusión vascular (Reid y Chen, 2007).

Figura 9. Comparación de la conductividad hidráulica y el consumo de agua ($\text{ml}\cdot\text{día}^{-1}$) en cuatro cultivares de *Rosa sp.* tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).

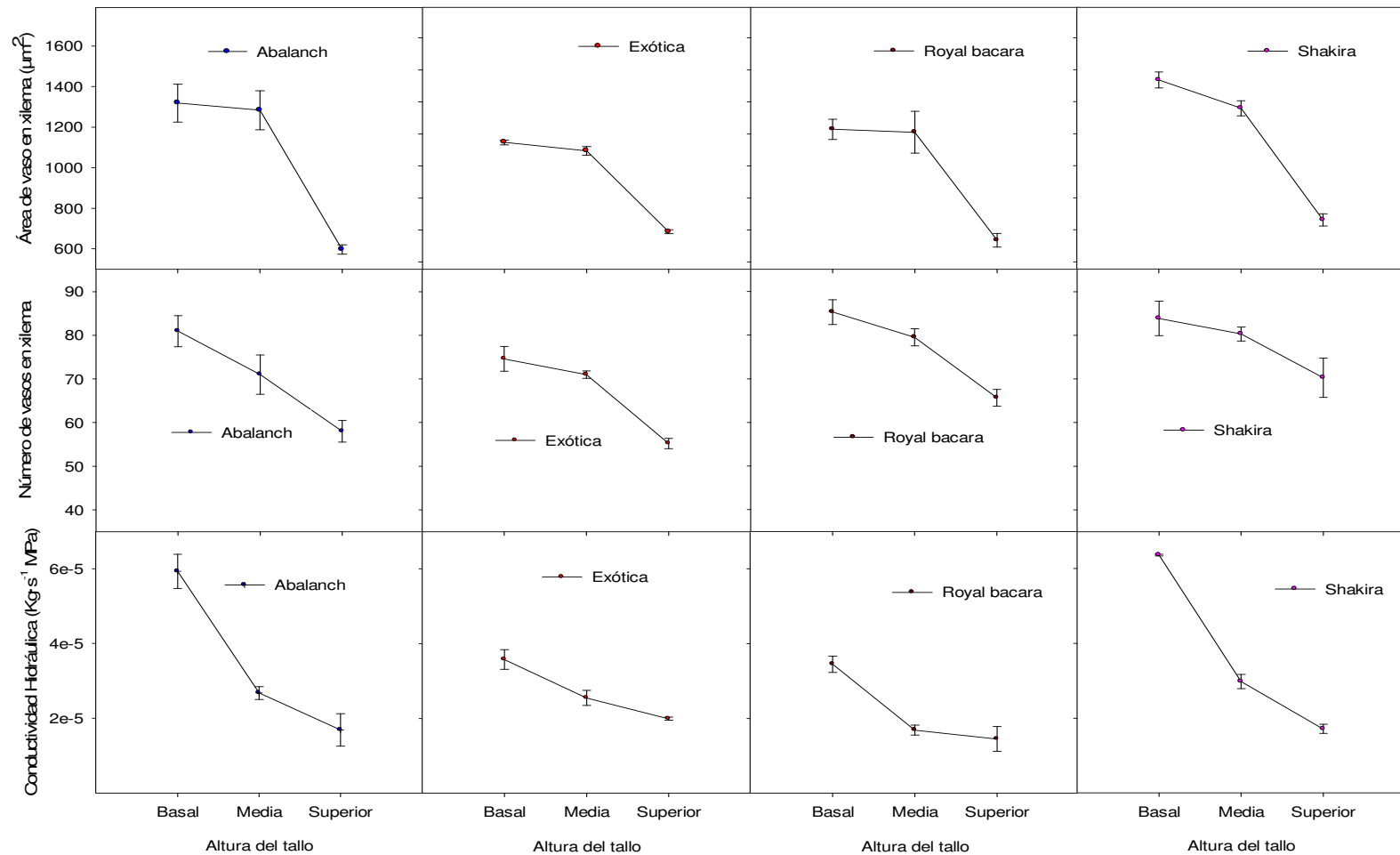


En la Figura 10, se muestra un cuadro comparativo de las variables; conductividad hidráulica, área y número de vasos de xilema, en las tres variables evaluadas el comportamiento es el mismo, porque tiende a disminuir conforme el estrato del tallo, es decir en la parte basal del tallo es mayor, en la parte media disminuye un poco, y en la parte superior tiene menor conductividad hidráulica, número de vasos y área de vasos. En los cultivares Abalanch y Shakira, el área de los vasos es mayor con 1380 y 1370 μm^2 , comparado con los otros cultivares, por lo que el área de estos depende de cada cultivar.

En cuanto a número de vasos en xilema, Royal Bacara y Shakira son las que presentan un número mayor de vasos en la parte basal con 84 y 81 vasos, sin embargo en la parte superior del tallo en Royal Bacara desciende hasta 65 vasos y Shakira en este estrato tiene 70 vasos.

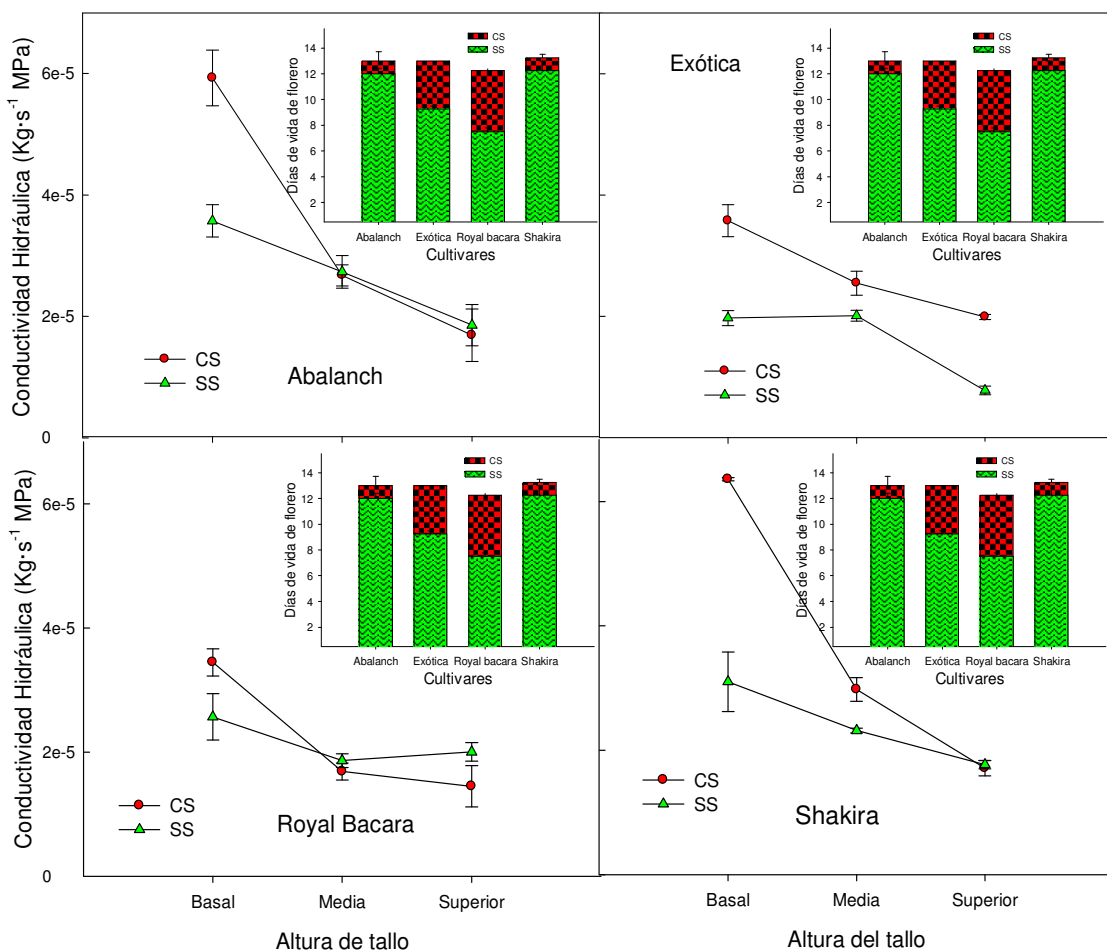
Para el caso de conductividad hidráulica Shakira presentó $8 \times 10^{-5} \text{ Kg}\cdot\text{s}^{-1} \text{ MPa}$ en la parte basal del tallo y observando la Figura 12, se aprecia que Shakira sobresale de todos los cultivares en cuanto a conductividad hidráulica, número de vasos y área de vaso en xilema. Nijse *et al.* (2001) en un estudio realizado en crisantemo encontraron que la conductividad hidráulica, disminuía a la mitad cada 0.34 m de altura en la planta, teniendo mayor conductividad en la parte basal del tallo (0.10 m) que en la parte superior a los 0.60 m, para la variable de número de vasos, este disminuía a la mitad cada 1.26 m.

Figura 10. Comparación de la conductividad hidráulica con el área y número de vasos en xilema en cuatro cultivares de *Rosa sp.*



Los cultivares Abalanch y Shakira tuvieron mayor conductividad hidráulica (6 y 8×10^{-5} Mpa) en la parte basal del tallo y presentaron mayor vida de florero (13 y 13.2 días), sin embargo para Royal Bacara y Exótica su conductividad fue menor independientemente que si se aplicó la solución pulso, como se observa en la Figura 11, que la conductividad hidráulica es mayor donde los cvs. tienen mayor vida de florero, dependiendo del genotipo.

Figura 11. Comparación de la conductividad hidráulica de cada uno de los cultivares con respecto a la vida de florero, tratados con solución pulso de sulfato de hidroquinoleína ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + sacarosa (3 %) (CS) y testigo (SS).

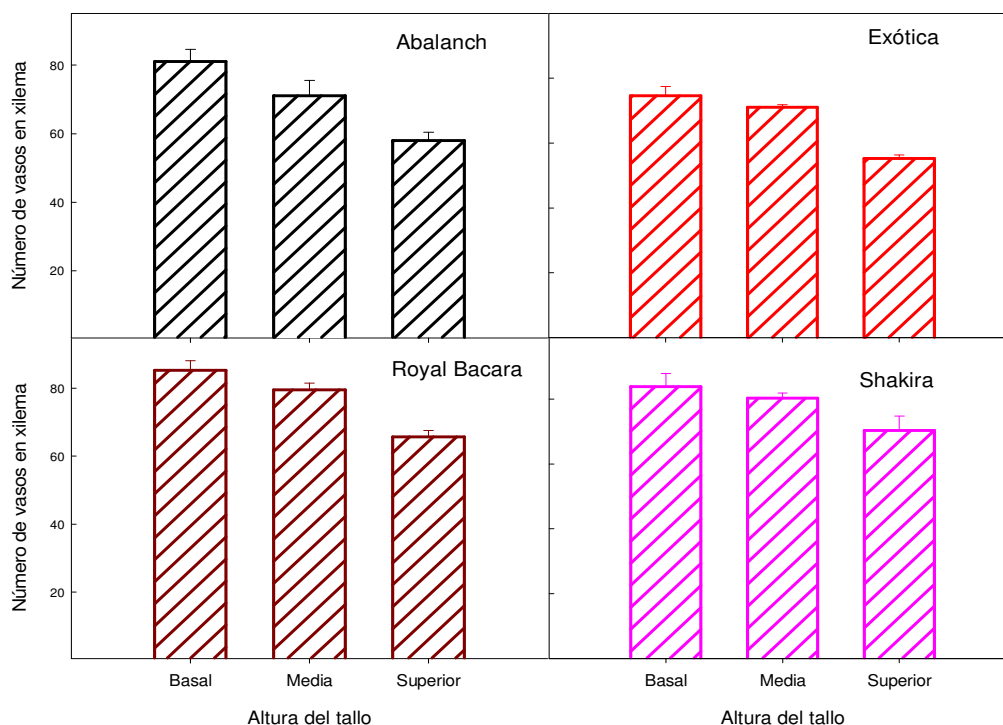


5.2.2 Área de sección transversal.

5.2.2.1 Número de vasos

El número de vasos de xilema mostrado en la Figura 12; en Abalanch es de 80, 70 y 58 vasos (en basal, media y parte superior del tallo respectivamente); para Exótica es de 70, 68 y 56 (basal, media y superior); Royal Bacara presentó 84, 78 y 70 en las tres secciones del tallo y el cultivar Shakira tuvó 81, 78 y 70 vasos. Por lo que el cultivar que presentó mayor numero de vasos fue Royal Bacara, seguido por Shakira.

Figura 12. Comportamiento del número de vasos de xilema, en cuatro cultivares de rosa, en diferentes estratos del tallo.



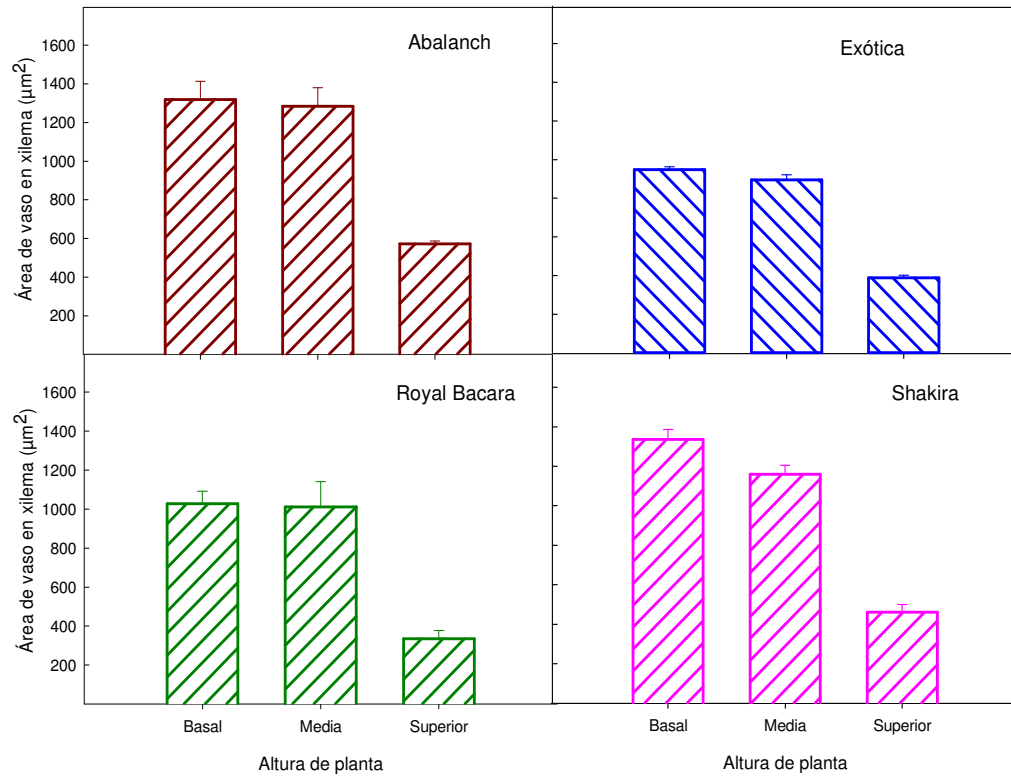
Lo anterior coincide con Nijse *et al.* (2001) que al realizar un estudio anatómico en crisantemo encontraron mayor número de vasos a los 0.10 m de

altura en el tallo, es decir en la parte basal del tallo y a medida que analizaron las secciones posteriores 0.30 m, 0.40 y 0.60 m la cantidad de vasos disminuía en cuanto aumentaba la altura de corte en el tallo, llegando a la mitad del numero inicial de vasos a los 1.26 m de altura en la planta.

5.2.2.1 Área de vasos

En la Figura13, se muestra el comportamiento del área de vasos en xilema en cada cultivar y a su vez en las tres secciones estudiadas, el cultivar que presentó mayor área de vasos de xilema fue Abalanch con 1380, 1360 y 580 μm^2 (en basal, media y parte superior del tallo respectivamente), seguido por el cultivar Shakira con 1370, 1180 y 480 μm^2 (basal, media y superior); Royal Bacara presentó 1100, 1000 y 380 μm^2 en las tres secciones del tallo y el cultivar Exótica tuvo 990, 980 y 400 μm^2 . Nijse *et al.* (2001), encontraron mayor área de vaso en la parte basal del tallo (a los 0.10 m de altura en el tallo), que a los 0.30, 0.40 y 0.60 m de altura, teniendo áreas muy pequeñas de menos de 100 μm^2 , hasta más de 1500 μm^2 .

Figura 13. Comportamiento del área de vasos de xilema, en cuatro cultivares de rosa, en diferentes estratos del tallo.



VI. CONCLUSIONES

1. Los cuatro cultivares respondieron de manera positiva a la aplicación de solución pulso, teniendo mayor conductividad hidráulica, consumo de agua y vida de florero hasta en 70.66 % en cultivar Royal Bacara respecto al testigo.
2. La conductancia estomática en hojas y pétalos es mayor donde se aplicó la solución pulso; presentando este mismo comportamiento en la vida de florero.
3. El cultivar Abalanch tuvo mayor consumo de agua, peso fresco del tallo y apertura floral con la solución pulso.
4. Los cultivares Abalanch y Shakira tuvieron mayor conductancia estomática en hojas y pétalos, y estos cvs. también tienen una alta vida de florero.
5. Los cultivares Abalanch y Shakira presentaron mayor conductividad hidráulica en los tallos tratados con solución pulso; así mismo presentaron mayor área de vaso en xilema.
6. El número de vasos del xilema, área de vaso del xilema y conductividad hidráulica del tallo, son mayores en la parte basal del tallo que en la parte superior.

VII. LITERATURA CITADA

- ARÉVALO G. L.; CRUZ C. E.; CANO M. R.; GAYTÁN A. A. 2006. Soluciones pulso en la calidad postcosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. 'echo blue'. Agric. Téc. Méx. 32(2):91-200
- ARORA, A. 2008. Biochemistry of Flower Senescence. In: PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. (eds). Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. Wiley-Blackwell. 51-85 pp.
- BOROCHOV, A.; MAYAK, S.; HALEVY, A. 1976. Combined effects of abscisic acid and sucrose on growth and senescence of rose flowers. Physiol. Plant. 36: 221-224.
- BURDETT, A. N. 1970. The cause of bent neck in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 427-431.
- BURGE, G. K.; BICKNELL, R. A.; DOBSON, B.G.; 1996. Postharvest treatments to increase water uptake and the vase life of *Leptospermum scoparium* Forst. NZJ Crop Hort. Sci. 24:371-378.
- BUTT, S. J. 2005. Extending the vase life of roses (*Rosa hybrida*) with different preservatives. International Journal of Agriculture & Biology, 7: 97-99.
- DE LA CRUZ G. G.H.; ARRIAGA F. A.; MANDUJANO P. M.; ELIAS A. J. B. 2007. Efecto de tres preservadores de la longevidad sobre la vida postcosecha de *Rosa* cv. Royalty. Revista Chapingo Serie Horticultura 13(1): 109-113.
- DOI, M.; REID, M. S. 1996. Postharvest characteristics of cut *Camellia japonica* L. 'Kumasaka'. Postharvest Biol. Technol. 7: 331-340.

- ELGIMABI, M. N. 2011. Vase life extension of rose cut flowers (*Rosa Hybrida*) as influenced by silver nitrate and sucrose pulsing. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 6: 128-133
- ELIGIMABI, M. N.; AHMED, O. K. 2009. Effects of Bactericides and Sucrose-Pulsing on Vase Life of Rose Cut Flowers (*Rosa hybrida*). Botany Research International 2 (3): 164-168.
- FARAGHER, J. D.; 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. Vol. 35 (156): 965-974.
- HALEVY, A. H.; MAYAK, S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 1. Hort. Rev. 1: 204-236.
- HALEVY, A. H.; MAYAK, S. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. Hort. Rev. 3: 59-143.
- HERNÁNDEZ H. F.; ARÉVALO G, M. L.; COLINAS L. M. T.; ZAVALITA M. A.; VALDÉS C, J. 2009. Diferencias anatómicas y uso de soluciones de pulso en dos cultivares de rosa (*Rosa sp.*). Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 11-16.
- HOPKINS, M.; McNAMARA, L.; TAYLOR, C.; WANG, T-W; THOMPSON, J. 2007. Membrane dynamics and regulation if subcellular changes during senescence. *In*: GAN, S. Senescence Processes in Plants. Blackwell. Pp 39-68
- KADER A., A. 1985. Ethylene-induced Senescence and Physiological disorders in Harvested Horticultural Crops. HortScience, 20: 54-57
- 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.

- MAYAK, S.; HALEVY, A. H. 1974. The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence processes of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 32: 330-336.
- MAYAK, S.; H. HALEVY. 1980. Flower senescence p.131-156. *In*: Thiman, K.V. (ed.) *Senescence in plants*, CRC, Boca Ratón, florida USA.
- NELSON, P. V. 1978. *Greenhouse operation and management*. Printace Hall. 518 p.
- NIJSSE, J.; VAN DER HEIJDEN, G. W. A. M.; VAN IEPERN, W.; KEIJZER, C. J.; VAN MEETEREN, U. 2001. Xylem hydraulic conductivity related to conduit dimensions along chrysanthemum stems. *J. Exp. Bot.* 52: 319-327.
- PIRE, R.; SANABRIA, M. E.; PEREIRA, A.; DÍEZ J. 2007. Conductividad hidráulica y grosor de los vasos del xilema en cinco materiales de vid sometidos a déficit hídrico. *Interciencia* 32: 35-40.
- QUESADA, M. A.; VALPUESTA, V. 2000. Juvenilidad, senescencia y abscisión. *In*: AZCON- BIETO, J. Y TALÓN, M. (eds). *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGraw Hill. 451-464 pp.
- REID M. S.; CHEN J. C 2007. Flower senescence. *In*: GAN, S. *Senescence Processes in Plants*. Blackwell. Pp 256-272.
- ROGERS, M. N. 1973. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. *HortScience* 8: 189-194.
- ROLLAND, F.; MOORE, B.; SHEEN, J. 2002. Sugar sensing and signalling in plants. *Plant Cell*, 14: S185–S205.
- SERRANO, M.; AMOROS, A.; PRETEL, M.T.; MARTÍNEZ-MADRID, M. C.; ROMOJARO, F. 2001. Preservative solutions containing boric acid delay senescence of carnation flowers. *Postharvest Biol. Technol.*, 23: 133–142.

- VAN DOORN, W. G. 1997. Water relations of cut flowers. Hort. Rev. 18: 1-85.
- VAN DOORN, W. G. 2004. Is Petal Senescence Due to Sugar Starvation? Plant Physiol. Vol. 134: 35-42.
- VAN DOORN, W. G.; SCHURER, K.; DE WITTE, Y. 1989. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. J. Plant Physiol. 134: 375-381.
- VAN DOORN, W.G.; REID, M. S. 1995. Vascular occlusion in stems of cut rose flowers exposed to air: Role of xylem anatomy and rates of transpiration. Physiology Plantarum, 93: 624-629.
- VAN IEPEREN, W.; NIJSSE, J.; KEIJZER, C. J.; VAN MEETEREN, U. 2001. Air embolism in xylem conduits pre-defined diameter. J. Exp. Bot. 52: 981-991.
- 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.
- YÁÑEZ, M. M.; COLINAS, M. M. T.; CURIEL, R. A. 1994. Evaluación de diferentes inhibidores del etileno en postcosecha de rosa (*Rosa* sp L.). Chapingo serie de Horticultura 1: 5-9.

ANEXOS

Anexo 1. Cultivares utilizados para la elaboración del experimento, a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira.



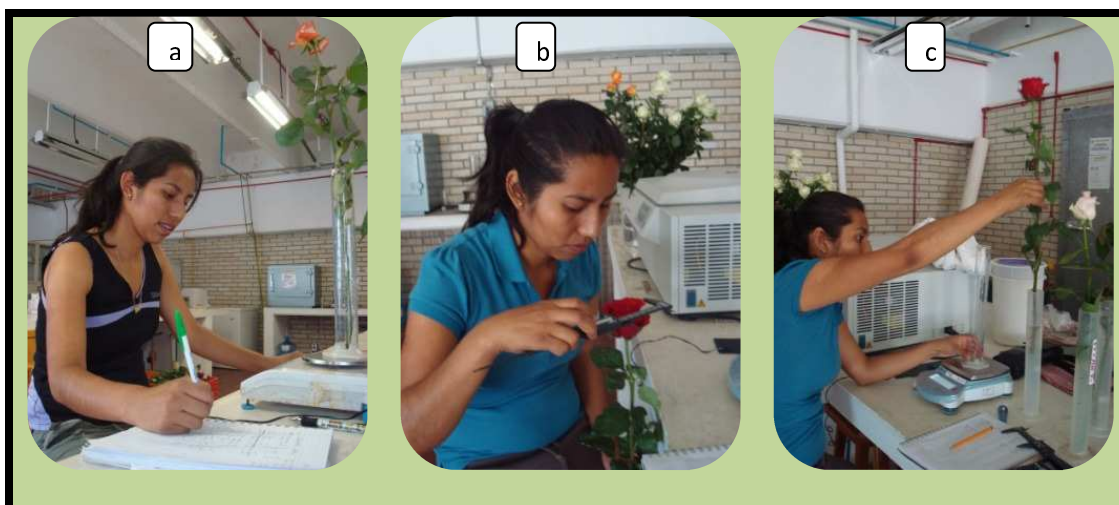
Anexo 2. Flores en tratamiento de 8-HQS ($100\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) + Sacarosa (3 %)



Anexo 3. Flores en evaluación de vida de florero.



Anexo 4. Variables evaluadas para vida postcosecha: a) Peso fresco del tallo (g), b) Apertura floral (mm), c) Consumo de agua (ml), d) Color (Luminosidad, Hue y Croma) y e) Días de vida de florero.





Anexo 5. Medición de conductancia estomática en hojas y pétalos.



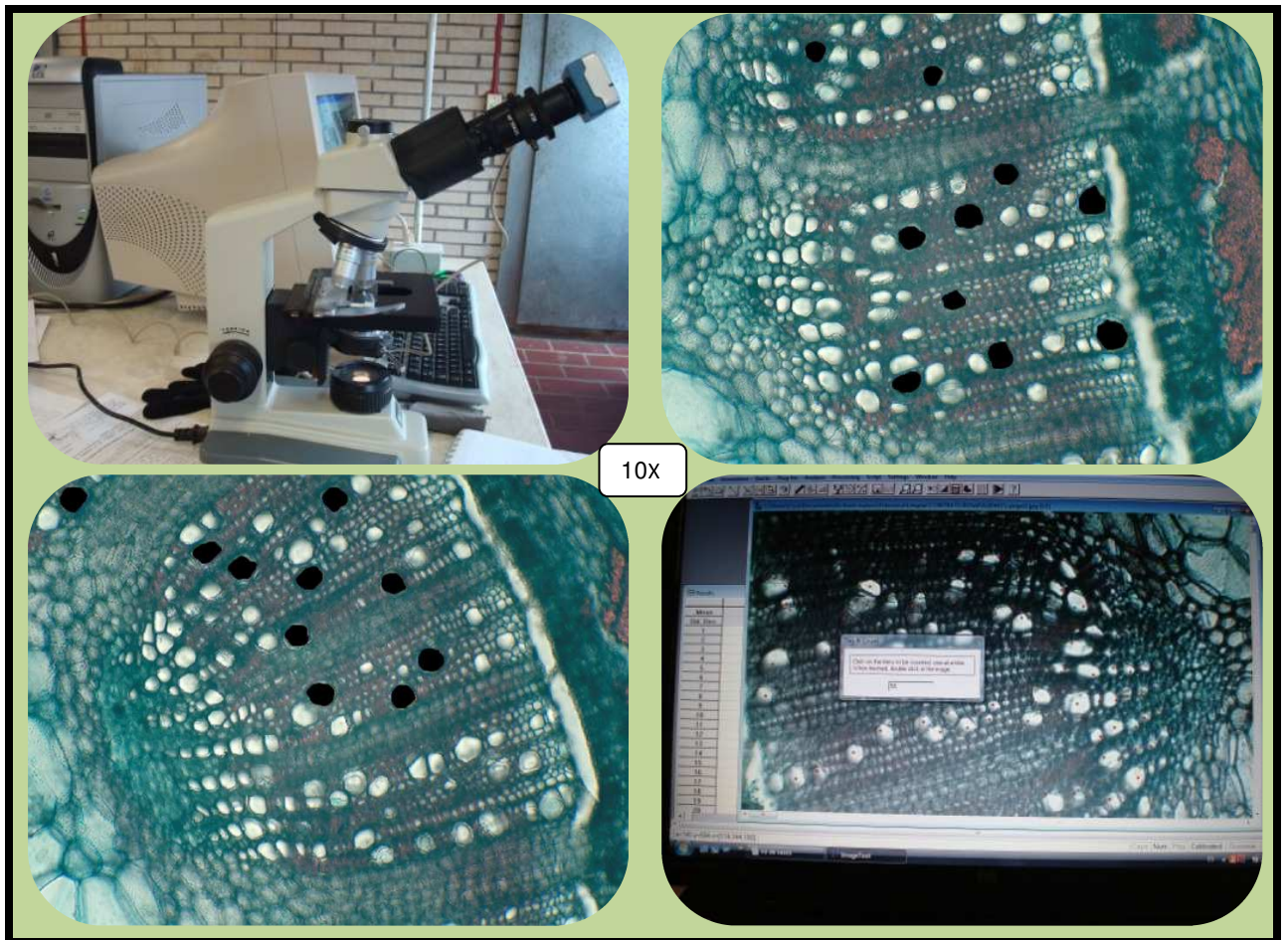
Anexo 6. Medición de la conductividad hidráulica: a) Solución acuosa de bicarbonato de sodio + cloruro de calcio + sulfato de cobre; b) Probeta 250 ml con solución donde se colocaron los tallos; c) Parte superior del tallo; d) colocación de los coples; e) Parte media del tallo; f) Parte basal del tallo; g) inyección de agua en el cople; h) parte basal c/ sensor; i) HCFM conectado a la computadora, tanque de gas y tallo de rosa.



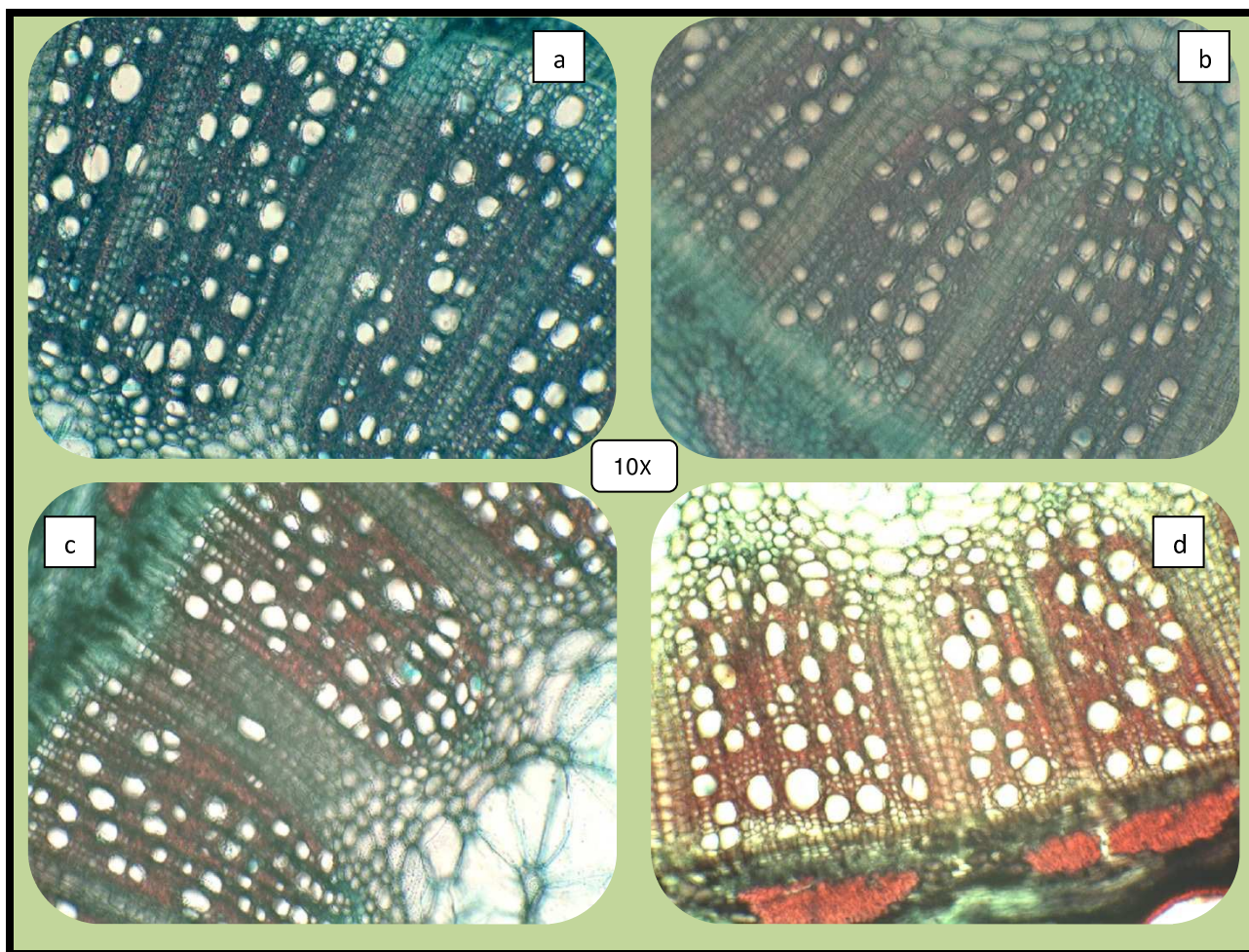
Anexo 8. Proceso de tinción de los cortes.



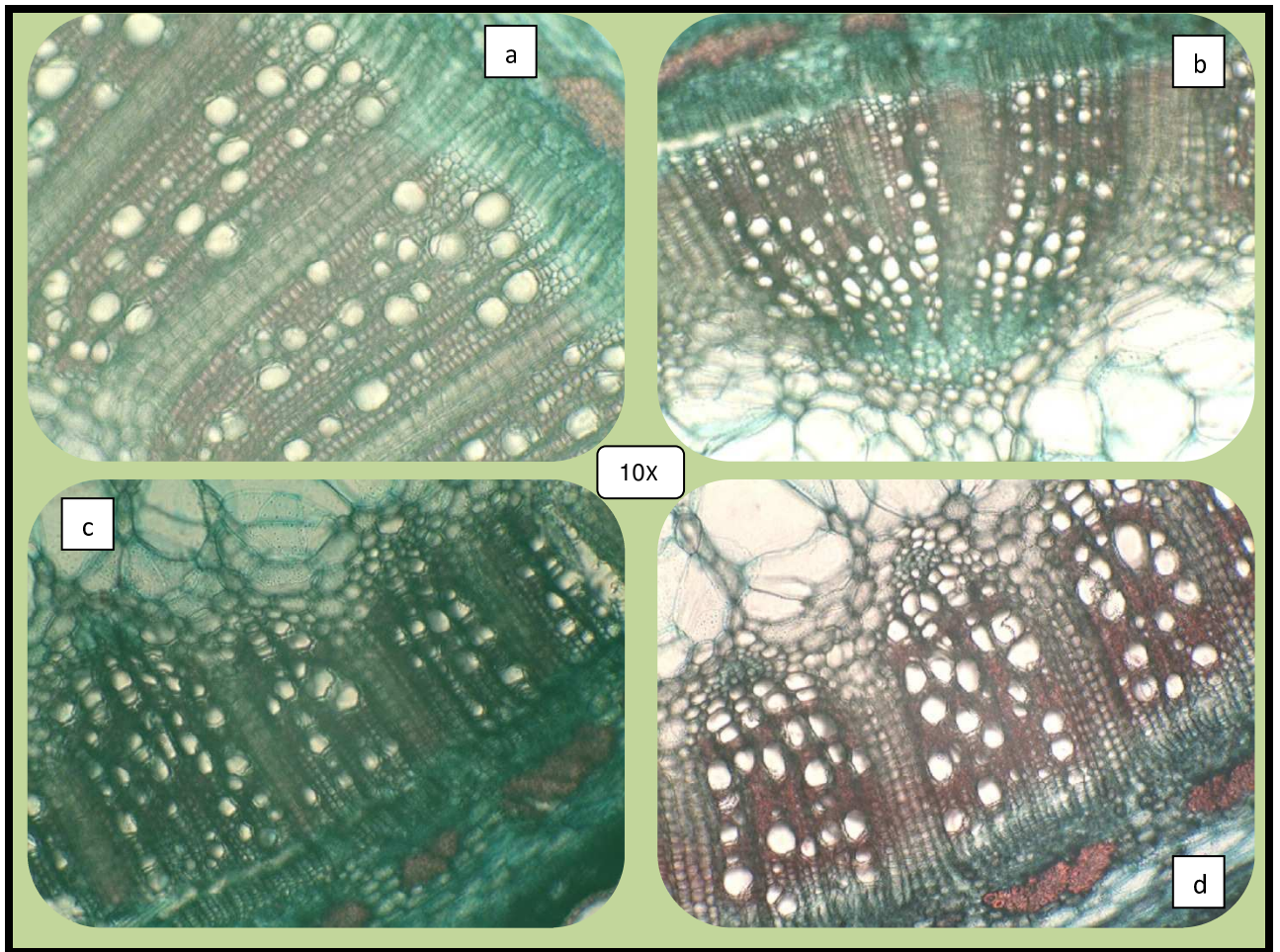
Anexo 9. Medición de área y contabilidad de vasos en xilema en los cortes de rosa.



Anexo 10. Cortes de la parte basal del tallo; a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira.



Anexo 11. Cortes de la parte media del tallo; a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira



Anexo 12. Cortes de la parte superior del tallo; a) Abalanch, b) Exótica, c) Royal Bacara y d) Shakira.

