



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**EFFECTO DEL CRECIMIENTO BACTERIANO EN EL CONSUMO
HÍDRICO DE *Rosa hybrida* CV. GRAND GALA.**

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A

MARTHA HUERTA CORTÉS

Director: M. en C. Alberto Arriaga Frías

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, MÉXICO.



2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi familia: Papá, mamá, gracias por el esfuerzo y la lucha constante, gracias por el apoyo y el ánimo para lograr cada paso en mi vida. A mis hermanas adoradas: Gaby y Ara por los mejores momentos; a mis sobrinos: Mary y Carlitos, mis mejores maestros.

A la UNAM, por abrirme las puertas y brindarme las mejores oportunidades.

A mis amigos por hacer cada momento más feliz.

AGRADECIMIENTOS

Al Maestro Alberto Arriága Frias por las enseñanzas, el apoyo y la confianza brindada. Por la colaboración para la realización de este proyecto y por hacer de cada dificultad la mejor enseñanza Gracias por hacer de cada momento una experiencia inolvidable.

Al maestro Gumercindo De la Cruz, por el apoyo y amistad y por hacer grato el trabajo en el laboratorio, gracias por tener una buena palabra en todo momento. Por las sugerencias y aportaciones en el trabajo.

Al maestro Salvador Gracian por su colaboración en el trabajo experimental y por sus buenas y acertadas observaciones.

A los maestros Manuel Mandujano, Gerardo Ortiz y Ernesto Aguirre por su tiempo y atención y por sus comentarios y sugerencias realizadas.

A todos los profesores que han colaborado en mi formación profesional...
GRACIAS.

A mis compañeros y amigos de la carrera por haber colaborado de alguna forma en este trabajo.

INDICE

1. RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	6
3. REVISIÓN DE LA LITERATURA	7
3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ROSA.	7
3.1.1 ORIGEN:	7
3.1.2 BIOSISTEMÁTICA	8
3.1.3 DESCRIPCIÓN BOTANICA	8
3.1.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	9
3.1.5 ASPECTOS DE COMERCIALIZACIÓN	9
3.1.6 CALIDAD DE EXPORTACIÓN DE ROSAS EN MÉXICO.	10
3.1.7 CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVARES.	12
3.1.8 Rosa hybrida CULTIVAR GRAND GALA.	12
3.2 IMPORTANCIA COMO FLOR DE CORTE	13
3.2.1 COMERCIO DE ROSAS EN MÉXICO	13
3.2.2 COMERCIO DE ROSAS EN EL MUNDO.	13
3.3 FACTORES QUE DETERMINAN LA LONGEVIDAD DE FLORES DE CORTE.....	15
3.3.1 CONSUMO HÍDRICO	15
3.3.2 OBSTRUCCIÓN VASCULAR	16
3.3.2.1 CRECIMIENTO BACTERIANO	16
3.3.2.2 CONDICIONES FAVORABLES PARA EL CRECIMIENTO BACTERIANO.	17
3.3.2.3 ADICIÓN DE CARBOHIDRATOS Y CRECIMIENTO BACTERIANO.	17
3.3.2.4 EMBOLISMO	18
3.3.2.5 SUSTANCIAS PRODUCIDAS POR EL TALLO.	18
3.3.3 PRODUCCIÓN DE ETILENO.	19
3.3.4 CARBOHIDRATOS	20
3.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA LONGEVIDAD EN ROSA.....	22
3.4.1 CONSUMO HÍDRICO EN ROSA	22
3.4.2 EFECTOS DE ALGUNAS SALES EN EL CONSUMO HÍDRICO DE ROSA.....	23
3.4.3 pH DEL AGUA.	24
3.4.4 EFECTO DE LA SACAROSA EN ROSA.....	25
3.4.5 OBSTRUCCIÓN VASCULAR PROVOCADA POR BACTERIAS	26
3.4.5.1 ESPECIES DE BACTERIAS ENCONTRADAS EN ROSA.	27

3.5 TRATAMIENTOS POSTCOSECHA	29
3.5.1 MANEJO ADECUADO EN LA COSECHA	29
3.5.2 TRATAMIENTOS PARA REPARAR LA CAVITACIÓN EN TALLOS.....	30
3.5.3 ADICIÓN DE CARBOHIDRATOS A LA SOLUCIÓN.....	31
3.5.4 AGENTES ACIDIFICANTES Y ANTIBACTERIALES	32
3.5.5 AGENTES ANTIBACTERIALES	34
3.5.6 CONTROL DE ETILENO	35
4. OBJETIVOS:	37
4.1 GENERAL	37
4.2 PARTICULARES	37
5. DISEÑO EXPERIMENTAL	38
6. MATERIALES Y MÉTODOS	40
6.1 MATERIAL BIOLÓGICO	40
6.2 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO	40
6.3 ANALISIS DE RESULTADOS	43
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
7.1 CONSUMO HÍDRICO	44
7.2 TRANSPIRACIÓN	47
7.3 CONTENIDO HÍDRICO RELATIVO (CHR).....	49
7.4 FLUJO HÍDRICO	53
7.5 PESO FRESCO	56
7.6 CRECIMIENTO BACTERIANO	59
7.7 OBSTRUCCIÓN VASCULAR.....	62
7.8 XILEMA FUNCIONAL	65
7.9 pH FINAL DE LA SOLUCIÓN.....	67
7.10 LONGEVIDAD.....	70
8. CONCLUSIONES	78
9. LITERATURA CONSULTADA	79

1. RESUMEN

La reducción del valor ornamental de muchas flores de corte se debe principalmente a la corta vida que presentan en florero; muchos cultivares de rosa como por ejemplo Grand Gala presentan una longevidad muy corta asociada principalmente a la obstrucción vascular provocada entre otros factores por el crecimiento de microorganismos, deposición de materiales en la base del tallo como respuesta al corte y la producción de burbujas de aire en el conducto vascular, afectando la conducción de agua a través del tallo, llevando todo esto, a la reducción de la vida postcosecha. Por lo que encontrar un tratamiento postcosecha que reduzca la obstrucción vascular y además estimule el consumo hídrico de la flor es uno de los objetivos principales de las investigaciones en flores de corte. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de sales di y monocatónicas además del papel del crecimiento bacteriano sobre distintas variables hídricas y la longevidad de *Rosa hybrida* cv. Grand Gala. La investigación consistió de tres etapas. En la primera se ensayaron tratamientos con calcio y potasio con y sin agente antibacteriano (Sulfato de Hidroquinoleína, por sus siglas, HQS) y con y sin sacarosa a pH 5.5. En la segunda y tercera etapa se trabajó solo con calcio con las variantes antes mencionadas; en la segunda etapa se añadió un tratamiento de pH con dos niveles (3.5 y 5.5) y dos más con agua tridestilada. Las variables evaluadas fueron consumo hídrico, transpiración lisimétrica, peso fresco, contenido hídrico relativo (CHR), flujo hídrico en segmentos de tallo, crecimiento bacteriano, obstrucción vascular, xilema funcional, pH final de la solución y longevidad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el mayor consumo hídrico y transpiración se presentaron con los tratamientos de CaCl_2 a pH 3.5. El mejor tratamiento que retardó la senescencia de la rosa fue $\text{CaCl}_2 + \text{Sac} + \text{HQS}$ pH 5.5 con una duración aproximada de 7 días en florero, presentando mayor peso fresco, altas tasas de consumo hídrico, aumento en el porcentaje de apertura floral y reducción en unidades formadoras de colonias y taponamiento vascular. El crecimiento bacteriano fue mayor con $\text{CaCl}_2 + \text{sacarosa}$ y agua tridestilada a pH 5.5 asociándose a una menor longevidad de la flor, reducción en el consumo hídrico y mayor obstrucción vascular. Se concluyó que la aplicación del ion calcio, una fuente de carbono y un agente antibacteriano son los principales factores que intervienen en el retraso de la senescencia de *Rosa* cv Grand Gala.

2. INTRODUCCIÓN

La rosa es una de las flores más vendidas y apreciadas en México y en el mundo. En México representa un ingreso sumamente importante por ser una de las flores ornamentales más demandadas en ciertas fechas del año como el 10 de Mayo y 14 de Febrero y durante todo el año para arreglos florales. Sin embargo, la vida de la rosa como flor de corte es frecuentemente corta, esto es atribuido principalmente a la obstrucción vascular, lo cual disminuye el suministro de agua.

Las obstrucciones se desarrollan debido a varios factores, tales como: el crecimiento bacteriano, embolias y respuestas fisiológicas como resultado del corte del tallo.

El crecimiento de microorganismos en el agua de florero puede causar varios efectos, tales como, el bloqueo físico en los tallos de la flor de corte, producción de etileno y metabolitos tóxicos para la flor, acelerando su deterioro.

La senescencia de la flor cortada está enfocada sobre tres parámetros: balance hídrico, suministro de carbohidratos y susceptibilidad al etileno. Las flores de corte que son puestas en agua frecuentemente desarrollan un balance hídrico negativo, éste se da cuando la absorción de agua es más baja que el grado de transpiración. El balance hídrico negativo está dado por la oclusión en el xilema en la parte basal del tallo. En contraste, se ha demostrado que la conductancia hidráulica en tallos se incrementa con agua que contiene sales como el KCl, K_2SO_4 , $CaCl_2$, $MgSO_4$ y NaCl y por tanto se alarga la vida de la flor de corte. Es por esto que el presente trabajo evaluó el efecto del crecimiento bacteriano en tallos de *Rosa hybrida* cv Grand Gala sobre el consumo hídrico y su vida en postcosecha, utilizando soluciones salinas que aumentan la conductancia hídrica.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ROSA.

3.1.1 ORIGEN:

El género *Rosa* consta de una multitud de especies distribuidas por todo el mundo. Los fósiles más antiguos encontrados hasta ahora tienen más de 40 millones de años encontrados en Colorado en el norte de América. Estas formas primitivas se han extinguido y el género se ha diferenciado en más de 200 especies botánicas (www.infoagro.com).

La rosa era considerada como símbolo de belleza por babilonios, sirios, egipcios, romanos y griegos. Aproximadamente 200 especies botánicas de rosas son nativas del hemisferio norte, aunque no se conoce la cantidad real debido a la existencia de poblaciones híbridas en estado silvestre. Las primeras rosas cultivadas eran de floración estival, hasta que posteriores trabajos de selección y mejora realizados en oriente sobre algunas especies, fundamentalmente *Rosa gigantea* y *R. chinensis* dieron como resultado la "rosa de té" de carácter reflorecente. Esta rosa fue introducida en occidente en el año 1793 sirviendo de base a numerosos híbridos creados desde esta fecha. Floribunda es otro de los rosales que dieron origen a muchos de los híbridos que hoy conocemos. Los primeros presentan largos tallos y atractivas flores dispuestas individualmente o con algunos capullos laterales, de tamaño mediano o grande y numerosos pétalos que forman un cono central visible. Los segundos presentan flores en racimos, de las cuales algunas pueden abrirse simultáneamente. Las flores se presentan en una amplia gama de colores: rojo, blanco, rosa, amarillo, lavanda, etc., con diversos matices y sombras. Éstas nacen en tallos espinosos y verticales (www.infoagro.com).

Los Rosales híbridos de Té, son el grupo más importante económicamente hablando, ya que las variedades comerciales de flor de corte de mayor demanda pertenecen a este grupo (www.infoagro.com).

3.1.2 BIOSISTEMÁTICA

Reino	<i>Vegetal</i>
Fila	<i>Pteridofitas</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Dicotiledóneas</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Suborden	<i>Rosinese</i>
Familia	<i>Rosaceae</i>
Subfamilia	<i>Rosoideae</i>
Género	<i>Rosa</i>
Especie	<i>(spp)</i>

Tabla 1: Biosistemática de *Rosa hybrida*, Rehder (tomado de Alcalá, 1994).

Nombre Científico *Rosa sp.*

Aunque la mayoría de los cultivares comerciales de rosa son híbridos.

3.1.3 DESCRIPCIÓN BOTANICA

El género *Rosa*, de la familia *Rosaceae* se caracteriza por tener un eje floral hueco en forma de cántaro, cáliz con 5 sépalos foliáceos extendidos o reflejos, corola y estambres en el borde del tubo calicinal, 5 pétalos que pueden ser numerosos en las rosas cultivadas (Martínez, 1976 citado por Elías, 2002), estambres abundantes, ovarios libres, numerosos, ocultos en la cavidad del cáliz, estilos laterales salientes. Son arbustos provistos de aguijones, con hojas compuestas imparipinadas, las estípulas están adheridas al pecíolo (Sánchez, 1980, citado por Elías, 2002). Frutos parciales aquenios y duros, generalmente los frutos del rosal son de escasa pulpa aunque también los hay carnosos, como los de la rosa alpina que son tan suculentos de mesocarpio rojo y en forma de drupa que con ellos se fabrican dulces y jaleas (Lucero, 1987). La fruta formada de las flores fertilizadas se llama "garambullo" se dice que es rica en vitamina C con gran demanda por parte de los naturistas (Larson, 1988 citado por Elías, 2002).

3.1.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

- ❖ **Raíz:** típica fibrosa de color café con numerosas raicillas secundarias.
- ❖ **Tallo:** leñoso persistente y de corteza verde o gris rojiza, dependiendo de la especie y edad.
- ❖ **Espinas:** se encuentran en los tallos y son producto del desarrollo de la epidermis en forma suberosa (acorchada), en la mayor parte de las especies estos están recubiertos por una capa apergaminada dura que toma una forma curva, estos agujijones se separan con facilidad de la epidermis.
- ❖ **Flores:** actinomorfas, pentámeras, generalmente perigíneas con el receptáculo más o menos elevado en sus bordes al gineceo, sépalos insertos en el interior, al mismo tiempo sostiene los sépalos la parte superior interna donde se encuentran los estambres.
- ❖ **Cáliz:** generalmente de color verde y formado por cinco piezas soldadas en su parte inferior y conocido comúnmente por sépalos.
- ❖ **Corola:** compuesta por cinco pétalos, de variados colores y matices.
- ❖ **Androceo:** constituido por los estambres, y cada uno de estos consta de un filamento y una antera con dos sacos donde se produce el polen.
- ❖ **Gineceo:** formado por el ovario supero, el estilo y el estigma.

(Tomado de Elias, 2002).

3.1.5 ASPECTOS DE COMERCIALIZACIÓN

Algunas de las cualidades deseadas de las rosas para corte, según los gustos y exigencias del mercado son:

- Tallo: largo y rígido (50-70 cm), (Ver tabla 2).
- Follaje verde.
- Flores: buena coloración, apertura lenta y buena conservación en florero.
- Buen rendimiento (por m²).
- Sincronización de la floración.
- Resistencia a las enfermedades.
- Posibilidad de ser cultivadas a temperaturas más bajas, en invierno.
- Aptitud para el cultivo sin suelo.

(<http://www.infoagro.com/flores/flores/rosas.htm>)

Clasificación de las rosas en base a su longitud.

Código de tamaño	Longitud de tallo en cm*
1	80 a 90
2	70 a 79
3	60 a 69
4	50 a 59
5	40 a 49

Tabla 2: Clasificación Nacional de las rosas cortadas en base a su longitud mínima mediante un código numérico (NMX-FF-069-SCFI-2002, SAGARPA, 2002).

*La extensión total del tallo se considera de la base del botón a la base final del tallo.

3.1.6 CALIDAD DE EXPORTACIÓN DE ROSAS EN MÉXICO.

De acuerdo al proyecto de norma mexicana (NMX-FF-069-SCFI-2002), existen cuatro calidades del tallo para la exportación de rosas en nuestro país, como se aprecia a continuación.

Calidad del tallo	Categoría
Premium	México 1
Exportación	México 2
Standard	México 3
Nacional	México 4

Tabla 3. Calidad de tallos comerciales en México.

Para ubicar los tallos en las categorías antes mencionadas deben cumplir con las especificaciones que se describen en la siguiente tabla.

Tallos	Completos, enteros, turgentes y limpios, sin reblandecimiento ocasionado por exceso de humedad, sin curvaturas muy pronunciadas. Firmes para soportar el peso de la flor, exentos de tierra y materia orgánica; libres de daño mecánico causado por el mal manejo o necrosamiento provocado por entomofauna. Color, tamaño y forma propios del cultivar.
Flores	Exentas de machas, estrías o cicatrices producidas por enfermedades o daños mecánicos. El tamaño, la forma, la turgencia y el color homogéneo debe corresponder al cultivar.
Hojas	Libres de machas, estrías o cicatrices producidas por enfermedades o daños mecánicos. Color, tamaño, espesor y longitud deben ser característicos del cultivar.

Tabla 4: Características para ubicar a las rosas en las categorías de exportación según el proyecto de norma mexicana NMX-FF-069-SCFI-2002).

La calidad de los tallos (Tabla 3), debe cumplir con las especificaciones del tabla 4 para obtener su categoría, permitiéndose las siguientes tolerancias sobre los tallos, hojas y flores:

Premium (México 1)

Ninguna

Exportación (México 2)

Estrías o costras leves en el tallo sin superar el 5% del área total, daños mecánicos en el follaje debido al contacto entre las espinas y las hojas en no más del 10% finalmente una ligera curvatura sin afectar la apariencia ornamental.

Standard (México 3)

Estrías o costras ligeras en el tallo no mayores al 7% del área total, lesiones mecánicas en el follaje menores al 15% y una leve curvatura en el tallo siempre y cuando no afecte estéticamente la apariencia.

Nacional (México 4)

Estrías o costras mínimas en el tallo sin extenderse más del 10% de el área total, el maltrato en el follaje no debe sobrepasar el 20%; una curvatura en el tallo que no sea muy marcada y no afecte el aspecto decorativo.

3.1.7 CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVARES.

COLOR	CULTIVARES
Rojas (40-60% de la demanda).	First Red, Dallas, Royalty, Grand Gala , Koba, Red Velvet.
Rosas (20-40% de la demanda). Amarillas	Anna, Noblesse, Vivaldi, Sonia, Omega, Versilia Golden Times, Texas, Starlite, Live, Cocktail 80 Benzai, Bellona.
Naranjas	Pareo, Sabrina.
Blancas	Virginia, Tineke, Ariana, Carina.
Bicolores	Candia, Simona, Prophyta, La Minuette.

Tabla 5: Principales cultivares de rosa más demandados (www.infoagro.com).

3.1.8 *Rosa hybrida* CULTIVAR GRAND GALA.

La rosa Grand Gala fue desarrollada en Francia por Meilland, le dicen la rosa de los cinco continentes porque se adapta a cualquier tipo de clima.

Descripción:

Las características de este cultivar descritas por Meilland (2007) son las siguientes: Es un híbrido de rosa té, los tallos no tienen espinas y miden aproximadamente de 60 a 90 cm. El color de la flor es rojo fresa, presenta botones cónicos y el número promedio de pétalos es de 30; sus hojas son color verde oscuro y la duración aproximada en florero es de 10 a 12 días (<http://www.meilland.com/xmain/indexesp.html>).

La caracterización de este cultivar hecha en el laboratorio es como se describe a continuación:

Flores color rojo fresa, con 45 pétalos promedio, 5 sépalos, tallos leñosos con longitud aproximada de 75 cm, sin espinas, con 320 estambres promedio, sin ovario ni estilos, hojas verde oscuro, compuestas con 3 folíolos, imparipinadas.

3.2 IMPORTANCIA COMO FLOR DE CORTE

3.2.1 COMERCIO DE ROSAS EN MÉXICO

En el país se cultivan 6,500 has de horticultura ornamental, de las que el 9% se encuentra bajo invernadero. Los principales estados productores son Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Oaxaca, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla y Veracruz (www.morelos.edomorelos.gob.mx, 2000).

Específicamente en rosa los principales estados productores son Estado de México (53%), Puebla (23%), Sinaloa (11%), Baja California (4%) y Guerrero (3%) seguidos, en menor medida, por Morelos, Veracruz, Oaxaca, Jalisco, Distrito Federal, Michoacán, Chiapas y Nayarit (www.guiaverdemexico.com, 2005).

Esta flor se destina a dos sectores principales: el de la flor “suelta”, es decir, un solo ejemplar vendido al consumidor final, que representa la mayor cifra en el mercado nacional (51.99%), o bien, a la industria de arreglos florales, dividiéndose éste en dos ramas: los arreglos conmemorativos (46.25%) y los arreglos fúnebres (1.75%) (Tabla 6) (www.inegi.gob.mx, 2007). Aunque también existe la comercialización de rosa en maceta como planta ornamental, sin embargo, representa un valor económico menor en el mercado.

Flores de corte	Cantidad de miles de pesos	Porcentaje %
Total	37 364	100
Sueltas	19 427	51.99
Arreglos florales conmemorativos	17 282	46.25
Arreglos florales fúnebres	655	1.75

Tabla 6.- Distribución de las flores de corte en el mercado interno del país.

3.2.2 COMERCIO DE ROSAS EN EL MUNDO.

Los principales países productores de rosas en invernadero son Holanda, con 800 has; Colombia, con 850, y Ecuador, con mil 650 (hace seis años tenía 250). En México se calcula que hay 450 has. México tiene 65 por ciento de mercado nacional y 35 por ciento exportación (85 por ciento lo vende a Estados Unidos y 15 por ciento a Europa y Canadá).

Actualmente se encuentran en el mercado alrededor de 60 variedades. La de mayor demanda es la rosa roja, con 70%, rosa con el 10%, blanca con 15% y amarilla con 5% (<http://www.teorema.com>. 2001).

Entre los años 1998 a 2000, la exportación de rosa aumentó en México, aunque comparado con otros países continúa siendo muy baja (Tabla 7) (<http://www.fao.org>.2001).

Año	1998		1999		2000	
	Producción					
País	MDD	Ton.	MDD	Ton.	MDD	Ton.
Desarrollado	3 768.6	1 747.9	3 944.4	1 986.9	3 779.9	1 889.6
Holanda	2 706.5	338.2	2 849.6	363.5	2 670.3	346.3
En Desarrollo	2 035.3	340.6	2 187.8	359.5	2 084.2	426.9
Colombia	1 062.1	147.4	1 094.8	147.9	1 109.5	170.1
Ecuador	556.4	57.8	550.4	60.9	581.3	60.2
México	162.0	14.5	180.4	20.9	155.6	76.4
Costa Rica	25.9	8.6	31.8	8.6	31.9	8.7

Tabla 7.- Exportación de flor de corte de diversos países de acuerdo con la FAO.

Comercio Externo de Rosas en México.

El país exporta sólo una pequeña porción de la flor de corte que produce, siendo su principal comprador Estados Unidos, representando más del 90% del total de ingresos por concepto de flor de exportación en el cultivo de rosas, cuyo comercio genera un monto de \$3,513,123.00 USD (Tabla 8)(www.inegi.gob.mx, 2007).

	Cantidad (Kg)	Costo (US\$)
EUA	925,315	3,464,550
Canadá	5,370	48,503
Francia	20	70
Total	930,705	3,513,123

Tabla 8.- Monto de exportaciones de Rosas que México realizó a otros países en 2007.

3.3 FACTORES QUE DETERMINAN LA LONGEVIDAD DE FLORES DE CORTE.

3.3.1 CONSUMO HÍDRICO

En flores de corte, el agua y los nutrimentos son transportados a través del xilema, que es un sistema de conductos a través del cual se mueve el agua, debido a la presencia de numerosas paredes transversales perforadas; se trata de tubos interrumpidos a intervalos frecuentes, en el interior de tales tubos, las columnas de agua se comportan como si todas las moléculas estuviesen conectadas, y una tensión aplicada a cualquier parte de la columna, se transmite a través de la misma.

De acuerdo a las leyes de Hagen-Poiseuille los fluidos se conducen por presión a través de los conductos xilemáticos. Análogamente a esta ley, se asume que la conductancia hidráulica del xilema depende de la geometría de los conductos xilemáticos y de las propiedades del fluido como la viscosidad, la cual es afectada por la temperatura y la concentración de solutos (Dimond, 1966; Pickard, 1981 citado por van Ieperen, 2000).

Por lo general se acepta que el mantenimiento de un estado hídrico favorable en las flores de corte es el factor más importante que determina su longevidad (Durkin y Kuc, 1966; Burdett, 1970; Gilman y Steponkus, 1972 citados por Dixon *et al.*, 1988).

El consumo de agua puede depender de varios factores tales como la fuerza transpiratoria, la temperatura, la composición y el pH de la solución.

La fuerza transpiratoria puede favorecer el consumo hídrico debido al movimiento de los estomas, los cuales juegan un papel muy importante en la pérdida y conservación del agua, éstos se cierran y se abren de acuerdo a las condiciones ambientales, tales como la luz y la humedad.

La temperatura tiene un efecto sobre la viscosidad de la solución; se ha visto que aquellas mayores de 40° C acortan la vida de florero y por el contrario el uso de bajas temperaturas en el agua mejora la rehidratación (Carow, 1981; Durkin, 1979; Stamps, 1986; Meeteren, 1989 citados por van Doorn, 1997).

Algunos reportes indican que la composición iónica de la solución de florero es también determinante para el grado de absorción de agua.

Van Ieperen *et al.*, (2000) encontraron que la conductancia hidráulica (g) se ve afectada por la presencia de iones en las soluciones en las cuales se presentan, incrementándose entre un 7 a un 8% respecto al agua deionizada. Adicionalmente, también afecta el grado de ionización siendo g mayor cuando se utilizan cationes divalentes (Mg^{2+} y Ca^{2+}) comparados con monovalentes (K^+ y Na^+). La razón es que los cationes divalentes se asocian y neutralizan las cargas

negativas de las pectinas, las cuales son el componente más abundante de la pared celular de los conductos xilemáticos disminuyendo así, la resistencia al flujo.

Van Meeteren et al., (2006) utilizaron la solución de 0.7 Mm CaCl₂, 1.5Mm NaHCO₃ y 50 μM CuSO₄ como agua de florero con flores de Crisantemo, fue utilizada esta solución porque el agua deionizada decrementa la conductividad hidráulica de los tallos; posiblemente por la contracción de las paredes de las pectinas de las células (van leperen et al., 2000).

El pH de la solución es también un factor determinante para la absorción de agua, se ha notado que a pH más bajos la tasa de consumo hídrico es mayor. Chandran et al., (2006) reportaron que en tratamientos que presentaron pH bajo durante el experimento (3.3) se mantuvo la tasa más alta de absorción hídrica en flores de *Dendrobium*.

Las flores de corte que son puestas en agua frecuentemente desarrollan un balance hídrico negativo, es decir, el grado de absorción llega a ser más bajo que la transpiración. El balance hídrico negativo está dado por la oclusión del xilema en la parte basal del tallo (Meeteren, 1992).

3.3.2 OBSTRUCCIÓN VASCULAR

3.3.2.1 CRECIMIENTO BACTERIANO

Algunas investigaciones consideran el bloqueo del xilema como la mayor causa de déficit hídrico y marchitamiento de flor de corte (Marousky, 1969; Rogers, 1973 citado por Reddy, 1988).

El bloqueo de los conductos vasculares de la base del tallo puede deberse al crecimiento de microorganismos (Larsen y Comarty, 1967), la oxidación de taninos liberados por efecto del corte (Durkin, 1967), la degradación de los productos de las pectinas (Burdett, 1970), o el taponamiento con tilosas entre otros factores fisiológicos (Marousky, 1969).

Se ha reportado que el flujo hídrico está inversamente correlacionado con el crecimiento microbiano en la base del tallo (Reddy, 1988). La superficie cortada del tallo libera dentro del agua contenido celular, proteínas, aminoácidos, azúcares y minerales, todos ellos, alimento ideal para las bacterias, que propicia un rápido crecimiento en un ambiente anaeróbico del florero (Nell et al., 2002).

Van Doorn et al., (1989) reportan una correlación positiva entre la abundancia de bacterias y el decremento de la conductancia hidráulica en tallos de flor de corte.

Estos microorganismos pueden obstruir físicamente los conductos vasculares de la flor provocando el deficiente consumo de agua y con esto el marchitamiento rápido.

La lista de bacterias encontradas en el agua de florero es muy larga (Handerburg, R. 1980); entre los géneros presentes están *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Enterobacter* y *Streptococcus*. Dependiendo la especie, las grandes concentraciones de unidades formadoras de colonias (UFC) provocan desde una disminución en la vida postcosecha hasta una marchitez prematura (Beevers, L. 1976).

La proliferación de estas bacterias son las responsables en gran parte de la obstrucción de los conductos vasculares y de la reducción de la vida de la flor de corte (Ichimura *et al.*, 2006). Brown *et al.*, (2000) determinaron el papel de especies determinadas de bacterias sobre la reducción de la vida de flor de corte en Crisantemo, encontrando que la resistencia al flujo de agua era alta en tratamientos con *Pseudomona* mostrando un incremento conforme transcurría la vida de florero en correspondencia con el aumentos de UFC.

3.3.2.2 CONDICIONES FAVORABLES PARA EL CRECIMIENTO BACTERIANO.

El pH es uno de los factores importantes para permitir o inhibir el crecimiento bacteriano donde se ha demostrado que si éste aumenta más allá de 3.5, las UFC lo harán también, alcanzando grandes concentraciones, particularmente acusadas en un intervalo entre 4.5 y 5. Rattanawisalanon *et al.*, en el año 2003 y Chandran *et al.*, (2006) probaron el efecto del ácido aminooxiacético y de la glucosa en la vida de *Dendrobium* como flor de corte reportando que valores de pH superiores a 3.2 favorecen un mayor crecimiento bacteriano.

3.3.2.3 ADICIÓN DE CARBOHIDRATOS Y CRECIMIENTO BACTERIANO.

La adición de sacarosa es para la flor un sustrato necesario como modo de sustentar la respiración mitocondrial, además de ayudar al mantenimiento de otras funciones. Una fuente de azúcares aumenta el contenido de proteína soluble y disminuye el amonio (agente tóxico). También puede afectar la producción de etileno. Sin embargo, puede servir también como un energético para el crecimiento de microorganismos en la solución preservante ocasionando una obstrucción en los conductos vasculares, llevando rápidamente a las flores a su marchitamiento (Slootweg, 1995; Ichimura y Hisamatsu, 1999; Ishihara *et al.*, 1991).

3.3.2.4 EMBOLISMO

La embolia aérea ocurre cuando pequeñas burbujas de aire (émbolos) entran al tallo en el momento del corte; lo que puede afectar el movimiento de la solución dentro del tallo.

Aarts (1957) discute que el papel del taponamiento causado por embolismo puede provocar el incremento de la resistencia al flujo de agua en tallos de flor de corte.

Se ha mostrado la presencia de aire en los conductos del xilema en la superficie del corte después de haber practicado este (van Doorn, 1990). Sin embargo, en numerosos cultivares de rosa, este aire no ha contribuido claramente al taponamiento del tallo. La presencia de embolismo y su consecuencia la cavitación en el xilema tuvo mayor influencia en la oclusión de los tallos almacenados en seco (van Doorn, 1997; Loubaud y van Doorn, 2004; citados por van Meeteren *et al.*, 2006).

Van Ieperen *et al.*, (2000) concluyeron que la reparación del flujo hídrico en flores de corte de Crisantemo fue correlacionada negativamente con el diámetro de los conductos con embolismo. Otros datos muestran que la reparación del embolismo depende de las condiciones del cultivo de la planta (van Meeteren *et al.*, 2006).

3.3.2.5 SUSTANCIAS PRODUCIDAS POR EL TALLO.

Una reacción al corte del tallo puede conducir a la deposición de materiales en los conductos del xilema, como gomas látex, mucílagos, resinas o síntesis de tilosas.

La función aparente del látex, resinas y gomas exudadas es de protección por medio del sellado de lesiones. El mucílago es una mezcla de polisacáridos, exudada por algunas familias como las cactáceas, en tanto que las resinas principalmente constan de terpenos mezclados con aceites volátiles que le dan fluidez, pero que se endurecen al volatilizarse éstos; el látex tiene partículas que le confieren color, consistiendo en grandes concentraciones de rubber, resinas, mucílagos, proteínas, taninos, almidón, azúcares y alcaloides (Armitage A. M., 1993).

El taponamiento por gomas ha sido encontrado en algunas familias de plantas como *Asteraceae*, *Malvaceae*, *Mimosaceae*, *Proteaceae* y *Rutacea*. La deposición de gomas en los conductos del xilema puede desarrollar estrés hídrico, el cual ha sido estudiado en *Acacia*, *Agnus*, *Amelanchier*, *Dalia*, *Prunas* y *Rosa* (van Doorn, 1997).

El bloqueo de tallos de *Astilbe x arendssii* fue relacionado principalmente con procesos fisiológicos inducidos relacionados con la deposición de lípidos fenólicos complejos (Williamson et al., 2002).

He *et al.*, (2006) realizaron un estudio sobre el bloqueo del tallo en flores de *Grevillea* concluyendo que el bloqueo es de tipo fisiológico lo que involucra síntesis fenólica, oxidación y posiblemente la formación de suberina para reparar las sustancias durante el corte.

En rosa se considera que este material se deposita en los conductos del xilema como una respuesta al corte del tallo (Parups y Molnar, 1972 citados por van Doorn, 1997). La goma encontrada en rosa esta compuesta de polisacáridos, con monómeros tales como la manosa, arabinosa, galactosa y ácido galacturónico (Lineberger y Steponkus, 1976 citados por van Doorn, 1997).

3.3.3 PRODUCCIÓN DE ETILENO.

El Etileno es por excelencia la hormona vegetal que regula el proceso de senectud en las flores. La presencia de etileno en la atmósfera y su liberación por parte de las flores durante el empaque y transporte, son y han sido tema de numerosas investigaciones que intentan aclarar el papel de esta hormona en el envejecimiento de los pétalos (Paulin, 1997).

Este gas puede causar una serie de desordenes durante la postcosecha. Entre ellos se encuentran la abscisión y colapso de hojas, frutos, botones, pétalos o flores completas, marchitamiento prematuro o senectud de las flores y el amarillamiento o enroscamiento distorsionado de las hojas. Además puede inhibir la apertura de las flores en algunas plantas o inducir una apertura distorsionada, por ejemplo, en algunos cultivares de rosa (Paulin, 1997).

El etileno es sintetizado por flores climatéricas y no climatéricas en su proceso de maduración organoléptica. Además se encuentra en el aire procedente de las emanaciones de frutas, verduras y de la combustión de la gasolina, propano, madera y tabaco entre otros (Taiz y Zeiger, 1998). Al mismo tiempo, ha sido implicado con muchos procesos fisiológicos y bioquímicos que acompañan a la senescencia de las flores tales como un aumento de la actividad respiratoria, incremento en la actividad de muchas enzimas hidrolíticas y de la permeabilidad de las membranas, pérdida de la compartimentalización celular, aborto y abscisión de algunas partes de la planta, reducción en la utilización de nutrientes en los pétalos, disminución en la absorción de sacarosa y destrucción de la clorofila (Goszcznska y Rudnicki, 1988 citados por Persico, 2003).

La acelerada marchitez que resulta como consecuencia de la exposición del etileno, depende directamente de la concentración del gas y de la duración de dicha exposición; esto ha sido demostrado en clavel (Uota, 1969; Barden y Hannan, 1972; Mayak y Kofranek, 1976). Woltering y Harkema (1987; citados por

Chandran, 2006) encontraron que el clavel es más sensible al etileno cuando se expone a concentraciones bajas durante largo tiempo, que a concentraciones altas por periodos cortos.

Reid *et al.*, (1989) consideran que el etileno puede acelerar la senectud o impedir la apertura de las flores de rosa, aún cuando esta hormona no se encuentra implicada en su proceso natural de senectud.

Los hallazgos de Woltering y Van Doorn (1988) señalan que el etileno se encuentra mucho más implicado en el fenómeno de abscisión (caída de hojas y pétalos). Ellos clasificaron la senescencia de los pétalos de 93 especies de 22 familias en tres tipos:

	TIPO DE SENESCENCIA
Tipo I	Marchitamiento aparentemente mediado por Etileno
Tipo II	Marchitamiento aparentemente no mediado por Etileno
Tipo III	Abscisión aparente mediada por Etileno

Tabla 9: Clasificación de la senescencia según van Doorn y Woltering, 1988.

En flores de corte, la mayoría de las especies muestran senescencia tipo I y III, sin embargo, la vida de florero puede mejorar si se utilizan tratamientos con inhibidores de etileno o por transformación genética con genes relacionados al etileno (Reid y Wu, 1992; Chang *et al.*, 1993 citados por Chandran *et al.*, 2006).

Chandran *et al.*, (2006) reportan que el uso de inhibidores del etileno como el ácido aminooxiacético puede extender la vida de florero de *Dendrobium* en comparación con el tratamiento control de agua destilada.

El aporte de citocininas (Mayak y Kofranek, 1976; Mor *et al.*, 1983; Cook *et al.*, 1985; citados por Chandran, 2006), sacarosa (Mayak y Kofranek, 1976) o de solutos orgánicos (Hanson y Kende, 1975; Mayak *et al.*, 1978; citados por Paulin, 1997)), disminuyen la sensibilidad de los pétalos al etileno.

3.3.4 CARBOHIDRATOS

La longevidad de los pétalos se relaciona directamente con su contenido de carbohidratos. El envejecimiento de los pétalos va acompañado generalmente de una pérdida de peso seco que aparentemente se debe a la hidrólisis de macromoléculas tales como azúcares, proteínas y ácidos nucleicos (Paulin, 1997).

Se ha mostrado que las flores alimentadas con soluciones de sacarosa o glucosa, tienen mayor vida en florero y una floración más prolongada. Si se compara con flores conservadas únicamente con agua, se observa que la longevidad aumenta

hasta tres veces en clavel y rosa y hasta dos veces en crisantemo y gladiola (Paulin *et al.*, 1978). Además, el aporte de azúcar permite que las flores se desarrollen completamente, lo cual no siempre sucede si solo se suministra agua, sobre todo en flores como la rosa. Los azúcares promocionan las síntesis vitales al mantener los niveles energéticos adecuados y mantiene la actividad de algunas enzimas.

El uso de azúcares en la solución de florero ha sido extensamente estudiada y tiene gran éxito en una gran variedad de cultivares.

- La adición de azúcares en clavel redujo su sensibilidad al etileno (Mayak y Dilley, 1976 citados por Chandran *et al.*, 2006).
- Se ha reportado que la sacarosa extiende la vida de florero de rosa (Kuiper *et al.*, 1995) y gladiolos (Marousky, 1971; Bravdo *et al.*, 1974 citados por Chandran *et al.*, 2006).

Por las observaciones anteriores, es claro que los azúcares como la sacarosa tienen un efecto negativo en el proceso de la muerte de células que conducen a la senescencia de los pétalos (Chandran *et al.*, 2006).

3.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA LONGEVIDAD EN ROSA.

3.4.1 CONSUMO HÍDRICO EN ROSA

Altos niveles de turgencia son necesarios para el desarrollo y la apertura de los botones florales y para mantener una actividad metabólica normal en flores de corte. La turgencia en plantas y flores es dependiente del balance entre el grado de la pérdida de agua y del suministro de ésta (Rogers, 1962 citado por Reddy, 1988) de manera que un estado hídrico aceptable, en la vida postcosecha de rosa, es uno de los factores mas importantes para su longevidad, como lo es para la mayoría de las flores cortadas. El mantener un buen estado de hidratación en flores de corte es y ha sido uno de los retos mas perseguidos por los investigadores.

En rosa se han realizado diversas investigaciones tratando de mejorar su hidratación en florero y para lograrlo se han estudiado diversas técnicas y tratamientos.

Algunos reportes indican que la composición iónica en la solución de florero es determinante para la absorción de agua. Aarts (1957) mostró que una solución de 0.1-0.2% de nitrato de calcio incrementó el flujo hídrico en segmentos de tallos de rosa (citado por van Doorn, 1997). No obstante, Sacalis (1974) encontró que removiendo los iones del agua mejoró el grado de absorción hídrica y retardó el marchitamiento de éstas flores (van Doorn, 1997).

Estudios realizados con rosas cortadas mostraron una mayor longevidad cuando fueron colocadas en soluciones que contenían iones de cobalto (Co) (Venkatarayappa *et al.*, 1980). Este ion estuvo relacionado con: 1) el incremento en la cantidad de agua absorbida por las flores; 2) el mantenimiento del balance hídrico durante la apertura; 3) el retraso en la pérdida de peso fresco; 4) la prevención del doblamiento del cuello de la flor. El Cobalto mejora el balance hídrico en flores de corte, el cual se sugiere está mediado por la apertura estomática e incrementa la absorción de agua en rosas que puede estar dada por la inhibición del bloqueo vascular (Reddy, 1988).

El bloqueo vascular físico en rosa se ha considerado como el principal responsable de las condiciones de baja hidratación dada por una baja conductancia. Esto ha sido atribuido a la presencia de microorganismos en la solución de florero, deposición del material de las paredes celulares, lesiones provocadas en la cosecha y oxidación de taninos producidos por los tallos de rosa (Marousky, 1969; Lineberger and Steponkus, 1976; Van Doorn *et al.*, 1986; Zagory and Reid, 1986; Durkin and Kuc, 1966; Burdett, 1970 citados por Dixon *et al.*, 1988). El bloqueo del sistema vascular de rosa, el cual es caracterizado por el doblamiento del cuello y la deshidratación puede llevar a una rápida senescencia (Burdett, 1970; Gilman y Steponkus, 1972; Durso, 1979).

Otro de factor que intervine en el bloqueo vascular es la presencia de embolismo. Durkin (1979) presentó algunos datos obtenidos utilizando agua gasificada y desgasificada en soluciones de tallos de rosa, encontrando un incremento en la conductancia hídrica con la solución desgasificada.

Milburn (1979), Tyree y Dixon (1986) describieron las implicaciones del fenómeno de cavitación en varias especies de plantas. Particularmente en rosa, se ha observado que la cavitación ocurre a potenciales hídricos relativamente altos (-0.2 a -1.0 MPa); a su vez Dixon *et al.*, (1988) encontraron que el 90% de las cavitaciones ocurridas en tallos de rosa se presentaron por debajo de -2.5 MPa.

Un sistema vascular vulnerable puede tener implicaciones en las prácticas de manejo postcosecha y en la vida de florero de rosa y flores de corte en general, por lo que cualquier tratamiento que produzca incluso potenciales hídricos moderadamente bajos, podría fomentar cavitación en el xilema vascular de las flores de corte; mientras que una planta unida a su raíz, tiene la posibilidad de rehabilitarse por los efectos de la presión de la raíz, donde una vez cosechada, la pérdida del xilema funcional puede ser irreversible (Dixon *et al.*, 1988), pudiendo este efecto influir desfavorablemente en su capacidad de absorción de agua y por tanto en la vida útil de florero.

3.4.2 EFECTOS DE ALGUNAS SALES EN EL CONSUMO HÍDRICO DE ROSA

Ciertas sales minerales no tóxicas pueden incrementar la concentración osmótica y la presión potencial de las células de los pétalos, mejorando así su balance hídrico y promoviendo su longevidad. Estas son principalmente sales de potasio (KCl, KNO₃, K₂SO₄ y Ca(NO₃)₂ y NH₄NO₃). El sulfato de aluminio (Al₂(SO₄)₃) con 50 o 100 ppm de aluminio se ha usado en muchos tratamientos preservativos para rosas, su efecto consiste de la disminución del pH de los pétalos además de estabilizar las antocianinas y con ello la coloración de la flor. El sulfato de aluminio acidifica reduciendo el crecimiento bacteriano y mejora la absorción de agua (Mayak y Bar-Yosef citados por Alcalá, 1994). En el agua de florero el aluminio reduce la transpiración y mejora el balance hídrico de rosas al inducir el cierre de estomas.

Reddy (1988) estudió el efecto del cobalto en la vida de florero de rosa cultivar "Samantha" y encontró que estas sales incrementan la absorción hídrica y el peso fresco en comparación con las flores colocadas únicamente en agua. Es posible que el cobalto ejerza un doble efecto en retardar la senescencia de rosas, primero al incrementar la absorción de agua y segundo por reducir la pérdida de agua, mejorando, por tanto, el balance hídrico conllevando esto un incremento del peso fresco y la vida de florero.

La utilización de iones de calcio en flores de corte se ha utilizado por diversas razones; ciertas investigaciones hacen énfasis en este ion debido a que el calcio incrementa la resistencia de los tejidos y retarda la senescencia por la inhibición de la síntesis o acción del etileno (Torre *et al.*, 1999) Capdeville *et al.* (2003)

efectuaron una investigación sobre efecto de algunos compuestos químicos para prolongar la longevidad de rosa cv. Kiss, entre ellos el sulfato de calcio (CaSO_4 , 50 mM); los argumentos sobre su uso se centraron en que el sulfato de calcio controla el desarrollo de *Botrytis cinerea*, un hongo que afecta muchas plantas las flores de corte, aumenta la resistencia a la degradación causada por los complejos de poligalacturonasas y otras enzimas involucradas en el proceso de patogénesis e inhibe la producción de etileno contribuyendo al sostenimiento de la integridad de la membrana plasmática. Los resultados arrojaron una mayor longevidad de 37% con respecto al testigo.

Además de dichos efectos, también se sugiere que el uso de calcio en las soluciones de florero incrementa el flujo hídrico en los tallos de flores de corte; esto asociado a que este ion está siempre presente en la savia del xilema involucrado con las pectinas principalmente en las paredes celulares (Girignon y Sentenac, 1991; Willats *et al.*, 2001 citados por van Ieperen, 2006) que al interactuar con los grupos de ácido poligalacturónico (PGA) ambos dan la estructura a las pectinas. Esta interacción con los ácidos galacturónicos provoca la contracción de los vasos del xilema incrementando así la luz del tubo y por ende también la eficacia del flujo. Van Ieperen *et al.*, (2006) encontraron que el CaCl_2 (1 mM) decrementó hasta un 87% la resistencia del flujo en tallos de *Chrysanthemum* y 95% en *Prunus* L. tomando como referencia el agua destilada.

3.4.3 pH DEL AGUA.

El pH en la solución de florero es un factor determinante para la eficacia del flujo hídrico a través de los conductos vasculares del xilema de las flores de corte al regular el transporte de iones o moléculas en la savia del xilema. A su vez contribuye al flujo vía membrana mediado por procesos de intercambio de simporte y antiporte (Boer A. 2003).

Algunas investigaciones se han realizado para conocer el papel que ejerce el pH en las soluciones de florero para lograr una mayor efectividad del flujo y por tanto de una mayor hidratación.

Una de las posibles razones por las que el pH mejora el flujo está en relación a la densidad de la solución; dados los escasos reportes sobre este tópico el enfoque encontrado es básicamente químico donde se reporta que existe una relación directa entre el pH y la densidad (Hernández *et al.*, 2002 por lo que esta última pudiera influir en la velocidad del flujo.

Crössmann (citado por van Doorn, 1997) reportó que alta alcalinidad de soluciones de florero de rosas estuvo relacionada con una mayor longevidad.

Pompodakis *et al.*, (2004) investigaron el efecto que tiene el pH acompañado de ácido abscísico (ABA) en la solución de florero de rosa cultivar "Bacara", con la hipótesis de que el pH puede afectar el cierre estomático mediado por ABA

encontrando así, que el ABA aumentó la longevidad de las rosas a pH de 6, el cual redujo el uso de la solución de florero induciendo el cierre estomático; en contraste, a un pH de 8 la longevidad de las flores fue más corta atribuyendo este resultado al desarrollo de microorganismos.

Cross (citado por Elias, 2002) menciona que la disminución del pH de la solución a 3.5 con ácido cítrico aumenta la conductividad hidráulica en el tallo ya que su efecto biocida evita taponamientos favoreciendo la absorción de agua.

Elias (2002) reporta que rosas del cultivar Royalty mantenidas a pH de 3.5 tuvieron una mayor longevidad debido a que el ácido cítrico utilizado en el tratamiento abatió las poblaciones microbianas favoreciendo el flujo hídrico.

3.4.4 EFECTO DE LA SACAROSA EN ROSA.

La translocación de sacarosa ocurre principalmente a través del floema, aunque cierta proporción de este azúcar circula también por el xilema, como fue demostrado en rosas variedad "Red American Beauty" por Kaltaler y Steponkus (1974 citados por Paulin, 1997). Chin y Sacalis (1977 citados por Paulin, 1997) observaron que la sacarosa es transferida a velocidad constante y en sentido radial a lo largo del eje floral, desde el xilema hasta el floema.

La presencia de altas concentraciones de azúcares reductores en los botones florales es la principal evidencia de que ahí se hidroliza la sacarosa. El lugar exacto donde ocurre dicha hidrólisis es objeto de discusión: Kaltaler y Steponkus (1974 citados por Paulin, 1997) comparten este punto de vista y consideran que la sacarosa que circula dentro del floema es hidrolizada en el eje floral. Nichols (1975; citado por Paulin, 1997) por otro lado, indica que la hidrólisis ocurre en los pétalos, mientras que Sacalis y Chin (1976; citados por Paulin, 1997) opinaron inicialmente que la sacarosa debe hidrolizarse antes de atravesar las membranas, aunque más tarde, demostraron que la hidrólisis no era necesaria ya que los tejidos de los pétalos son capaces de absorber la sacarosa directamente. El estudio fue realizado en pétalos de rosa de la variedad "Forever Yours"

Muchos autores coinciden en señalar a los azúcares como reguladores de presión osmótica (Halevy, 1976; Halevy y Mayak, 1979). Kuiper *et al.*, (1995) consideran que la sacarosa juega un papel vital en la osmorregulación de los pétalos de rosa. Al parecer, mientras las membranas se encuentran intactas, las soluciones de azúcar afectan únicamente la presión osmótica de los pétalos (Paulin, 1997).

La sacarosa mejora el balance de agua en flores de corte, esto se atribuye al efecto de los azúcares al inducir el cierre de estomas y concomitantemente la reducción de la pérdida de agua asociada a la reducción en la absorción hídrica en rosas. (van Doorn, 1997). Se encontró que una solución de 40g/L de sacarosa redujo la tasa de flujo en segmentos de tallos de rosa, reduciéndolo al menos una tercera parte comparados con el control (van Doorn, 1997). A partir de lo anterior, se puede asumir que la disminución excesiva en la absorción de agua

necesariamente implicaría un costo en la hidratación foliar y por tanto en su calidad ornamental.

La traslocación de azúcares acumulados en las flores, incrementa su concentración osmótica y mejora su habilidad para absorber agua y mantener su turgencia. La manutención del adecuado balance hídrico parece ser el aspecto más importante en la extensión de la longevidad.

Se ha demostrado que el papel de la sacarosa es análogo al de las citocininas con respecto al retraso de la senescencia de las flores al reducir el efecto del etileno, esto posiblemente sucede por una alteración en la sensibilidad del tejido al etileno o por el retraso del pico natural en la producción de este gas o ambos. La sacarosa antagoniza el efecto del ácido abscísico en la promoción de la senescencia de rosas (Borochoy *et al.*, 1976 citados por Chandran *et al.*, 2006).

3.4.5 OBSTRUCCIÓN VASCULAR PROVOCADA POR BACTERIAS

Aunque no se sabe específicamente el papel que juegan las bacterias en la obstrucción vascular, se ha observado que la adición de bacterias a la solución de florero reduce la conductancia hídrica. Se han realizado diversas investigaciones para determinar dicho papel; se han utilizado diversos agentes antibacteriales y valores de pH bajos para reducir el bloqueo vascular. El genero *Pseudomonas* es uno de los más comunes presentes en agua de florero de rosa, por lo que se ha observado que la adición de estas bacterias a concentraciones similares a 10^8 provoca obstrucción vascular en los vasos del xilema de rosa cv "Pascha" (Robinson, 2007).

3.4.5.1 ESPECIES DE BACTERIAS ENCONTRADAS EN ROSA.

Se han realizado diversas investigaciones con relación al crecimiento de microorganismos en la solución de florero y en la superficie del corte del tallo; algunas de las especies de bacterias encontradas en el agua de florero son enlistadas a continuación:

Bacteria	Rosa	Crisantemo	Gerbera
Gram Negativas			
<i>Acinetobacter sp.</i>		+	+
<i>Achromobacter sp.</i>	+		
<i>Alcaligenes sp.</i>	+		
<i>Citrobacter</i>			
<i>C. freundii</i>	+		
<i>C. freundii</i> var.			
<i>amalonaticus</i>	+		+
<i>Enterobacter</i>			
<i>E. agglomerans</i>	+	+	+
<i>E. cloacae</i>	+	+	+
<i>E. gergovinae</i>		+	+
<i>Enterobacter sp.</i>	+		+
<i>Flavobacterium sp.</i>	+		
<i>Pseudomonas</i>			
<i>P. aeruginosa</i>	+	+	
<i>P. cepacia</i>	+	+	+
<i>P. fluorescens</i>	+		+
<i>P. maltophilia</i>	+	+	
<i>P. mendocina</i>	+	+	
<i>P. pikettii</i>	+		+
<i>P. putida</i>	+	+	
<i>P. putrefaciens</i>	+		
<i>P. stutzeri</i>	+		
<i>P. vesicularis</i>	+	+	+
<i>Pseudomona sp.</i>	+		
Gram Positivas			
<i>Bacillus</i>	+		
<i>B. cereus</i>	+	+	+
<i>B. circulans</i>			
<i>B. licheniformis</i>	+		
<i>B. mycoides</i>		+	+
<i>B. polymyxa</i>	+	+	+
<i>B. subtilis</i>	+	+	+
<i>B. thiaminolyticus</i>			+
<i>Corynebacteria</i>	+		+

Tabla 10: Especies bacterianas encontradas en agua de florero, después de varios días en florero (Tomado parcialmente de Van Doorn, 1997).

La proliferación de estas bacterias son las responsables en gran parte de la obstrucción de los conductos vasculares y del acortamiento de la vida de la rosa como flor de corte (Ichimura *et al.*, 2006).

Put *et al.*, (1988) reportaron el efecto que tiene la adición de bacterias (*Bacillus subtilis*, *Enterobacter agglomerans* *Pseudomonas y fluorescens*) en el agua de florero de un cultivar de Rosa (Sonia); encontrando que cuando se adicionaba de 10^7 a 10^5 cél. ml^{-1} había un muy marcado decremento en la vida como flor de corte.

De Witte y van Doorn (1988) realizaron un estudio sobre la identificación de bacterias en el agua de florero de rosa cultivar "Sonia", encontrando 7 especies diferentes, ellos reportan que la concentración de 10^7 UFC ml^{-1} produce bloqueo vascular pero no se tiene el mismo efecto a concentraciones de 10^5 UFC ml^{-1} ; Zagory y Reid (1986) reportaron que concentraciones de 10^6 UFC ml^{-1} no mostraron efecto en la vida de rosa cultivar "Cara Mia".

Las especies dominantes presentes en el agua de florero pueden variar debido a que la composición microbiana inicial puede depender de la superficie del corte de tallo, además de las condiciones de cultivo de las flores (Dickinson y Preece, 1976; citado por De Witte *et al.*, 1988).

Se ha observado que no solo el bloqueo vascular dado por bacterias sino también los productos bacterianos pueden afectar la vida de florero de flores de corte. Por ejemplo se ha encontrado que enzimas pécticas producidas por bacterias afectan la vida de florero (Put y Rombouts, 1989).

3.5 TRATAMIENTOS POSTCOSECHA

3.5.1 MANEJO ADECUADO EN LA COSECHA

Las rosas se cosechan en varias etapas de madurez dependiendo de la comercialización y del cultivar. La estimación de la madurez está basada exclusivamente sobre factores externos (tamaño y grado de apertura del botón).

Una flor cortada prematuramente posee una vida de hasta 36% menor. El punto de cosecha para una flor de corte es la etapa en la cual los botones pueden abrir completamente y manifestar una sobre vida satisfactoria ya en manos del consumidor final. Las rosas con gran número de pétalos requieren que el corte se realice en estados más avanzados de apertura del botón floral que las que poseen pocos pétalos. Por otra parte, las flores destinadas a un mercado local se cosechan generalmente más abiertas que las destinadas para almacenamiento y/o largas distancias de transporte.

Las rosas por lo regular se cortan en las primeras horas del día (7:00 a 11:00 a.m.) para evitar deshidratación, los cortes deben estar organizados de manera que sean transportadas rápidamente hacia los cuartos fríos y/o salas de empaque en el menor tiempo posible. Los tallos cortados se colocan en solución preservadora a 38 °C para evitar la marchitez progresiva de la flor (Lucero Vázquez, 1987). Si las rosas van a almacenarse en seco a -0.5 °C no deben colocarse en agua pero si deben moverse rápidamente al refrigerador (Alcala, 1994).

Existe una relación directa entre la longevidad de una flor cortada y la cantidad de azúcares almacenados en los tejidos de las plantas, un alto contenido significa una longevidad prolongada por lo que se deben tener cuidados adecuados durante el cultivo y la cosecha tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Optimización de dosis fertilizantes. Para obtener un buen crecimiento y producción de calidad.
- 2) Riego suficiente y constante para evitar estrés hídrico.
- 3) Control de la Temperatura ya que registros demasiado altos incrementan la respiración disminuyendo la cantidad de carbohidratos necesarios para el sostenimiento de sus procesos metabólicos
- 4) Aprovechamiento de la mayor densidad de flujo lumínico posible. La razón de ello es que durante el invierno y primavera las rosas cortadas por la tarde, duran más que las cortadas por la mañana, lo cual se atribuye al mayor contenido de carbohidratos de las primeras. En algunos cultivares cuando hay poca intensidad luminosa se produce una apariencia azulina en las flores. (Alcala, 1994).

3.5.2 TRATAMIENTOS PARA REPARAR LA CAVITACIÓN EN TALLOS.

Se ha mostrado que al momento de realizar la cosecha y/o en los tratamientos posteriores a ésta, los tallos pueden desarrollar cavitación. Por lo que Nell (2002) sugiere 5 procedimientos que favorecen el restablecimiento del flujo hídrico:

- RECORTE BAJO EL AGUA.

Si se recorta la base del tallo de 5 a 7 cm bajo el agua se eliminan las burbujas localizadas en la zona basal del tallo; además, esta práctica no permite que el aire entre en contacto con la superficie recién cortada. El corte bajo el agua funciona mejor si se realiza bajo agua corriente o bajo una solución que contenga un biocida como el Clorox.

Inmersión de tallos en:

- AGUA CALIENTE

Cuando el agua se calienta de 38-40° C, parte del aire es eliminado cuando este comienza a enfriarse. Por lo que al colocar los tallos florales en agua caliente se elimina la obstrucción generada por burbujas de aire permitiendo así una buena hidratación.

- SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO

Las burbujas de aire se pueden eliminar colocando las flores cortadas en soluciones de ácido cítrico ajustando en pH A 3.5.

- AGUA PROFUNDA

Entre más profundo se encuentran sumergidos los tallos en la solución mayor es la presión sobre estos que empuja el agua dentro de los tallos. Por lo que colocar las flores en agua con al menos 20 cm de profundidad se tienen mayores opciones de que exista una recuperación de la hidratación.

- SOLUCIÓN DETERGENTE

Un pulso de 10 minutos con una solución de detergente (Triton al 0.02%, Agral o algún líquido lavaplatos) mejora significativamente la hidratación y la remoción de burbujas de aire; se ha observado que el Agral es un buen tratamiento para rosas.

3.5.3 ADICIÓN DE CARBOHIDRATOS A LA SOLUCIÓN

Se ha mostrado que la adición de azúcares al agua de florero mejora la longevidad de rosas ya que permiten mantener los procesos fisiológicos de las flores cortadas.

Cuando a las flores cortadas se les suministra azúcar, se mantiene la cantidad de materia seca y sustrato respirable, lo cual promueve la respiración y alarga la longevidad de la flor (Coorts y Rogers, 1973 citados por Cano, 1994).

La adición de sacarosa ejerce su influencia en los procesos de senescencia debido al retraso en la degradación de proteínas y ácido ribonucleico, manteniendo la integridad de la membrana, la estructura y función mitocondrial (Halevy y Mayak, 1979 citados por Cano, 1994). Este disacárido también mejora del balance hídrico en rosas, es regulador de la apertura estomática, se acumula en el tejido de las flores incrementando su concentración osmótica, mejora su capacidad para absorber agua y mantiene su turgencia (Acock y Nichols, 1979 citados por Cano, 1994).

Se ha mostrado que la adición de carbohidratos como la glucosa, fructosa y sacarosa tienen un efecto similar sobre la extensión de la vida de florero de rosa. Sin embargo, la glucosa seguida por la fructosa fue la más efectiva en extender la vida de florero del cultivar "Rote Rose" (Ichimura, 2006). Estos resultados sugieren que la glucosa ha sido más efectiva dado que la cantidad de azúcares absorbida por las flores de corte es mayor. En muchas plantas, el grado de absorción de azúcares a tejidos o protoplastos es variable según el tipo de carbohidrato. En tejido parenquimatoso de apio, el grado de absorción de glucosa fue mayor que el de fructosa y sacarosa. Se ha sugerido que la variación en el grado de absorción de azúcares en rosas se debe a la actividad de los transportadores de azúcares (Ichimura, 2006).

Sin embargo, el azúcar más comúnmente utilizado en las soluciones preservativas de flores de corte es la sacarosa y su concentración depende de las especies y cultivares, debido a que el exceso puede dar como resultado un daño en el follaje de rosa y crisantemo (Reid *et al.*, 1976). Teniendo como sustento dicha información se han recomendado concentraciones de Glucosa entre 1 y 4% y Sacarosa del 1.5 al 4% (Paulin, 1997).

Liao *et al.*, (2000) reportaron que la vida de florero de rosa cv. "Diana", se extendió con una relación directa a la concentración de sacarosa. Se determinó que con 20, 60 y 80g/L de sacarosa (con 200 mg /L de HQS común a todos los tratamientos), la longevidad de rosa fue de 4.2, 5.8 y 7.4 días respectivamente. Los autores sugieren que la sacarosa puede ser requerida como un osmolito para la apertura floral, como sustrato para la síntesis de las paredes celulares, para el mantenimiento de la respiración y la reducción de la producción de etileno; la razón de tal efecto, es por su acción de suprimir la actividad de ACC oxidasa o ACC sintasa o bien, sus genes de expresión (Nakai *et al.*, 1997; Yu *et al.*, 1998; citados por Liao, 2000).

3.5.4 AGENTES ACIDIFICANTES Y ANTIBACTERIALES

Las soluciones utilizadas para preservar por más tiempo las flores de corte pueden contener compuestos que acidifiquen el medio mejorando la hidratación, otras pueden controlar la proliferación de microorganismos en el agua de florero y algunas realizan las dos funciones debido a la relación inversa que existe entre el pH y el crecimiento bacteriano.

Las rosas viven más tiempo cuando el pH de la solución del florero es bajo, pues al parecer reduce la oclusión vascular al actuar sobre varias reacciones enzimáticas (Paulin, 1997).

Halevy y Mayak (1981, citados por Cano, 1994) mencionan que si el agua se acidifica a un intervalo de pH de 3 a 4, el bloqueo vascular disminuye debido a la reducción de la acción microbiana.

La tabla 11 muestra algunos compuestos que disminuyen la proliferación de microorganismos en las soluciones preservantes y mejoran la hidratación de rosa:

Agente	Compuesto	Concentración mg L ⁻¹	Eficacia
Acidificante	• Nitrato de Calcio	0.5%	D
	• HQS	200	B
	• HQC	250	B
	• Ácido cítrico	30	D
Bacteriostático	• Sulfato de Aluminio	400-800	B
	• Acetato de cobalto	266	B
	• Cloruro de cobalto	260	M
	• Nitrato de cobalto	275	B
	• Acetato de plata	10-100	
	• Nitrato de plata	30-50	B
	• Acetato de zinc	1-100	B
	• HQS y HQC	200-600	B
	• BCDMH	12	
	• Hipoclorito de sodio	20-40	D

Tabla 11: Compuestos bacteriostáticos y acidificantes utilizados para prolongar la vida de florero de Rosa (van Doorn, 1997; Paulin, 1997). Eficacia B= Buena, M= Mala, D= Deficiente.

Algunas de las razones que sustentan la utilización de los productos más frecuentemente reportados son las siguientes:

- ❖ **Nitrato de Calcio.** $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ al 0.5% (Aarts1957).

- ❖ **Ácido cítrico.** Por su efecto directo sobre el pH este compuesto reduce la proliferación de bacterias las cuales bloquean los vasos del xilema interfiriendo en el flujo hídrico normal a través del tallo (Nowak & Rudnicki, 1990 citado por Capdeville *et al.*, 2003).
- ❖ **Sulfato de aluminio.** Ha sido utilizado como un inhibidor microbiano en preservadores comerciales. Efectivamente se ha mostrado que tratamientos con sulfato de aluminio extienden la vida de florero de rosas cv Sonia y este efecto es atribuido a su acción antibacterial, además de que mejora la relación hídrica inhibiendo la transpiración en hojas (Schnabl y Ziegler, 1975 citados por Ichimura 2006).
- ❖ **Sales de plata.** Cuyos representantes más conspicuos son el nitrato y tiosulfato de plata tienen una doble acción, por un lado como agente antimicrobiano y por otro como inhibidor de la acción del etileno (Liao *et al.*, 2000; Cross, 2000; Ponce, 1999 citados por Elias, 2002.).
- ❖ **Compuestos orgánicos halogenados de baja liberación de cloro.** Son bactericidas muy efectivos y se han incluido en varias formulaciones preservativas de 50 a 400 ppm de cloro, desafortunadamente, en altas concentraciones producen clorosis foliar y blanqueamiento de tallo de rosas, snapdragons y crisantemos. Otra desventaja es que se desintegran después de pocos días en la solución (Alcala, 1994).
- ❖ **BCDMH (3-Cloro-5, 5-Dimetil Hidantoina).** Controla la proliferación de microorganismos, mejorando la absorción de las soluciones (Jones, 1993 citado por Alanis, 2004).
- ❖ **Sales de hidroxiquinoleína.** El sulfato y el citrato de HQ acidifican el agua favoreciendo el cierre de estomas y con ello el balance de agua (Alcala, 1994). Son los germicidas más comúnmente usados por ser bactericidas y fungicidas de amplio espectro. Parups y Peterson (s.a. citados por Alcala, 1994) encontraron que HQ inhibe la evolución de etileno en los estambres de rosas, retardando así la senescencia. En tallos de rosas "Sonia", "Ilona", "Polka" y "Frisco" la solución de HQC y un buffer a pH 3.0 limitaron el número de bacterias en los tallos (Alcala, 1994). Además actúan como antisépticas ya que tienen la habilidad de precipitar metales como Cu, Fe, Mg y Zn, que son esenciales para la formación de vitaminas necesarias para el crecimiento de microorganismos (Roger citado por Cano y Viramontes, 1994). Al parecer el HQC solo ejerce efectos bactericidas en presencia del hierro y cobre con quienes forma quelatos para inhibir el crecimiento bacteriano (Paulin, 1997).

3.5.5 AGENTES ANTIBACTERIALES

Existen diversos agentes utilizados para inhibir el crecimiento bacteriano en la solución de florero, dada la importancia del efecto causado por estos microorganismos en flores de rosa, se han recomendado los siguientes compuestos en concentraciones adecuadas que no causan toxicidad en la flor (Tabla 12):

Compuesto	Concentración (mg/L)	Referencia
Sulfato de Aluminio	400-800	De Stigter, 1980
Acetato de cobalto	266	Venkatarayappa <i>et al.</i> 1981
Cloruro de cobalto	260	Venkatarayappa <i>et al.</i> 1981; Reddy, 1988
Nitrato de cobalto	275	Murr <i>et al.</i> 1976; Reddy, 1988
Acetato de plata	10-100	Ryan 1957; Acholes y Boodley, 1964.
Nitrato de plata	30-50	Ryan 1957; Acholes y Boodley, 1964.
Acetato de zinc	1-100	Ryan, 1957
HQC (citrate 8-hidroxiquinoleína)	250	Burdett, 1970; van Doorn <i>et al.</i> 1970
HQS (sulfato 8-hidroxiquinoleína)	200	Burdett, 1970
BCDMH	12	Jones y Hill, 1993
Hipoclorito de sodio	20-40	Van Doorn, 1990

Tabla 12: Compuestos antibacteriales utilizados para extender la vida de florero de *Rosa hybrida* (van Doorn, 1997).

El sulfato de aluminio ha sido utilizado como un inhibidor microbiano en preservadores comerciales. Efectivamente se ha mostrado que tratamientos con sulfato de aluminio extienden la vida de florero de rosas cv Sonia y este efecto es atribuido a su acción antibacteriana, además de que mejora la relación hídrica inhibiendo la transpiración en hojas (Schnabl y Ziegler, citados por Ichimura, 2006).

Las sales de plata tienen una doble acción, por un lado como agente antimicrobiano y por otro como inhibidor de la acción del etileno (Liao *et al.*, 2000; Cross, 2000; Ponce, 1999 citado por Elias, 2002).

Varios compuestos orgánicos halogenados de baja liberación de cloro son bactericidas muy efectivos y se han incluido en varias formulaciones preservativas de 50 a 400 ppm de cloro, desafortunadamente, en altas concentraciones producen clorosis foliar y blanqueamiento de tallo de rosas, snapdragons y crisantemos. Otra desventaja es que se desintegran después de pocos días en la solución (Alcala, 1994).

Se ha demostrado que el compuesto químico BCDMH (3-Chloro-5, 5-Dimethyl Hydantoin) controla la proliferación de microorganismos, mejorando la absorción de las soluciones (Jones 1993 citado por Alanis, 2004).

Las bases o ésteres de 8-hidroxiquinoleína principalmente sulfato y citrato en concentraciones de 200 a 600 ppm, son los germicidas más comúnmente usados por ser bactericidas y fungicidas de amplio espectro. Parups y Peterson (citados por Alcalá, 1994) encontraron que HQ inhibe la evolución de etileno en los estambres de rosas, retardando así la senescencia. En tallos de rosas "Sonia", "Ilona", "Polka" y "Frisco" la solución de HQC y un buffer a pH 3.0 limitaron el número de bacterias en los tallos (Alcalá, 1994). Además actúan como antisépticas ya que tienen la habilidad de precipitar metales como Cu, Fe, Mg y Zn, que son esenciales para la formación de vitaminas necesarias para el crecimiento de microorganismos (Roger, 1973; citado por Cano y Viramontes, 1994). Al parecer el HQC solo ejerce efectos bactericidas en presencia del hierro y cobre con quienes forma quelatos para inhibir el crecimiento bacteriano (Paulin, 1997).

La aplicación de antibióticos en flores de corte ha sido escasamente utilizado, Al-Humaid, (2005) reporta que el uso de penicilina (200 ppm) y estreptomycin (250 ppm) en gladiola y en rosa cv. "Supreme" y "Nova Lux" tuvo como resultados la reducción de bacterias y el mejoramiento de la calidad ornamental de ambas flores. Sin embargo, el uso de antibióticos en plantas es un tema en debate debido a que existe el temor de que ocurra una crisis en el control de enfermedades bacterianas.

En estados Unidos, de los antibióticos utilizados en la agricultura solo dos son utilizados en plantas, la estreptomycin y la oxitetraciclina; su uso está regulado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) (McManus, 2002). Son utilizados para controlar enfermedades como tizón de fuego provocada por el hongo *Erwinia amylovora* en cultivos de pera, melocotón y manzana. En México los antibióticos autorizados por la CICOPLAFEST (1996) para ser importados, distribuidos, comercializados y utilizados son la estreptomycin y oxitetraciclina. Cuprimicin es un producto agrícola que contiene ambos antibióticos el cual es considerado ligeramente tóxico teniendo implicaciones no graves en el ser humano pero si en otros organismos como peces y abejas.

Aunque la cantidad de antibióticos utilizados en plantas son relativamente pocos su uso ha provocado la resistencia de ciertas especies patógenas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*. Dados los resultados obtenidos en cuanto a su uso, se ha observado que la frecuencia y la persistencia de los genes de resistencia va cada vez en aumento por lo que la eficacia de estos antibióticos se ha reducido debido a la aparición de cepas resistentes. La cuestión en debate es tan ardua que en algunos lugares de Estados Unidos y Europa se ha pedido la prohibición de su uso como plaguicidas (McManus, 2002).

3.5.6 CONTROL DE ETILENO

Uno de los principales problemas para la conservación de las flores es la producción de etileno.

El etileno es una hormona vegetal gaseosa producida por todos los órganos florales, es sintetizada por las flores en su proceso de maduración y es responsable de la senescencia. Maxie *et al.*, en el año 1973 (citado por Verdugo, 2003) señalan que las flores de corte presentan una curva de producción de etileno, en la cual se distinguen 3 fases: 1. Una baja y constante tasa de producción; 2. Un acelerado aumento hasta llegar al máximo de producción; 3. La declinación de esta producción; en la segunda fase comienzan los síntomas de daño por etileno y por ende, la senescencia de la flor. Debido al efecto del etileno se han estudiado diferentes compuestos que pueden retardar, inhibir o controlar dicha hormona en flores de corte.

Dentro de los antagonistas del etileno se encuentra el CO₂ que en altas concentraciones (5-10%), actúa interfiriendo la producción autocatalítica de la hormona.

Un inhibidor muy eficaz es el catión plata (Ag⁺) usado como Tiosulfato de Plata (STS), sin embargo, pese a la excelente acción del STS como agente anti-etilénico, su uso ha sido muy criticado por grupos ambientalistas y autoridades fitosanitarias debido a la permanencia por periodos largos del ion plata en aguas subterráneas y en el suelo (Nell, 1992 citado por Verdugo, 2003).

El STS tiene alta movilidad en la solución (Paulin, 1997) reduciendo significativamente los efectos del etileno tanto exógeno como endógeno (Dole y Schnelle citados por Elias, 2002).

El STS en forma de pulso mejora la longevidad de las rosas debido a que inhibe la acción del etileno actuando en los sitios receptores impidiendo su acoplamiento a estos (Cross citado Elias, 2002).

Otro compuesto inhibidor de la síntesis de etileno utilizado recientemente es el 1-Metilciclopropeno (1-MCP) ingrediente activo del producto comercial EthylBloc, este producto puede ser usado a bajas concentraciones en rangos de 5 a 50 ppb, el cual puede ser aplicado antes de la cosecha en el invernadero y posteriormente en las cámaras de almacenaje, cámaras de frío o en contenedores (Verdugo, 2003).

4. OBJETIVOS:

4.1 GENERAL

- Evaluar el efecto de la adición de sales de potasio y calcio además del papel del crecimiento bacteriano sobre el comportamiento de variables hídricas y la longevidad de *Rosa hybrida* cv. Grand Gala

4.2 PARTICULARES

- Evaluar el efecto de KCl y CaCl₂ sobre el consumo hídrico.
- Evaluar el efecto del pH 3.5 y 5.5 de la solución de florero sobre la vida poscorte de rosa.
- Medir el peso fresco, la transpiración, el consumo hídrico relativo y el flujo hídrico en rosa como respuesta a los tratamientos evaluados.
- Determinar el área funcional del xilema al final de la senescencia de la flor.
- Efectuar cultivos de bacterias aisladas de la parte basal del tallo de rosa.
- Cuantificar el crecimiento bacteriano presentes en tallos de rosa durante la senescencia.
- Determinar el grado de obstrucción vascular al final de la senescencia.
- Determinar la longevidad de las flores de rosa cv. Grand Gala en cada tratamiento.

5. DISEÑO EXPERIMENTAL

La experimentación se dividió en tres etapas: En la primera se evaluó la eficacia del calcio y del potasio para incrementar la conductancia hídrica adicionando a los tratamientos sacarosa y sulfato de hidroxiquinileína (HQS) a pH de 5.5 evaluando consumo hídrico, peso fresco, % de hidratación en hojas, transpiración lisimétrica y pH final de la solución; en la segunda, a causa de los resultados de la primera etapa se evaluó el efecto del calcio, sacarosa y HQS a 2 pH distintos: 3.5 y 5.5, evaluando consumo hídrico, contenido hídrico relativo (CHR), transpiración (lisimétrica), peso fresco, pH final de la solución, taponamiento vascular, xilema funcional y el crecimiento bacteriano en tallo; en la tercera etapa se repitió el diseño de calcio, sacarosa y HQS pero a un solo pH (5.5) y se midió el consumo hídrico, transpiración CHR, flujo hídrico, peso fresco, taponamiento vascular, pH final de la solución y en las tres etapas se evaluó la longevidad (% de estados florales).

Los tratamientos son detallados en las tablas siguientes:

*Primera Etapa:

TRATAMIENTOS
CaCl ₂ (0.0067M) pH 5.5
CaCl ₂ (0.0067M) + sacarosa (4.5%) pH 5.5
CaCl ₂ (0.0067M)+sacarosa (4.5%)+ HQS (300ppm) pH 5.5
KCl (0.01M) pH 5.5
KCl (0.01M))+sacarosa (4.5%) pH 5.5
KCl (0.01M)+sacarosa (4.5%)+ HQS (300ppm) pH 5.5
Sacarosa (4.5%) pH 5.5
Sacarosa (4.5%) + HQS (300ppm) pH 5.5

Tabla 13: Tratamientos evaluados en la primera etapa cada unidad experimental consistió de un tallo floral (flor, tallo y hojas) sumergida en una probeta (250 ml) con 170 ml de solución, cada tratamiento consistió de 5 unidades experimentales.

**Segunda Etapa:

CaCl ₂ (0.0067M) pH 3.5	CaCl ₂ (0.0067M) pH 5.5
CaCl ₂ (0.0067M)+sacarosa (4.5%) pH 3.5	CaCl ₂ (0.0067M)+sacarosa (4.5%) pH 5.5
CaCl ₂ (0.0067M)+sacarosa (4.5%)+ HQS (300ppm) pH 3.5	CaCl ₂ (0.0067M)+sacarosa (4.5%)+ HQS (300ppm) pH 5.5
Agua Destilada pH 3.5	Agua Destilada pH 5.5

Tabla 14: Tratamientos evaluados en la segunda etapa, cada unidad experimental consistió de un tallo floral (flor, tallo y hojas) sumergida en una probeta (250 ml) con 170 ml de solución, cada tratamiento consistió de 5 unidades experimentales.

***Tercera Etapa.

	TRATAMIENTOS
Calcio	CaCl ₂ (0.0067M) pH 5.5
Calcio+Sac	CaCl ₂ (0.0067M)+sacarosa (4.5%) pH 5.5
Calcio+Sac+HQS	CaCl ₂ (0.0067M)+sacarosa (4.5%)+ HQS (300ppm pH 5.5
Sacarosa	Sacarosa 4.5%

Tabla 15: Tratamientos evaluados en la tercera etapa, cada unidad experimental consistió de un tallo floral (flor, tallo y hojas) sumergida en una probeta (250 ml) con 170 ml de solución, cada tratamiento consistió de 5 unidades experimentales.

Las variables de respuesta fueron:

1. Consumo hídrico
2. Transpiración
3. Contenido Hídrico Relativo (CHR)
4. Flujo Hídrico
5. Peso fresco
6. Crecimiento bacteriano
7. Obstrucción vascular
8. Xilema funcional
9. pH Final de la solución.
10. Longevidad

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 MATERIAL BIOLÓGICO

Las rosas cultivar Grand Gala se obtuvieron en la central de abasto (DF) provenientes de Villa Guerrero, Estado de México sin algún tratamiento previo. Al llegar al laboratorio se rehidrataron con agua destilada a pH 3.5 por 3 horas. Posteriormente se seleccionaron de acuerdo a su peso y tamaño con objetivo de uniformizar las unidades experimentales. Se colocaron en probetas con las soluciones previamente preparadas.

6.2 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en el laboratorio de Ecofisiología Vegetal y Control de Plagas de la FES Iztacala.

La unidad experimental consistió de un tallo floral (flor, tallo y hojas) sumergida en una probeta (250 ml) con 170 ml de solución. Cada tratamiento consistió de 5 unidades experimentales.



Figura 1: Foto del establecimiento de los tratamientos de rosa cv. Grand Gala en el laboratorio.

Las variables evaluadas fueron:

- *CONSUMO HÍDRICO (ml)*

El consumo de agua se determinó diariamente midiendo volumen contenido en cada una de las probetas graduadas.

- *TRANSPIRACIÓN (ml cm⁻²)*

Para medir la transpiración se utilizó el método de lisimetría (Urbieta, 1982) que se obtuvo a partir de calcular el volumen de solución consumido dividido por el área foliar total (medida con un integrador de área foliar LI-COR, modelo LI-3000a) de cada unidad experimental. Por ser una variable de tipo destructivo dicha evaluación se realizó al final del experimento. La fórmula correspondiente fue la siguiente:

$$T = \frac{\text{Volumen final} - \text{Volumen inicial}}{\text{Área foliar}}$$

- *CONTENIDO HÍDRICO RELATIVO (CHR %)*

Esta variable fue evaluada con la técnica descrita por Del Río (1988) en hojas y pétalos al tercer día y al final del experimento; el CHR se registró sobre el tercer pétalo externo y la segunda hoja contada desde la parte superior; en todos los casos el CHR se registró a partir de 3 repeticiones (muestras compuestas). Se cortaron discos de 5 mm cuyo peso fresco fue inmediatamente registrado con una balanza digital con 0.001 gr de precisión posteriormente se hidrataron con agua destilada por al menos seis horas y sin exceder de 24 horas; transcurrido dicho período se determinó el peso turgente siendo transferidas a continuación a un horno por 24 horas a una temperatura de 80 °C a efecto de medir su peso seco. Con los datos anteriores se calculó el CHR con la fórmula descrita a continuación:

$$\text{CHR} = (\text{Peso Fresco} - \text{Peso Seco}) / (\text{Peso Turgente} - \text{Peso Seco}) \times 100$$

- *FLUJO HÍDRICO (ml)*

Se midió en segmentos de tallo de 5 cm que fueron cortados bajo agua destilada eliminando 5 cm a partir de la base, esta variable fue evaluada por medio de una columna hidrostática (Figura 2) con una presión aproximada de 0.0133 MPa midiéndose el volumen acumulado que fluyó a través del segmento de tallo; fue registrado cada 10 minutos usando la solución perteneciente a cada tratamiento. Fue evaluada al inicio y al final de la etapa 3.



Figura 2: Columna Hidrostática (0.0133 MPa) utilizada para evaluar el flujo hídrico en segmentos de tallo de rosa.

- *PESO FRESCO (gr.)*

El peso fresco de cada tallo floral se registró diariamente con una balanza digital con 0.01gr de precisión.

- *CRECIMIENTO BACTERIANO (UFC)*

Se evaluó con el método de conteo en placa utilizando el medio agar Muller Hinton. La evaluación se realizó el tercer día de iniciado el ensayo. El procedimiento consistió de tomar 3 segmentos de tallo por tratamiento, de 3 cm a partir de la base a los cuales se les realizó un lavado con etanol comercial al 71% (van Doorn *et al.*, 1989) por un minuto; se enjuagaron con agua destilada estéril colocándose después en tubos estériles con NaCl al 0.9% manteniéndolos en agitación por 30 segundos. Hecho lo anterior se tomaron 10 microlitros de la solución con una micropipeta colocándose en una caja petri con agar Muller Hinton previamente estéril. Finalmente se mantuvieron a temperatura ambiente por 48 horas para proceder al conteo de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en cada tratamiento.

- *TAPONAMIENTO DE TALLOS (cm)*

Esta variable se evaluó por medio de la técnica de Infiltración de colorante. Se colocaron las unidades florales en safranina (filtrada) al 1% durante una hora estimulando la transpiración con 2 focos de 200 watts; posterior a esto con una regla se midió la altura a la que infiltró el colorante haciendo cortes transversales

de tallo. Dicha evaluación fue realizada al inicio y al final del experimento para comparar la eficiencia del flujo.

- XILEMA FUNCIONAL (mm²)

Al procedimiento anteriormente descrito le siguió la evaluación del área del xilema funcional. A los tallos infiltrados por safranina se les realizó cortes transversales cada 5 cm con la finalidad de encontrar la altura a la que llegó dicho colorante. Al corte final se le midió el área del xilema teñido. La evaluación se realizó al inicio y al final de la experimentación.

- *PH FINAL DE LA SOLUCIÓN*

Al final de cada experimento se midió el pH de la solución de cada probeta con un potenciómetro.

- *LONGEVIDAD (Días)*

La longevidad se evaluó de acuerdo a su apariencia visual, tomando en cuenta el estado de la flor, hojas y tallos. Se hicieron registros fotográficos diariamente y se obtuvieron 5 estados florales de senescencia que se presentan a continuación y de acuerdo a ellos se evaluaron los porcentajes de cada tratamiento.

Escala

Estado 1- Flor no abierta con pétalos y hojas turgentes.

Estado 2- Flor semiabierta con pétalos y hojas turgentes.

Estado 3- Flor abierta con hojas y pétalos turgentes y tallo erecto.

Estado 4- Flor no abierta semimarchita.

Estado 5- Flor marchita con curvatura de gancho.

(Ver Figura 27).

6.3 ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados fueron procesados en Excel. Se aplicaron las pruebas estadísticas de ANOVA (α 0.05) y Tukey ($p < 0.05$) con el programa Estadística Ver. 6).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 CONSUMO HÍDRICO

En la primera etapa el consumo hídrico en los días 1, 2, 3 y 4 presentó diferencias significativas siendo mayor en los tratamientos de CaCl_2 y KCl con un promedio de 19.6 y 17.8 (p_{tk} 0.0012 y 0.028 respectivamente) en los dos primeros días sin encontrarse diferencias entre estos; todos los tratamientos que contenían sacarosa mostraron un menor consumo en estos días (Figura 3). En los días 3 y 4 los tratamientos con mayor consumo hídrico fueron los de CaCl_2 y KCl, ambos con HQS (p_{tk} =0.005 y 0.010 respectivamente) y los tratamientos de CaCl_2 +Sac y Sacarosa fueron los que presentaron menor consumo hídrico. En el día 5 no se encontraron diferencias entre los tratamientos en esta variable.

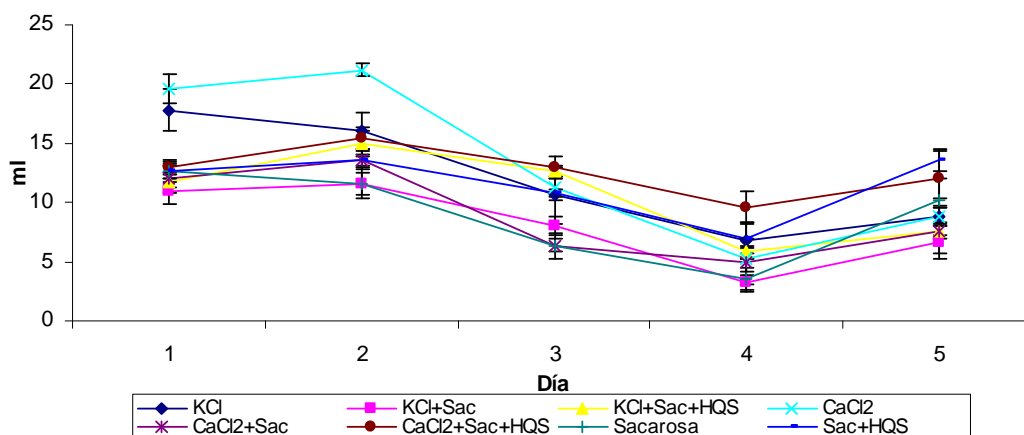


Figura 3: Consumo hídrico de Rosa cv. Grand Gala por efecto de los tratamientos de la primera etapa constituidos por CaCl_2 , KCl, Sacarosa y HQS a pH 5.5; cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

En la segunda etapa el consumo hídrico fue significativamente mayor en los tratamientos de Agua 3.5, CaCl_2 , 3.5, CaCl_2 5.5 y Agua 5.5 registrándose los valores más bajos en los tratamientos con HQS y sacarosa (Figura 4), el tratamiento de CaCl_2 3.5 del día 3 al 5 tuvo un consumo casi constante y mayor que los demás mientras que los tratamientos de agua 3.5 y 5.5 presentaron un decline después del tercer día. En el día 5 se registró diferencias significativas (DS) en cuanto al pH (p_{tk} 0.013), el tratamiento CaCl_2 +Sac 3.5 presentó mayor consumo que el CaCl_2 +Sac 5.5. En el día 6 el consumo hídrico decayó de manera significativa en la mayoría de los tratamientos sin embargo, el tratamiento de CaCl_2 +Sac+HQS 5.5 se mantuvo durante casi todo el experimento superando a los demás tratamientos y con DS de 0.026 en el tratamiento de CaCl_2 +Sac 5.5.

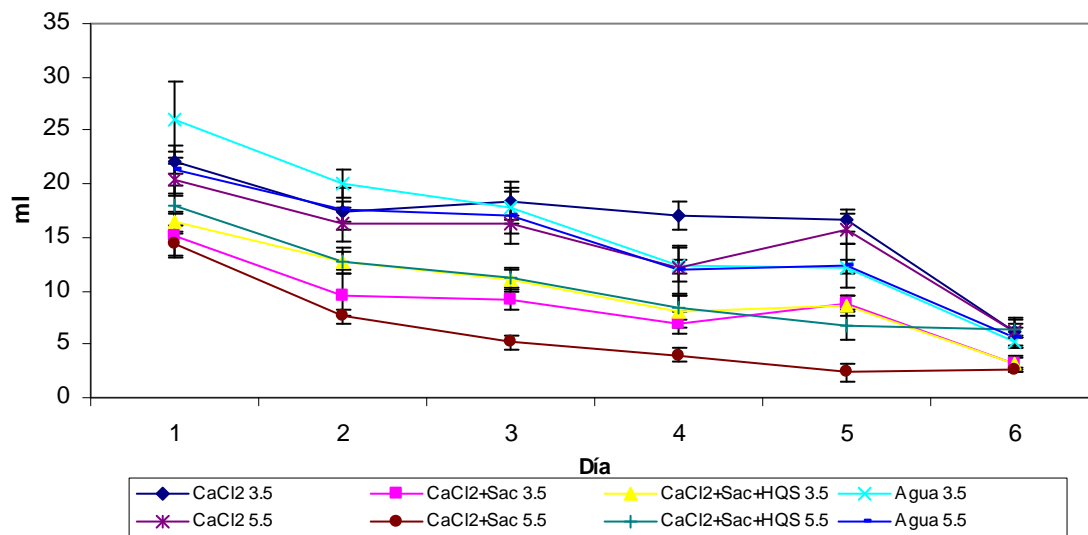


Figura 4: Consumo hídrico de Rosa cv. Grand Gala por efecto de los tratamientos con CaCl_2 , Sacarosa y HQS y diferente pH (3.5 y 5.5) registrado diariamente (Segunda Etapa); cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

En la tercera etapa, en el día 1 no se presentaron diferencias; en el día 2 los mayores valores se registraron en los tratamientos de $\text{CaCl}_2+\text{Sac}+\text{HQS}$ pH 5.5 y CaCl_2 5.5 ($p_{ik} < 0.039$ y 0.012 respectivamente), los tratamientos de CaCl_2+Sac y Sacarosa mostraron significativamente (> 0.0039) menor consumo hídrico. En los días 3 y 4 el tratamiento de $\text{CaCl}_2+\text{Sac}+\text{HQS}$ 5.5 fue mayor que los tratamientos con sacarosa (Figura 5).

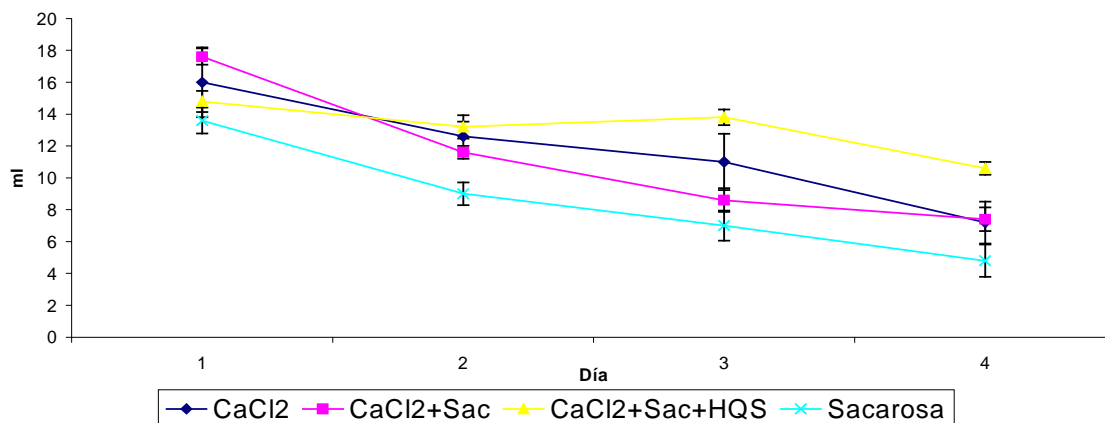


Figura 5: Consumo hídrico de Rosa cv. Grand Gala por efecto de los tratamientos con CaCl_2 , Sacarosa y HQS y diferente pH (3.5 y 5.5) registrado diariamente; cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

Resumiendo, el mayor consumo se presentó en los tratamientos de agua destilada y CaCl_2 ; cabe mencionar que los tratamientos con HQS mantuvieron su consumo hídrico durante el periodo de experimentación, mientras que los tratamientos con sacarosa esta variable se mostró deficiente en todos los casos. La diferencia de pH favoreció a aquellos tratamientos de 3.5 ya que incrementó su consumo, al menos en los primeros días.

El consumo hídrico tendió a ser mayor en los tratamientos de CaCl_2 que los de KCl, esto coincide con los resultados obtenidos por van Ieperen (2000) donde reporta una mayor conductancia hídrica en soluciones con cationes divalentes en flores de crisantemo. Esto puede estar relacionado con la forma en que el calcio interacciona con las pectinas que forman la pared celular primaria de la planta, donde se asocian las cadenas largas de homogalacturónico (HAGs) con iones de calcio formando una estructura llamada "caja de huevo" (Carpita y Gibeaut, 1993), que hace que las paredes celulares se contraigan y se incremente el área de los conductos vasculares, lo que podría explicar el mayor consumo hídrico en presencia de calcio.

Los tratamientos constituidos con HQS mejoraron el consumo hídrico en particular en la tercera etapa, asumible a su efecto acidificante e inhibición de la obstrucción vascular por microorganismos permitiendo así el paso del agua.

Los tratamientos con sacarosa tuvieron un menor consumo hídrico que se propuso pudo relacionarse con la obstrucción de los tallos debido al crecimiento bacteriano favorecido por dicho carbohidrato como fuente de carbono; este resultado es consistente con lo reportado por Ichimura *et al.*, (2005) quien registró un decremento en el consumo hídrico en los tratamientos de sacarosa y fructosa en rosa cv. "Rote Rose".

Respecto a la relación entre el consumo hídrico y pH de las soluciones, los tratamientos con un pH de 3.5 en los primeros días presentaron mayor consumo que aquellos con pH 5.5, este efecto podría estar relacionado con la densidad de la solución lo cual se sugiere que cuando el pH disminuye la densidad también lo hace (Hernández *et al.*, 2002) sin embargo como se verá más adelante la longevidad de las rosas se incrementó en los tratamientos con pH de 5.5.

7.2 TRANSPIRACIÓN LISIMÉTRICA

Esta variable en la primera etapa registró diferencias significativas entre los tratamientos de CaCl_2 y $\text{KCl}+\text{Sac}$ (p_{tk} 0.0017) y entre KCl y $\text{KCl}+\text{Sac}$ de p_{tk} 0.011 observándose mayor tasa transpiratoria en los tratamientos sin sacarosa (Figura 6).

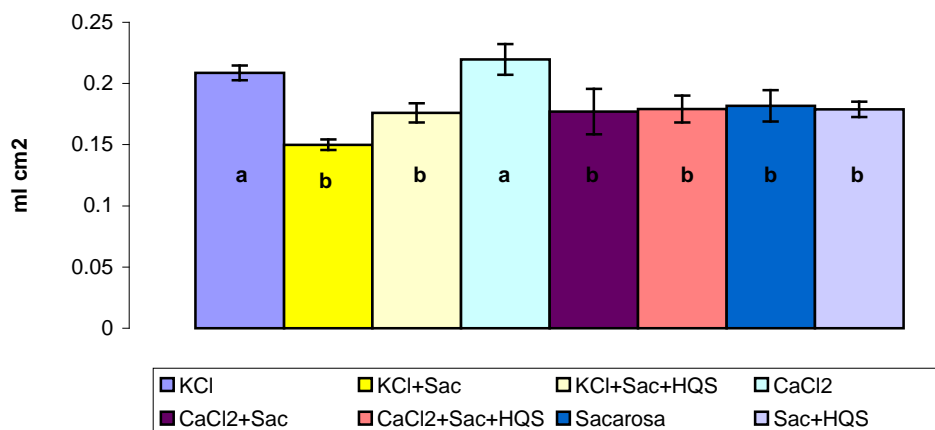


Figura 6: Transpiración lisimétrica medida en los tratamientos de la primera etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

En la segunda etapa los tratamientos con los valores más altos fueron CaCl_2 5.5, Agua 5.5, Agua 3.5 y CaCl_2 3.5 con DS de $p_{tk} > 0.00018$ en tanto, los tratamientos con sacarosa presentaron menor transpiración destacando el tratamiento de CaCl_2+Sac pH 5.5 que registro el valor más inferior (Figura 7).

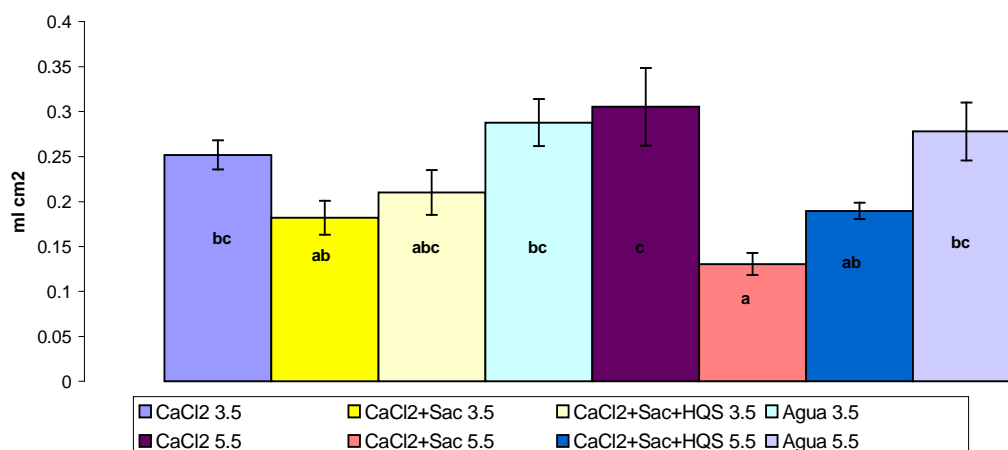


Figura 7: Transpiración lisimétrica registrada en los tratamientos de la segunda etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

La tasa transpiratoria más alta en la tercera etapa se tuvo en los tratamientos de CaCl_2 pH 5.5 y CaCl_2 +Sacarosa+HQS pH 5.5 y de igual manera que en las etapas 1 y 2 los tratamientos de CaCl_2 +Sac y Sacarosa pH 5.5 presentaron la más baja transpiración (Figura 8).

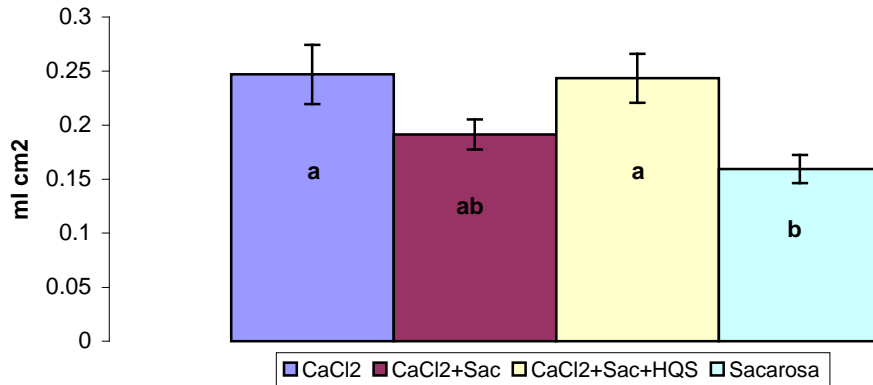


Figura 8: Transpiración lisimétrica de los tratamientos de la tercera etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

En los tratamientos constituidos de sacarosa se mostró la reducción de la tasa transpiratoria por lo que de acuerdo a la literatura se ha reportado que la adición de sacarosa disminuye la tasa transpiratoria en rosas lo cual es atribuido al cierre de los estomas (Marousky 1969, 1972; Stigter 1980) Otra razón por la cual la transpiración se reduce con la solución de sacarosa puede ser por la declinación en la absorción hídrica dado que la tasa de flujo es más lenta utilizando dicha solución (Durkin, 1979). De acuerdo a lo anterior se asume que si la adición de sacarosa a la solución de florero es la adecuada ésta podría actuar como un controlador para reducir la pérdida de agua vía cuticular por lo que la hidratación foliar se mantendría por mayor tiempo y por tanto la calidad ornamental de las rosas.

7.3 CONTENIDO HÍDRICO RELATIVO (CHR)

En la segunda etapa se midió el CHR al tercer día dando diferencias significativas en pétalos ($p_{tk} = 4.5 \times 10^{-5}$) y en hojas ($p_{tk} = 4.1 \times 10^{-5}$) mostrando que los tratamientos con mayor turgencia en pétalos fueron Agua pH 5.5 con 58.42% Agua 3.5 con 54.03%, CaCl_2 pH 3.5 y CaCl_2 pH 5.5 con 52.93% y 52.15% respectivamente diferenciándose de los tratamientos CaCl_2 +Sac pH 5.5, CaCl_2 +Sac+HQS pH 3.5 y CaCl_2 +Sac 3.5 que observaron valores inferiores al 50% (Figura 9).

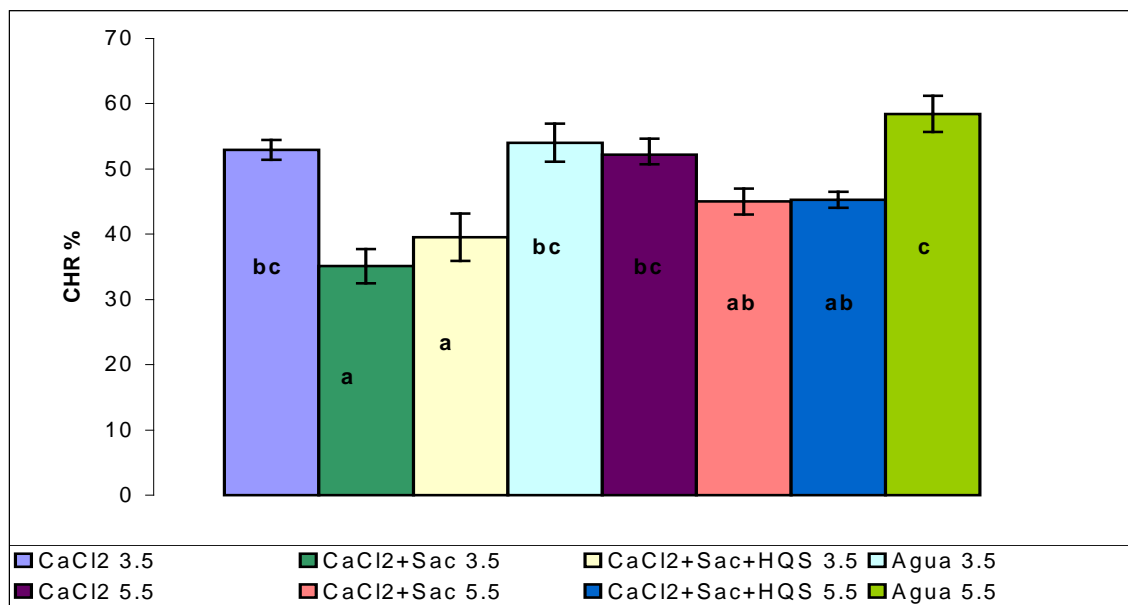


Figura 9: Efecto de los tratamientos en el contenido hídrico relativo medido en pétalo el tercer día de la segunda etapa. Cada barra representa el valor promedio de 3 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba deTukey ($P < 0.05$).

En hojas los resultados obtenidos fueron Agua 5.5 con 76.86%, CaCl_2 +Sac+HQS pH 5.5 con 74.04%, CaCl_2 3.5 con 66.78%, Agua 3.5 66.14% y CaCl_2 5.5 con 63.94%; En los tratamientos CaCl_2 +Sac+HQS pH 3.5, CaCl_2 +Sac 3.5 y 5.5 se registraron valores de CHR de 51.84, 30.20 y 29.81% respectivamente (Figura 10) resultando en su conjunto diferentes estadísticamente al primer bloque ($p_{tk} < 0.002$) e iguales entre si ($p_{tk} > 0.06$).

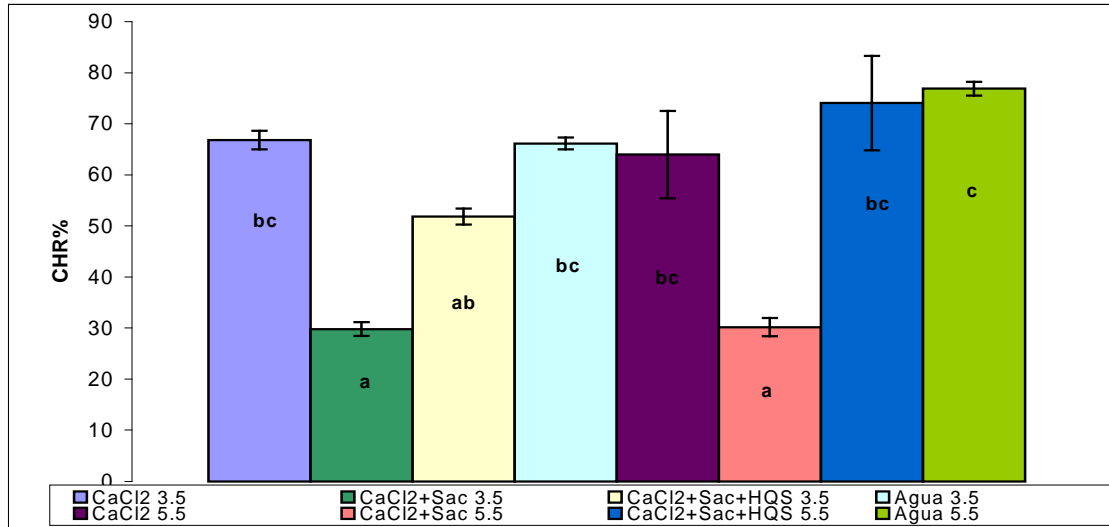


Figura 10: Contenido Hídrico Relativo (CHR) medido el tercer día de la segunda etapa en hoja. Cada barra representa el valor promedio de 3 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Al final del período de experimentación (sexto día) de esta etapa los valores obtenidos en el CHR fueron mayores en los tratamientos de Agua pH 5.5 y 3.5 y CaCl_2 5.5 y 3.5, ($DS p_{tk} < 0.03$) con los tratamientos de CaCl_2 +Sac+HQS 3.5, CaCl_2 +Sac 5.5 y CaCl_2 +Sac 3.5 y fueron iguales entre sí ($p_{tk} > 0.998$). El tratamiento de CaCl_2 +Sac+HQS pH 5.5 mostró diferencias ($p_{tk} = 0.081$) con casi todos los tratamientos excepto con CaCl_2 3.5 (Figura 11).

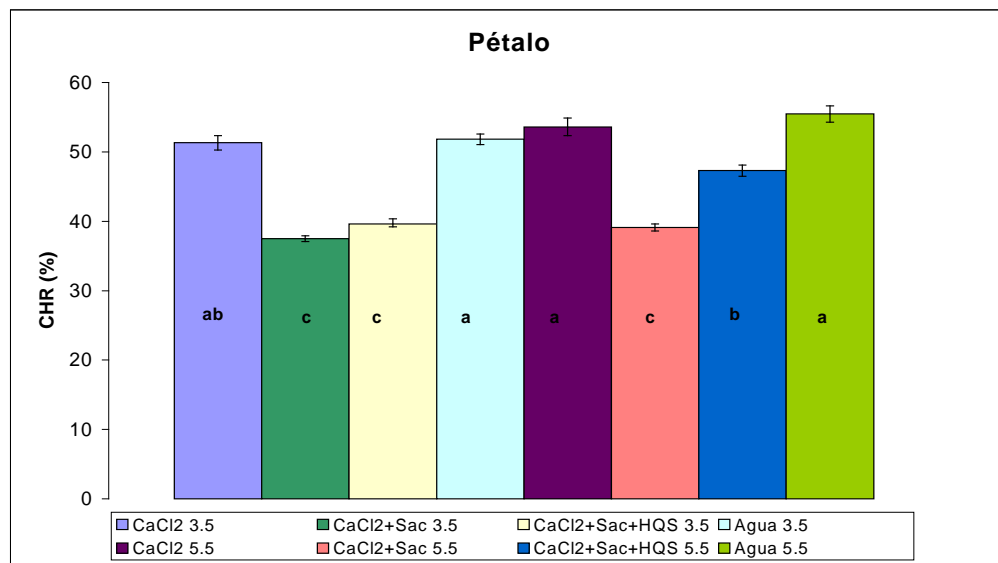


Figura 11: Contenido hídrico relativo registrado al final del experimento (día 6) en pétalo en los tratamientos de la segunda etapa. Cada barra representa el valor promedio de 3 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

En hoja la mayor turgencia se presentó en Agua 5.5, CaCl₂+Sac+HQS 5.5, CaCl₂ 3.5, CaCl₂ 5.5 y el menos turgente fue el tratamiento con sacarosa a pH 5.5 con un valor de 26.51%, el cual presentó diferencias significativas ($p_{tk} < 0.00017$) con todos lo tratamientos (Figura 12).

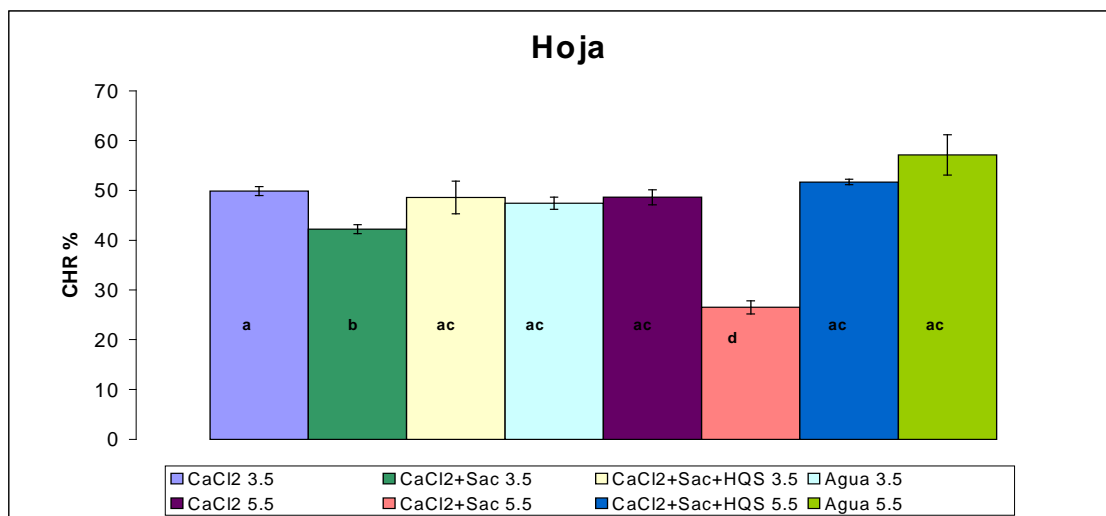


Figura 12: Contenido hídrico relativo registrado al final del experimento (día 6) en hoja en los tratamientos de la segunda etapa. Cada barra representa el valor promedio de 3 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba deTukey ($P < 0.05$).

El CHR medido en los pétalos al cuarto día de la tercera etapa se mostró superior en el tratamiento de CaCl₂+Sac+HQS pH 5.5 con un porcentaje de 80.07% seguido de CaCl₂ pH 5.5 con un valor de 77.34%, los porcentajes de menor turgencia los obtuvieron los tratamientos de CaCl₂+Sac y Sacarosa pH 5.5 con 52.42% y 44.93% respectivamente (Figura 13). Las diferencias entre los tratamientos fueron de ($p_{tk} > 0.0004$ mostradas en el anexo).

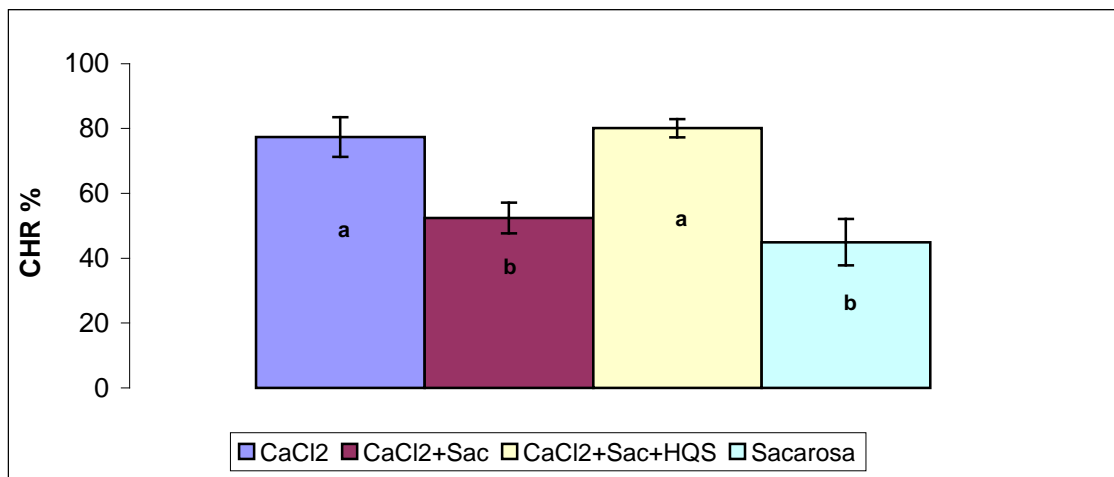


Figura 13: Contenido hídrico relativo medida en pétalo al cuarto día en los tratamientos de la tercera etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

En general, los valores de turgencia se obtuvieron en los tratamientos que no contenían sacarosa como los de Agua y CaCl₂, esto puede relacionarse con el deficiente consumo hídrico que registraron los tratamientos con sacarosa, por lo que la literatura reporta que la turgencia de plantas y flores es dependiente del balance entre la pérdida y el suministro de agua en la planta (Rogers citado por Reddy, 1988).

Los tratamientos a un pH de 5.5 registraron mayor turgencia que los de 3.5 tanto en hoja como en pétalo, sin embargo los tratamientos con mayor absorción hídrica fueron los de 3.5 pero se ha reportado que las flores que absorben grandes cantidades de agua no necesariamente son las más turgentes, ya que la turgencia también depende en cómo las flores son capaces de retener el agua que fue absorbida (Reddy, 1988).

Mortazavi *et al.*, 2007 reportan que la adición de calcio a las rosas en florero incrementan el contenido hídrico relativo en pétalos, efecto que no fue mostrado en este estudio ya que los tratamientos con calcio y los constituidos solo por agua mostraron un contenido hídrico relativo similar.

Los tratamientos con CaCl₂+Sac+HQS mantuvieron su turgencia mayor que los tratamientos de sacarosa sin HQS esto puede atribuirse al efecto del agente antibacteriano que evita el taponamiento vascular y por tanto permite una mayor hidratación tanto en la hojas como en flores.

De acuerdo a los resultados se muestra que la turgencia se pierde más rápido en pétalos que en las hojas (Figura 11 y 12).

7.4 FLUJO HÍDRICO

Esta variable fue evaluada en los tratamientos de la tercera etapa, al inicio y al final del periodo de experimentación. Al inicio, el flujo hídrico tendió a ser mayor en el tratamiento de CaCl_2 en los tiempos de 0-6 incrementándose de manera lineal en los tiempos evaluados; presentando DS de $p_{tk} = 0.038$ en el tiempo 7 con respecto a los tratamientos con sacarosa (Figura 12).

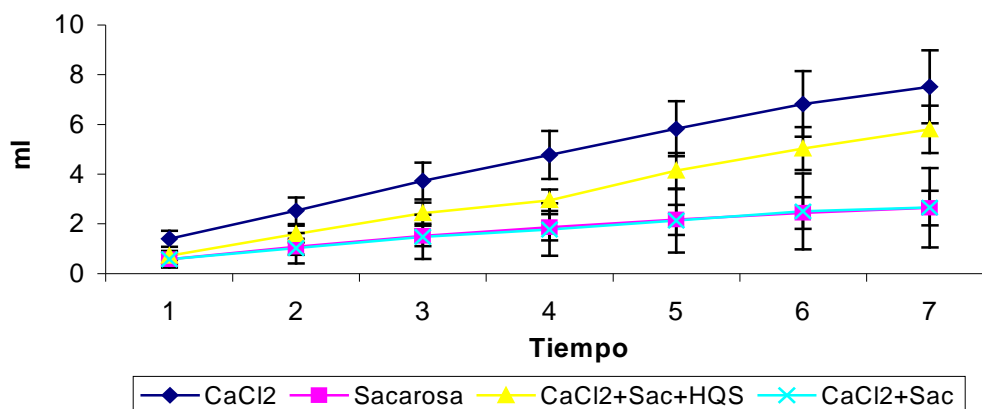


Gráfico 14: Flujo hídrico acumulado en segmentos de tallo de rosa evaluado cada 10 minutos al inicio del experimento de la tercera etapa; cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

Al final del periodo de experimentación el tratamiento con mayor flujo hídrico se registró en el tratamiento de $\text{CaCl}_2+\text{Sac}+\text{HQS}$, presentando en el tiempo 1 y 3 diferencias significativas de p_{tk} 0.021 y 0.049 respectivamente con respecto al tratamiento de sacarosa; en los tiempos posteriores la tendencia fue similar como lo muestra la Figura 15. En el tratamiento de sacarosa la tasa de flujo hídrico fue deficiente mostrando nula actividad en los primeros 5 tiempos de evaluación.

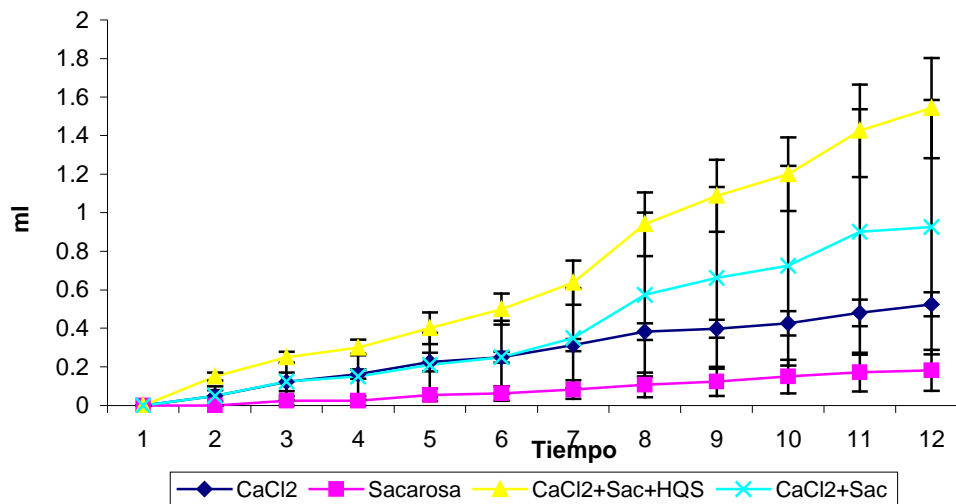


Figura 15: Flujo hídrico acumulado en segmentos de tallo de rosa evaluado cada 10 minutos al final de la evaluación en la tercera etapa; cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

Como ya se vio el flujo hídrico en segmentos de tallos, fue mayor en el tratamiento con CaCl_2 (10mM), esto comprobó su efectividad como estimulante hídrico, lo cual confirma los resultados reportados por varios autores donde se ha mostrado que los iones de calcio cambian la conductancia hídrica de segmentos de tallo (leperen *et al.*, 2000, 2006), dicho cambio se debe a que las cargas negativas contenidas en las paredes celulares del xilema resultado de la disociación de los ácidos poligalacturónicos que forman grupos COO^- interaccionan con los cationes como el Ca^+ , K^+ , Na^+ y Mg^+ que son retenidos y fácilmente cambiables. Sin embargo existen diferencias de disociación entre los cationes monovalentes y divalentes siendo más estrecha la asociación con las cargas negativas de estos últimos (Grignon y Sentenac, 1991). Específicamente los cationes de calcio presentan gran importancia ya que siempre se encuentran en la savia del xilema y están involucrados con las pectinas de las paredes celulares teniendo como función principal el proveer composición y estructura (Willats *et al.*, 2001). Además el calcio tiene gran efectividad en suprimir el hinchamiento de las películas pécticas ya que puede alternativamente causar un vínculo adicional entre las cadenas de pectinas vecinas que puede llevar al incremento de la rigidez de las mismas (Van leperen *et al.*, 2006).

En tanto, los tratamientos con sacarosa presentaron un flujo deficiente y éste decreció considerablemente al final del experimento; debido a la relación existente entre esta fuente de carbono y el desarrollo de microorganismos se puede sugerir que una posible causa pudo ser la obstrucción vascular por bacterias, ya que de acuerdo a previas investigaciones, se ha observado que la presencia de microorganismos presentes en el xilema reducen el flujo hídrico por la inducción de cavitación y subsecuentemente la formación de embolismo

(McErlone et al., 2003) sin descartar la posibilidad de obstrucción física por bacterias o sustancias producidas por éstas mismas.

Entre las dos evaluaciones realizadas la tasa de flujo hídrico se mostró menor al final del experimento indicando que la eficacia del flujo no es la misma en tallos recién cortados que después de haber estado en florero, puede sugerirse que esto es por efecto de la obstrucción vascular provocada por bacterias; como ya se mencionó el flujo hídrico evaluado al final del ensayo mostró mayor eficacia en el tratamiento de CaCl_2 +Sac+HQS pH 5.5, éste resultado nos sugiere que la efectividad de este antibacterial no permitió el desarrollo de bacterias que se ha reportado crecen tanto en el agua de florero como en los tallos de rosa durante la vida en florero, provocando una obstrucción en los conductos xilemáticos; resultados similares fueron reportados por Ichimura (2006) donde la conductancia hídrica no se decrementó en tallos de rosa tratados con glucosa más HQS por razones de inhibición del bloqueo vascular, también fue reportado que el HQS mantiene la conductancia hídrica por siete días en tallos de rosa (Ichimura *et al.*, 1999).

7.5 PESO FRESCO

En los tratamientos de la primera etapa el tratamiento de KCl tendió a ser mayor en los primeros días, mostrando un decremento lineal después del segundo día; en los días más cercanos a la senescencia de la flor los tratamientos con mayor peso fresco se presentaron en los tratamientos con HQS registrándose DS (p_{tk} 0.049) en el día 6 presentando los valores más altos el tratamiento de $CaCl_2$ +Sac+HQS en contraste el de KCl+Sac registró en este día y generalmente en todo el periodo de evaluación la mayor pérdida de peso (Figura 16). No se mostraron diferencias entre los 2 diferentes iones en esta variable evaluada.

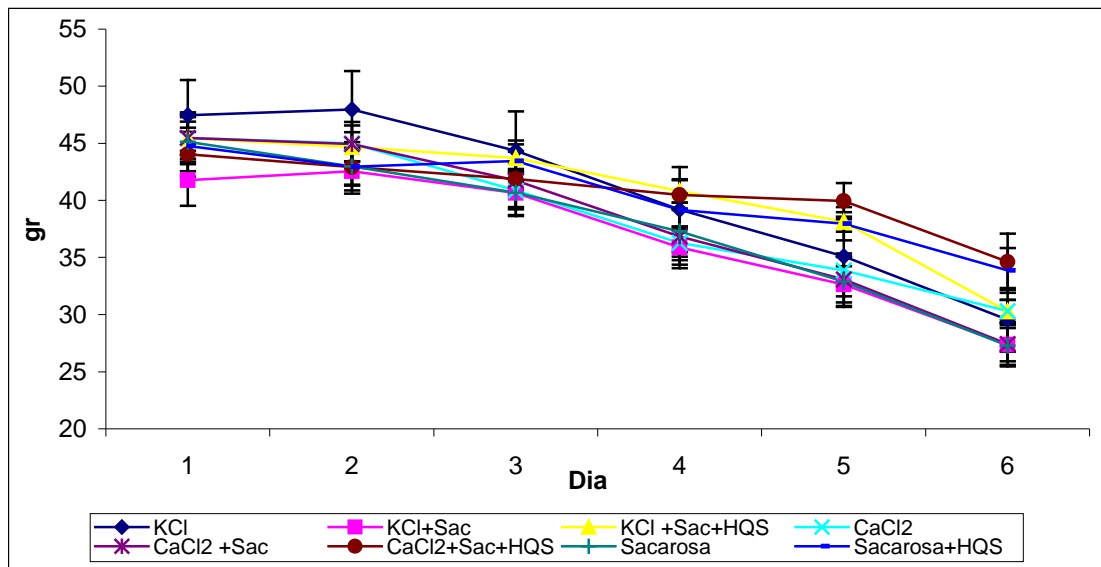


Figura 16: Efecto de los tratamientos de la primera etapa en el peso fresco evaluado diariamente; cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

En la segunda etapa evaluada la pérdida de peso no mostró diferencias en los primeros días, sin embargo a partir del quinto día las diferencias entre los tratamientos se mostró de manera significativa; en el día 5 los tratamientos con los valores máximos fueron $CaCl_2$ +Sac+HQS pH 5.5, Agua pH 3.5, Agua 5.5 y $CaCl_2$ +Sac+HQS pH 3.5 presentando DS de p_{tk} 0.027, 0.028, 0.035 y 0.036 respectivamente con respecto al tratamiento de $CaCl_2$ +Sac 5.5 que presentó la mayor pérdida de peso fresco. En el día 6 los resultados fueron similares, los tratamientos con mayor peso fueron $CaCl_2$ +Sac+HQS 5.5, $CaCl_2$ 3.5 y Agua 3.5 con diferencias de p_{tk} 0.022, 0.026 y 0.027. En el día 7 el tratamiento de $CaCl_2$ +Sac+HQS pH 5.5 fue el de mayor peso de todos los tratamientos con diferencias estadísticas de p_{tk} 0.030.

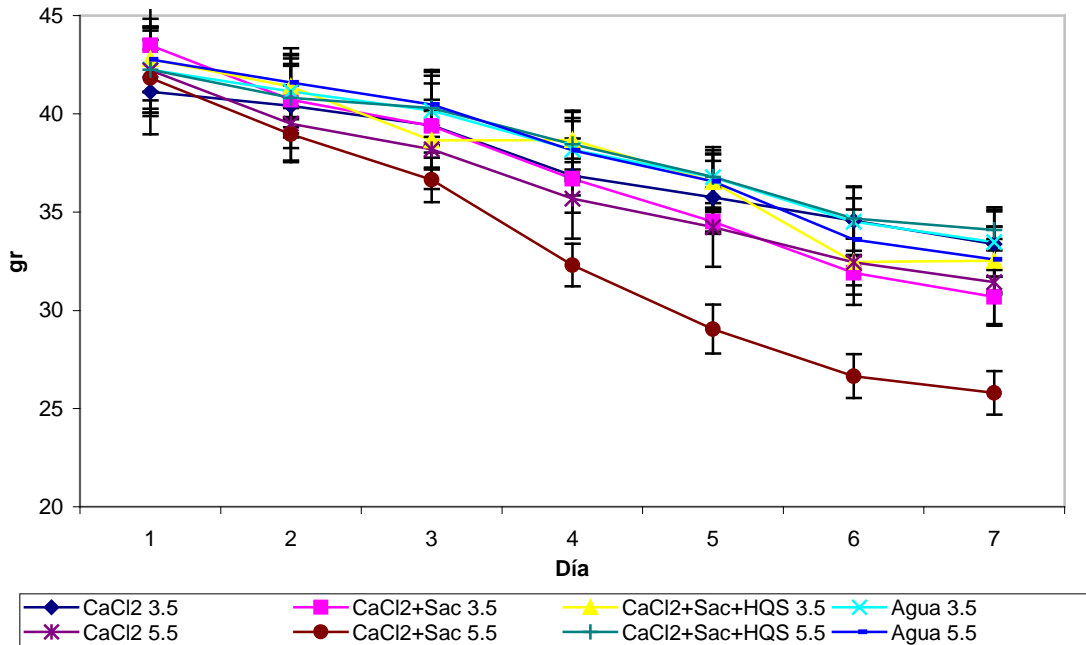


Figura 17: Peso fresco registrado diariamente en los tratamientos de la segunda etapa; cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

La tercera etapa mostró una alta tasa de pérdida de peso fresco en el tratamiento de sacarosa en los días 2 y 3 con DS de $p_{tk} = 0.0076, 0.0078$ y $0.0021, 0.0005$ con los tratamientos de $CaCl_2$ y $CaCl_2+Sac+HQS$. En los días 4 y 5 el mismo tratamiento siguió decrecentando considerablemente su peso presentando diferencias significativas con todos los tratamientos y con el tratamiento de $CaCl_2+Sac+HQS$ DS de $p = 0.0001$, mientras que este ultimo tratamiento registró en todo el periodo de evaluación un incremento en el peso fresco. Estos resultados coinciden con los reportados por Ichimura *et al.*, (2002) donde en rosa 24 de los 25 cultivares ensayados incluido Grand Gala, incrementaron al máximo su peso fresco y retardaron la perdida de peso con tratamientos constituidos de sacarosa y HQS con respecto a tratamientos de solo sacarosa.

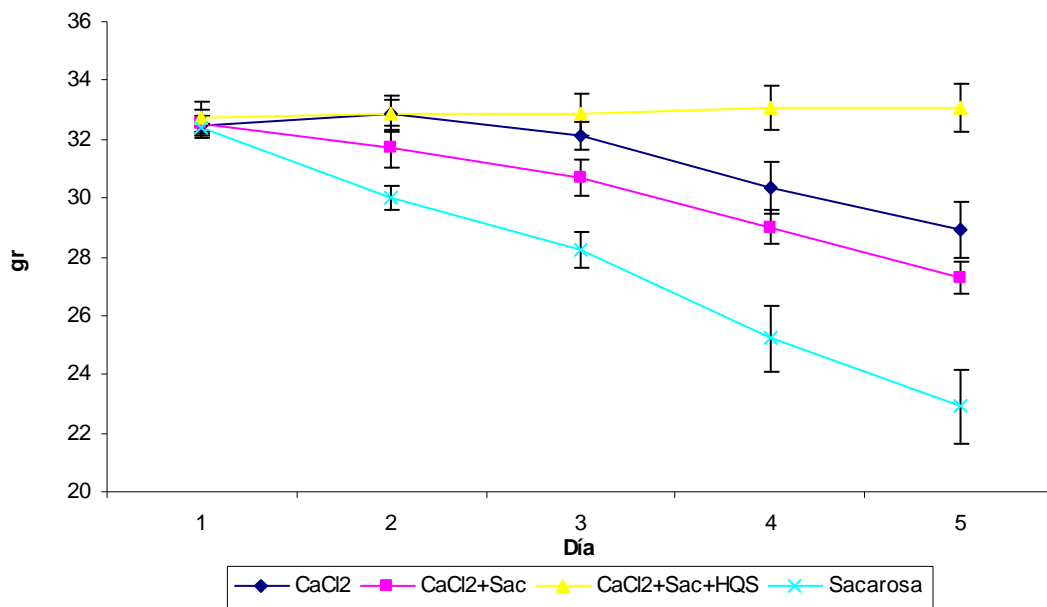


Figura 18: Peso fresco evaluado diariamente en los tratamientos de la tercera etapa; cada punto es el valor promedio de 5 repeticiones y las barras representan el error estándar.

En la Figura 18 puede observarse que la mayor pérdida de peso se presentó en el tratamiento de sacarosa, el cual se fue perdiendo gradualmente de manera que se puede relacionar con el deficiente consumo hídrico que se presentó en este tratamiento desde el inicio del periodo de experimentación, lo que no permitió el incremento de peso fresco debido a la pérdida de turgencia prematura tanto en hojas como en pétalos. Por lo que es muy importante considerar la concentración de sacarosa adecuada para cada cultivar ya que el exceso de carbohidratos en la solución podría influir en la hidratación de la flor causando una pérdida de peso acelerada.

En las tres etapas evaluadas el tratamiento que presentó mayor peso fresco al final de la experimentación fue CaCl₂+Sac+HQS a pH 5.5, de acuerdo a la literatura este resultado indica que la efectividad del calcio para mantener la integridad de las membranas celulares y la del HQS como agente antibacterial que permite la constante hidratación por inhibición de la obstrucción vascular influyeron en la pérdida de peso lo cual se mostró menor en este tratamiento relacionándose con una mejor apariencia ornamental de las rosas en esta fase. Por lo anterior, se sugiere que una mayor longevidad puede asociarse con un peso fresco alto o constante durante la vida postcosecha de las flores.

7.6 CRECIMIENTO BACTERIANO

El crecimiento bacteriano en la segunda etapa fue mayor en la cantidad de UFC en los tratamientos de CaCl_2 +Sacarosa a los 2 valores de pH evaluados, mostrando diferencias significativas con los tratamientos de CaCl_2 +Sac+HQS 5.5 y 3.5 de $p_{tk} = 0.0002$, agua pH 3.5 y 5.5 con DS ($p_{tk} = 0.017$), CaCl_2 3.5 de $p_{tk} = 0.014$ y sin diferencias significativas con el tratamiento de CaCl_2 a pH 5.5.

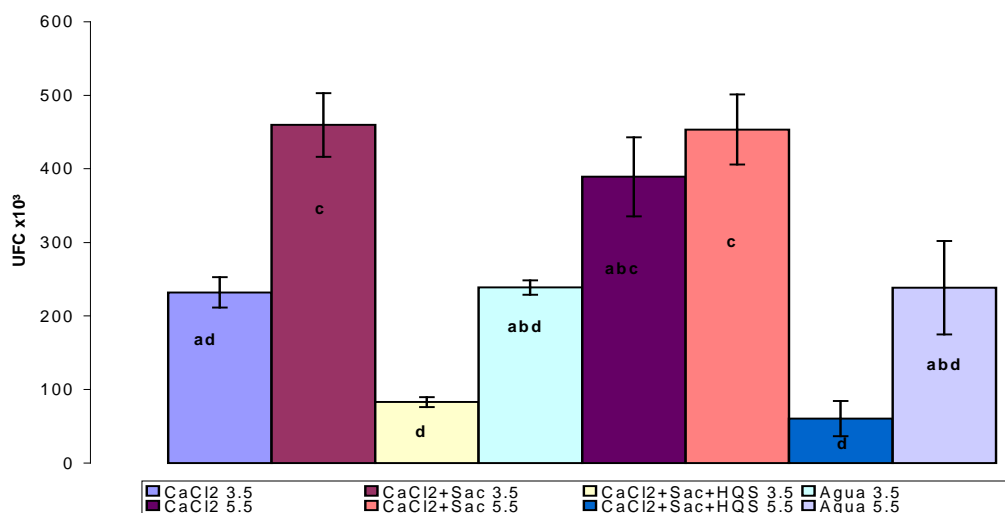


Figura 19: Efecto de los tratamientos de la segunda etapa en el crecimiento bacteriano (UFC) en tallos de rosa evaluado el tercer día del periodo experimental. Cada barra representa el valor promedio de 3 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0.05$).

El crecimiento bacteriano en esta evaluación se vio favorecido por la adición de sacarosa y en el caso particular del tratamiento de CaCl_2 se observó incremento en la cantidad de UFC a pH 5.5 a diferencia del tratamiento de pH 3.5, sin embargo no presentaron DS . Los tratamientos constituidos por HQS mostraron un crecimiento bacteriano limitado en los tallos de rosa, este hecho corrobora lo reportado en la literatura, la cual describe los efectos del HQS como un buen inhibidor bacteriano e inhibidor del taponamiento vascular de varios cultivares de rosa (Gilman y Steponkus, 1972; van Doorn *et al.*, 1989; Ichimura *et al.*, 1999).

Como es bien sabido la causa principal de la reducción de la vida postcosecha de rosa es el taponamiento vascular que puede ser provocado, entre otros factores, por el crecimiento bacteriano que es favorecido por el enriquecimiento de la solución con azúcares por ejemplo, la sacarosa; esto coincide con los resultados obtenidos donde, como ya se observó en la gráfica anterior, los tratamientos de CaCl_2 +Sacarosa obtuvieron un mayor número de UFC con los 2 pH ensayados.

De lo anterior se infiere que la adición de sacarosa a los tratamientos postcosecha de rosa por un lado pueden retardar la senescencia de esta flor manteniendo los niveles energéticos y la actividad de algunas enzimas que suprimen el efecto del etileno, además de retrasar la muerte celular que conduce a la senescencia (Chandran *et al.*, 2006); por el otro, la adición de azúcares al agua de florero promueve el crecimiento de colonias bacterianas. Estas colonias se aglutinan en la superficie del corte de los tallos bloqueando los vasos del xilema y el sistema de transportes de las flores (Loubaud y van Doorn, 2004); también se ha observado que estos microorganismos secretan enzimas pecticas (Burdett, 1970; Put, 1989) y compuestos tóxicos (Put y Klop, 1990 citados por Williamson *et al.*, 2002), por ejemplo algunas bacterias patógenas liberan etileno que interviene en la aceleración de la senescencia.

Se ha reportado que la cantidad de bacterias presentes en el tallo y en el agua de florero es determinante para la senescencia de la rosa; van Doorn *et al.*, (1987; 1994) reportaron que los cultivares de rosa cv. Medalon y cv. Sonia se vieron afectados en la conductividad hídrica, la senescencia y la apertura floral cuando la cantidad de bacterias presentes en el agua de florero fue superior a 10^8 UFC ml⁻¹, no encontrando los mismos resultados en concentraciones de 10^4 UFC.

Las especies bacterianas encontradas en las soluciones de florero han sido muchas, sin embargo las que predominan son especies del género *Pseudomonas* y *Enterobacter* el primer género es incapaz de producir enzimas pectinolíticas, el cual sugiere que su papel en el bloqueo vascular no es a través de la degradación de las paredes del xilema en la planta (van Doorn y De Witte, 1991;1997) y la fuente de contaminación no solo parecen ser los materiales con los cuales se hace el corte sino que se ha reportado que la fuente principal es el agua de florero (van Doorn y Witte, 1997). Por lo anterior, se sugiere que el bloqueo es debido a un simple mecanismo de obstrucción física.

Al parecer las colonias bacterianas presentes en el tallo o en cualquier superficie crean una biopelícula o biofilms que se define como comunidades bacterianas englobadas en una matriz de exopolisacáridos producida por las bacterias y adheridas a una superficie viva o inerte que en la naturaleza constituyen un modo de crecimiento protegido que permite la supervivencia de las bacterias en un medio hostil. (Costerton, 1999). Se ha descrito que la formación de la biopelícula se realiza en dos fases: La primera fase es reversible y el proceso de adhesión de los microorganismos a la superficie ocurre por fuerzas de Van der Waals y atracciones electrostáticas. La segunda fase ocurre con la interacción física de las células a la superficie por medio de material extracelular de naturaleza polisacárida o proteica producida por las bacterias; esta se denomina matriz de glicocálix, y soporta la formación de la biopelícula. El glicocalix, es producido después del proceso de adhesión superficial y va a favorecer las condiciones de adhesión de los peptidoglicanos de las bacterias Gram positivas cuya naturaleza sobre superficies rugosas con un buen balance de cargas facilita su permanencia (Barros de Macedo, 2000 citado por Welter *et al.*, 2004).

Otro posible mecanismo de obstrucción es la cavitación producida por estos microorganismos que con la producción de dióxido de carbono incrementan las posibilidades de formarse burbujas de aire en los conductos xilemáticos provocando serios problemas como el estrés hídrico debido a la obstrucción por la burbuja de aire.

Aún no se sabe exactamente el papel que juegan las bacterias en el tallo, sin embargo, Robinson *et al.*, 2007 reportaron que la adición de *Pseudomonas fluorescens* 2892 al agua de florero de rosa no obstruyó físicamente los poros del xilema, los autores asumieron que la restricción a dicha obstrucción está dada por el tamaño de los poros, en rosa el tamaño aproximado del diámetro del poro es de 50 a 200 nm, el cual es inferior al tamaño de las bacterias de este género; tal obstrucción fue atribuida a la cavitación generada por estos microorganismos dando como resultado un grado de senescencia mayor.

Por esto se sugiere que la adición de sacarosa a la solución de florero se acompañe de un buen agente antibacterial como lo es el HQS, que por sus propiedades como antiséptico, fungicida y bactericida inhibe el crecimiento de microorganismos debido a que es considerado como un agente fuertemente quelante de varios metales requeridos para el metabolismo de dichos organismos. Este compuesto además de ser utilizado para el control fúngico y bacterial en flores de corte se ha utilizado para controlar el marchitamiento vascular y enfermedades causadas por bacterias de varios cultivos de plantas (Meister, 2000 citado en www.omri.org).

7.7 OBSTRUCCIÓN VASCULAR

La infiltración de colorante en la segunda etapa se mostró menor en los tratamientos de CaCl_2+Sac a pH 5.5 encontrándose DS de $p_{tk} > 0.001$ entre 5 de los 8 tratamientos siendo igual a CaCl_2+Sac 3.5 y $\text{CaCl}_2+\text{Sac}+\text{HQS}$ 3.5

($p_{tk} = 0.997$ y 0.349 respectivamente); en contraste los tratamientos con mayor perfusión de safranina fueron los tratamientos de Agua, CaCl_2 y los de HQS como puede observarse en la Figura 20.

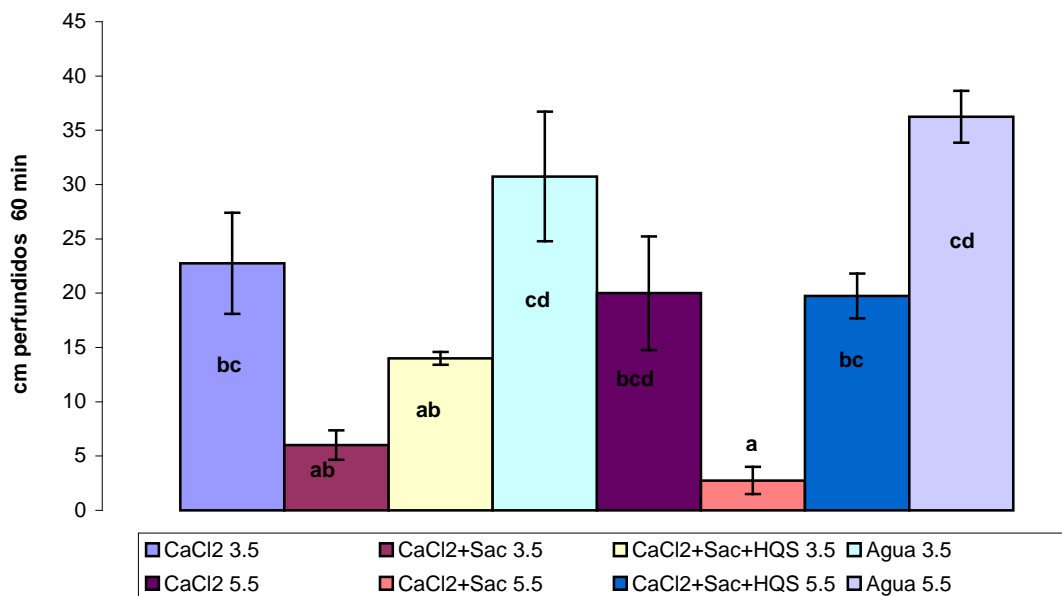


Figura 20: Infiltración de colorante en tallos de rosa al final de la senescencia para evaluar obstrucción vascular en los tratamientos de la segunda etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

La perfusión de colorante a través de los conductos vasculares se midió al inicio y al final del experimento, encontrándose que todos excepto $\text{CaCl}_2+\text{Sac}+\text{HQS}$ 5.5 fueron diferentes ($p_{tk} > 0.0003$) al inicio y al final de la evaluación; al final la mayor infiltración de colorante en los tallos se presentó en el tratamiento de $\text{CaCl}_2+\text{Sac}+\text{HQS}$ ($p_{tk} > 0.0006$) e infiltró menos en los tallos con el tratamiento de sacarosa, indicando que en este último hubo mayor taponamiento vascular (Figura 21).

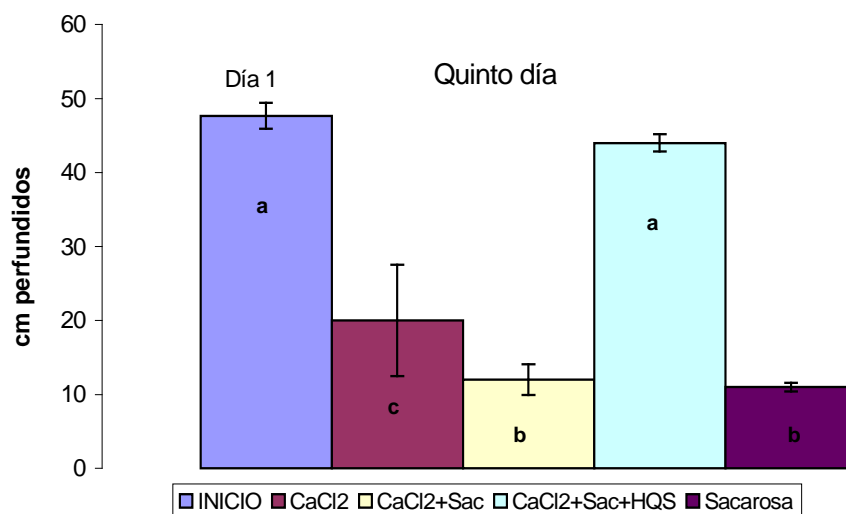


Figura 21: Infiltración de colorante en tallos de rosa al inicio del experimento (primera barra) y al final (quinto día) para evaluar obstrucción vascular en los tratamientos de la tercera etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba deTukey ($P < 0.05$).

Como ya se menciona anteriormente, la obstrucción vascular es uno de los factores que más afectan la senescencia de rosa como flor cortada, esta obstrucción puede ser causada por varios factores como son la presencia de aire (cavitación y subsecuentemente embolismo), procesos fisiológicos que generan la formación de tilosas, gomas, ligninas, taninos entre otros materiales que se generan como resultado del corte del tallo los cuales se ha reportado no reducen la conducción hídrica y sí lo hacen, ésta reducción se presenta en grados muy bajos entre 2 y 4% (Rasmussen y Carpenter, 1974 citados por Williamson *et al.*, 2002).

Otro factor muy importante que causa el taponamiento vascular es la presencia de microorganismos como las bacterias que causan el decremento en la conductividad hídrica en los tallos cortados bloqueando físicamente los conductos del xilema (Put y Jansen, 1989).

Conforme al enunciado de la relación inversa entre la conducción hídrica y la obstrucción vascular se puede decir que el mayor taponamiento vascular se presentó en los tratamientos con sacarosa donde se midió la menor perfusión de colorante en los tallos, este resultado puede estar relacionado con la presencia de bacterias en los conductos del xilema ya que en estos mismos tratamientos la cantidad de UFC fueron superiores a los demás tratamientos, indicando que el crecimiento bacteriano si afecta la conducción de agua a través del xilema.

Robinson *et al.*, 2007 encontraron que el taponamiento vascular en rosa cv. "Pascha" se dio solo en los primeros 50mm del tallo cuando éstos fueron puestos en una suspensión bacteriana de *Pseudomonas subtilis* a una concentración de 10^8 UFC ml⁻¹, relacionándose con una deficiente infiltración de fucsina ácida en el xilema (23.5 mm min^{-1}) en comparación con los tallos colocados en agua destilada que tuvieron una infiltración de 38.2 mm min^{-1} . Los autores sugieren que la obstrucción vascular causada por bacterias se da no solamente por obstrucción física sino que también observaron que el número de eventos de cavitación se incrementó cuando la cantidad de bacterias en la solución fue mayor, indicando que estos microorganismos taponan los vasos del xilema por cavitación, teniendo este evento un papel mayor en la reducción de la absorción hídrica acelerando los síntomas de estrés hídrico y la senescencia.

El bloqueo del sistema vascular en rosas de corte se caracteriza por doblamiento de cuello y deshidratación llevando a una rápida senescencia (Burdett, 1970; Gilman y Steponkus, 1972 citados por Reddy, 1988); los resultados obtenidos son consistentes con lo dicho anteriormente debido a que en los tratamientos donde se observó mayor bloqueo vascular (CaCl₂+Sac pH 5.5 y Sacarosa) las rosas registraron las mismas características antes descritas.

7.8 XILEMA FUNCIONAL

En los tratamientos de la segunda etapa no se observaron DS el xilema funcional, sin embargo, la tendencia de la mayor área funcional se mostró entre los tratamientos de CaCl_2 y $\text{CaCl}_2+\text{Sac}+\text{HQS}$ pH 5.5, mientras que el tratamiento con tendencia a menor área funcional se registró en CaCl_2+Sac pH 3.5.

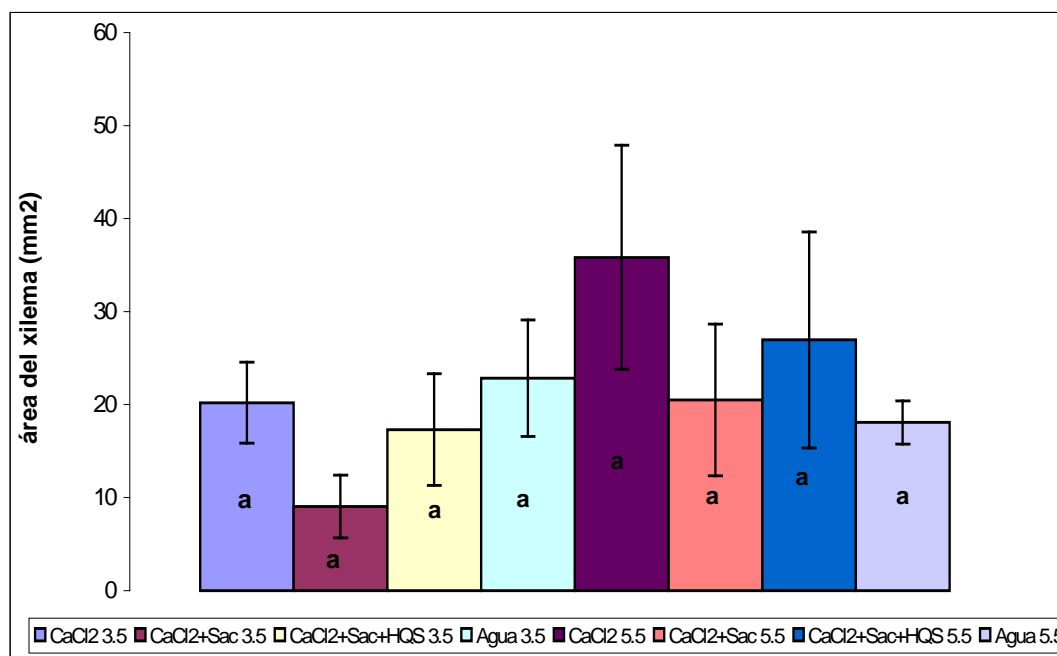


Figura 22: Área del xilema funcional de tallos de rosa al final del periodo de experimentación en los tratamientos de la segunda etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

El área del xilema funcional obtenida y registrada al final del experimento en la tercera etapa sobre los cortes transversales realizados en los tallos previamente perfundidos con safranina fue muy similar en todos los tratamientos, sin embargo, como se muestra en la figura 23 el área funcional del xilema al inicio y al final del ensayo si se mostró diferente, ya que al inicio en un corte transversal a 20 cm altura el área del xilema teñida con safranina fue total (Figura 23 a) y al final del periodo de evaluación a la misma altura el área teñida fue reducida (Figura 23 b). Estos resultados son consistentes con lo reportado por Dixon *et al.*, (1989) donde se encontró que la porción de xilema funcional en tallos frescos de rosa "Samantha" fue total, cuando fueron perfundidos hasta 70mm con un indicador fluorescente, mientras que los tallos de 6 días mostraron una reducción en el xilema funcional teniendo solo el 7% comparado con 39% de los tallos frescos.

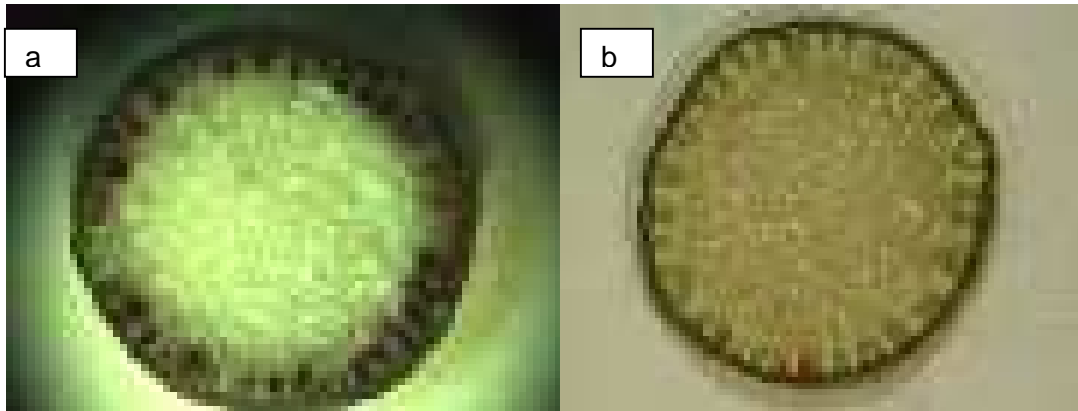


Figura 23: Corte de tallo (20x) infiltrado por safranina a 20 cm de longitud a partir de la base, al inicio (a) y al final (b) del experimento en la etapa tres.

Entre las posibles causas de reducción de la funcionalidad del xilema están la obstrucción provocada por bacterias, la cavitación y la deposición de materiales en la base del tallo como resultado del corte. El taponamiento físico en tallos de rosa fue observado por Dixon, *et al.*, 1989, los autores reportan que la cantidad aproximada de vasos obstruidos fue de 8-23% después de 6 días, encontrando que los tapones contenían polisacáridos y proteínas pero no se encontraron sustancias pécticas.

Dados los resultados obtenidos puede decirse que la obstrucción vascular juega un papel importante en la reducción del xilema funcional en tallos de rosa, teniendo implicaciones en la vida poscosecha de la flor.

7.9 pH FINAL DE LA SOLUCIÓN

En la primera etapa el pH inicial en todos los tratamientos fue el de 5.5 y al finalizar el periodo de experimentación el que se mostró estadísticamente diferente entre los tratamientos, registrándose los valores de pH más bajos en los tratamientos constituidos con sacarosa sin agente antibacterial (KCl+Sac, pH 3.7; CaCl₂+Sac, pH 3.8; Sacarosa, pH 3.6); con los tratamientos de KCl y CaCl₂ con Sacarosa y HQS su pH se redujo a 4.42 y 4.46 respectivamente. A su vez, en los tratamientos de KCl y CaCl₂ el valor de pH fue de 5.79 y 5.70. Finalmente, el tratamiento de CaCl₂+Sac+HQS presentó DS ($p_{tk} > 0.0001$) con todos los tratamientos con un valor de pH de 4.7 (Figura 24).

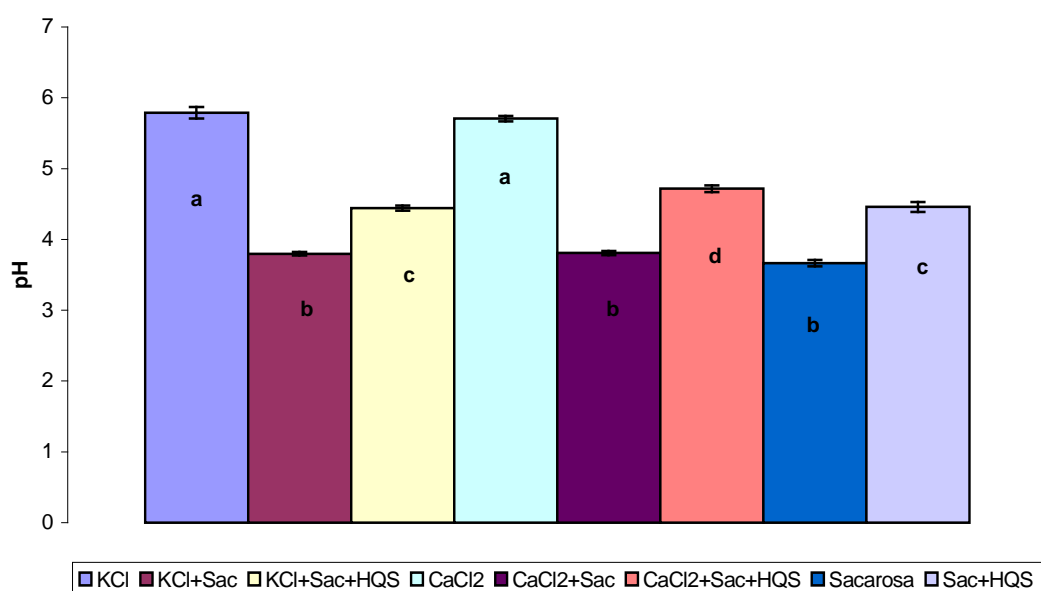


Figura 24: Valores de pH registrados en la solución de florero al finalizar la experimentación de la primera etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

En la segunda etapa el pH final de la solución en el tratamiento de CaCl₂ en los dos diferentes pH_s (3.5 y 5.5) incrementaron su valor a 3.8 y a 5.7 respectivamente, mientras que en los tratamientos con CaCl₂ con sacarosa se redujeron de 3.5 a 3.2 y de 5.5 a 5; el valor final del tratamiento con agua ajustados a pH_s de 3.5 y 5.5 se incrementaron a 5.7 y 5.8 respectivamente.

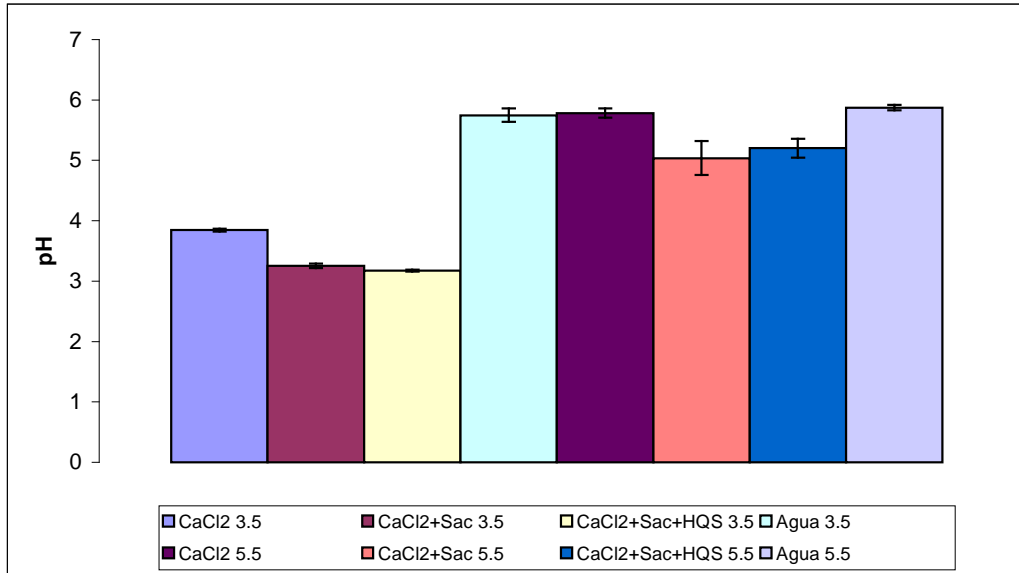


Figura 25: Cambio en el pH de la solución registrado al final del ensayo experimental en los tratamientos de la segunda etapa. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0.05$).

En la tercera etapa el pH final de las soluciones no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, la tendencia denotó que los valores más bajos estuvieron en los tratamientos con sacarosa sin HQS (Figura 26).

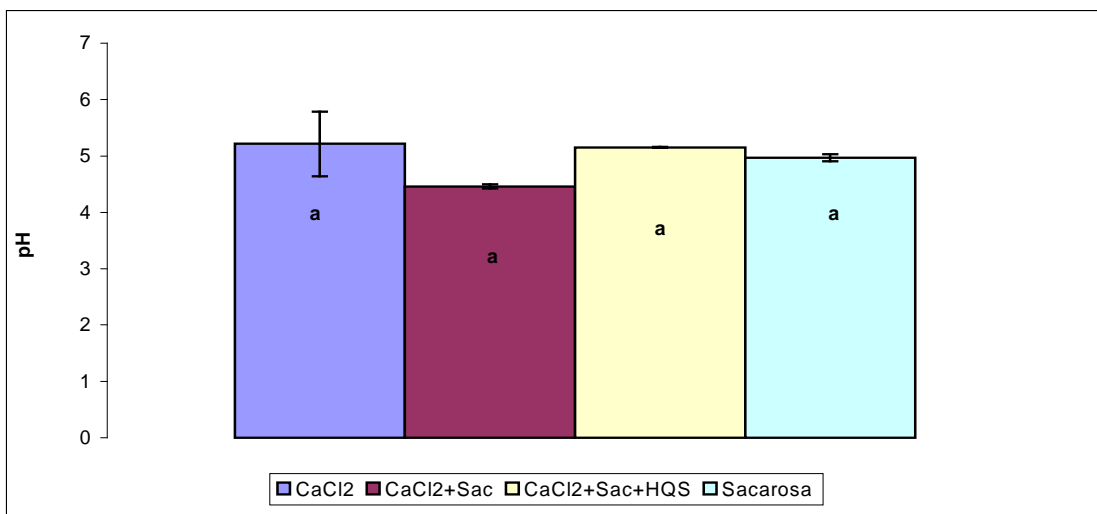


Figura 26: Valores de pH registrados en la solución de florero al finalizar la experimentación de la etapa 3. Cada barra representa el valor promedio de 5 repeticiones con el error estándar correspondiente; letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Debido a los resultados obtenidos se puede atribuir que los datos más bajos registrados en los tratamientos con sacarosa sin HQS, fueron afectados por la presencia de bacterias en los tallos de rosa y en la solución de florero, dado que se ha reportado que el dióxido de carbono producto de la respiración decremента el valor de pH (Robinson *et al.*, 2007). Aunque la mayoría de las bacterias son neutrófilas, es decir, que crecen óptimamente en entornos neutros (5.5 y 8), estas pueden modificar el medio o resistir entornos relativamente ácidos o básicos; la modificación del pH depende del tipo de bacterias, algunas de naturaleza fermentativa excretan ácidos, mientras otras alcalinizan el medio (<http://fai.unne.edu.ar>).

7.10 LONGEVIDAD

Se observaron 5 estados florales característicos del cultivar Grand Gala considerando el estado 1, como la flor no abierta; estado 2, flor semiabierta con pétalos y hojas turgentes; estado 3, representando el estado más ornamental de este cultivar con flor abierta, turgente en hojas y pétalos con tallo totalmente erecto; estado 4 flor no abierta semimarchita; estado 5, flor no abierta y marchita (figura 27).



Figura 27: Estados florales de rosa cv. Grand Gala.

De acuerdo a los estados florales descritos anteriormente se obtuvieron los porcentajes de cada uno de estos en cada tratamiento en los ensayos practicados. En la primera etapa se encontró que en tratamiento de KCl al segundo día el 60% de las flores se encontraron en estado 2 y solo el 40 en estado 1; al tercer día la cantidad de flores en estado 2 se redujo a 20% y el resto se encontró en estado 4, por lo que el estado 3 no apareció en este tratamiento; al cuarto día el total de las flores se encontró en estado 5 (Figura 27 a). Los resultados del tratamiento de CaCl_2 fueron similares, solo que en al tercer día la cantidad de flores en el estado 2 fue del 40% y 60% en el estado 4 (Figura 27 b).

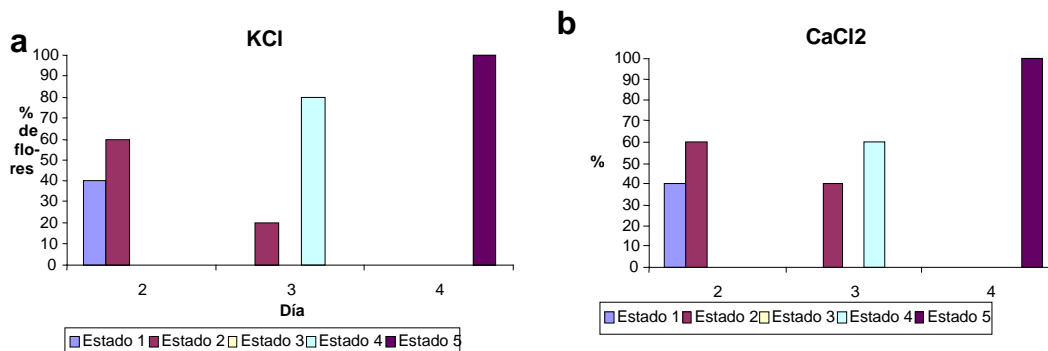


Figura 27: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala a través del tiempo de la vida en florero en tratamientos de la primera etapa (a=KCl, b= CaCl_2).

El tratamiento de KCl+Sac al inicio presentó el 60% de las flores en estado 1 y el 40% en estado 2; al tercer día la cantidad de flores en estado 2 se incrementó a 60% y 20% estuvieron en estado 3 y 20% en estado 4; al cuarto día el % del estado 4 se mantuvo y el resto fue para el estado de mayor marchitamiento (Figura 27 c). El de CaCl₂+Sac la cantidad de flores en estado 1 fue de solo un 20% y el 80% en estado 2, este último % se redujo a solo 40% al tercer día encontrándose el 20% en estado 3 y el 40% en estado 4, al final el total de flores estuvieron en estado 5 (Figura 27 d).

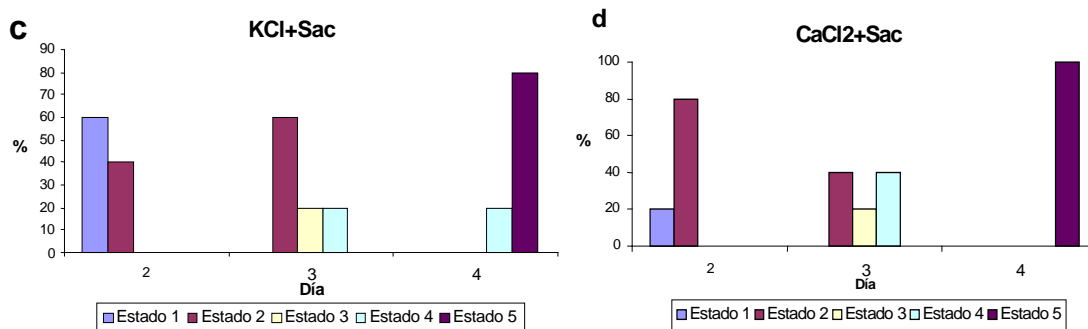


Figura 27: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala a través del tiempo de la vida en florero en tratamientos de la primera etapa (c=KCl+Sac, d=CaCl₂+Sac).

Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala a través del tiempo de la vida en florero en tratamientos de la primera etapa.

En KCl+Sac+HQS, al segundo día las flores de este tratamiento mostraron 3 estados florales diferentes 20% en estado 1, 60% en estado 2 y 20% en estado 4; al siguiente día la cantidad del estado 2 no se modificó pero si se incrementó el estado 4 al 40%; al cuarto día el 20% estuvieron en estado 4 y el 80% en el 5 (Figura 27 e). El tratamiento de CaCl₂+Sac+HQS obtuvo también 3 estados al día 2, y a los mismos % que el tratamiento anterior, sin embargo, en este día se observó el estado 3 al 20%; los resultados fueron iguales al tercer día, pero al cuarto día el 80% se observó en estado 4 y solo el 20% en estado 5 (Figura 27 f).

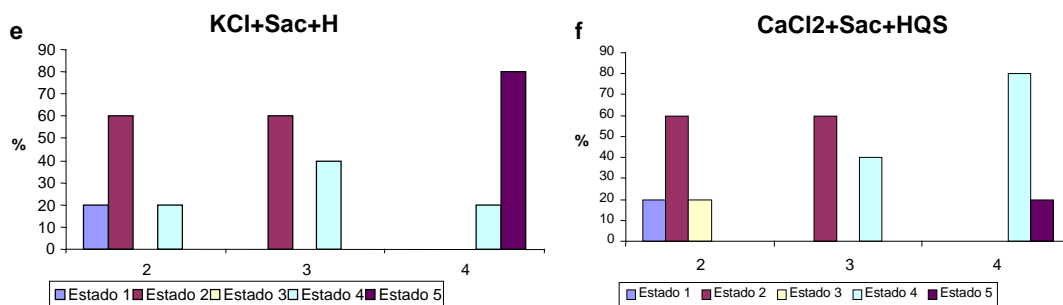


Figura 29: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Primera etapa (e=KCl+Sac+HQS, f=CaCl₂+Sac+HQS).

El tratamiento de sacarosa al día 2 registró el 20% de las flores en estado 1, el 60% en el 2 y el 20 restante en el estado 4; en el día 3, el porcentaje del estado 2 se mantuvo y se incrementó el estado 4 a 40%; al cuarto día todas las flores estuvieron marchitas (Figura 27 g). El tratamiento de Sac+HQS, al día 2, el 60% de flores estuvieron en estado 2 y el 40 en estado 3; un día después el estado 2 se redujo a 40%, el estado 3 a 20% mientras que el estado 4 apareció con el 40% no teniendo modificación este estado para el siguiente día, presentando el 60% de flores en estado 5 (Figura 27 h). Debido al mayor porcentaje de menos flores marchitas al día 4 el tratamiento de CaCl_2 +Sac+HQS presentó la mayor longevidad en esta etapa.

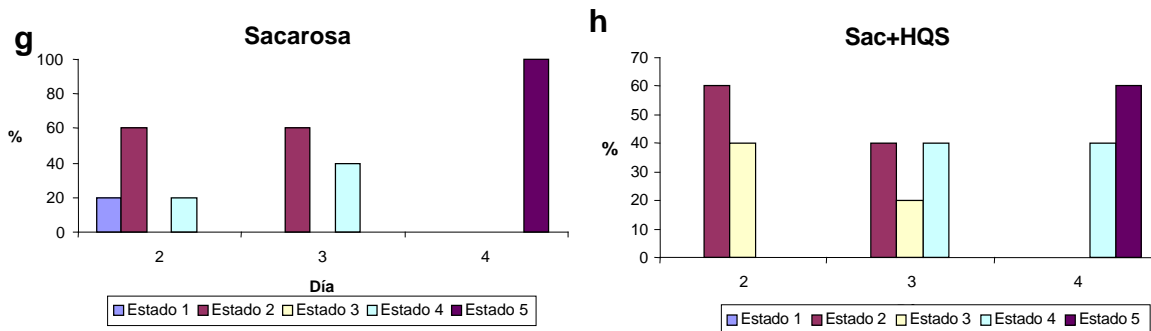


Figura 27: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Primera etapa (g= sacarosa, h=sacarosa+HQS).

En la segunda etapa, el tratamiento de CaCl_2 pH 3.5, al día 1 el estado 2 solo se presentó en el 20% de flores; el estado 2, presentó el 80% restante disminuyendo el % a 60 al día 2 y 3, reduciéndose al 40% en el día 4; el estado 3, se presentó al día 2 con el 40% manteniendo este valor hasta el día 4 incrementándose a 80% en el día 5 y se redujo a 60% en el día 6; el estado 4, solo se presentó en el día 4 y 5 con 20% y con 40% en el día 6, el estado 5, no apareció en este tratamiento (Figura 28 a). El tratamiento de CaCl_2 a pH 5.5, la cantidad de flores en estado 1 fue del 20%, y para en estado 2 el 80% al día 1, el estado 2, se incrementó al 100% en el día 2 y se redujo a 40 y a 20% en los días 3 y 4; el estado 3, se registró los días 3 y 4 solo con el 20%; el estado 4 se observó a partir del día 3 con el 40% incrementándose a 60% el día 4, a 80% los días 5 y 6, el estado 5, se observó los días 5 y 6 con 20% en ambos días (Figura 28 b).

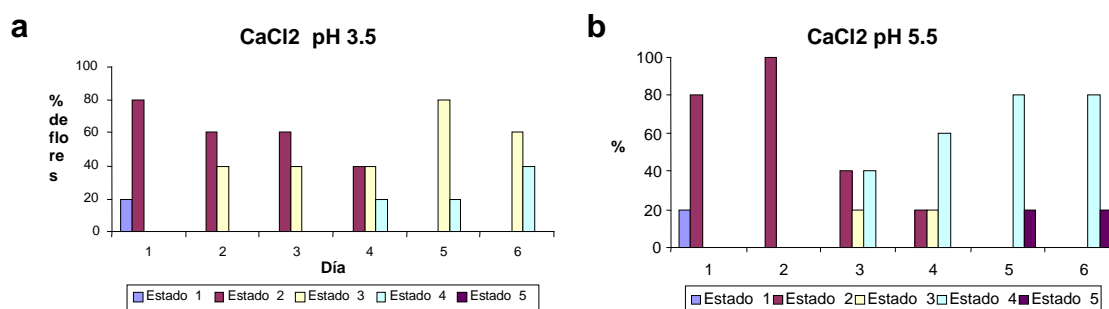


Figura 28: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Segunda etapa (a= CaCl_2 pH 3.5, b= CaCl_2 pH 5.5).

En CaCl_2 +Sac a 3.5, el 100% de rosas en el día 1 se encontraron en estado 2, reduciéndose al 40% al día 2; el estado 3, se observó a partir del día 2 hasta el 6 manteniendo el 20%; el estado 4, se observó a partir del día 2 con el 40% manteniendo el porcentaje al día 3 y se incrementó en el día 4 al 60%, se redujo a 20% los días 6 y 7; el estado 5 a pareció desde el día 3 con el 20 % se mantuvo el día 4 y se incrementó a 60% los días 5 y 6 (Figura 28 c). CaCl_2 +Sac pH 5.5 tuvo el 40% en el día 1; el estado 2, se mantuvo los días 1 y 2 a 60% reduciéndose a 40% el día 3; el estado 3, no se observó en este tratamiento; el estado 4 se observó a partir del día 2 con el 40% aumentándose a 60% los días 3 y 4, presentando 20% de flores los días 5 y 6; el estado 5 apareció el cuarto día con 40% incrementándose a 80 los días 5 y 6 (Figura 28 d).

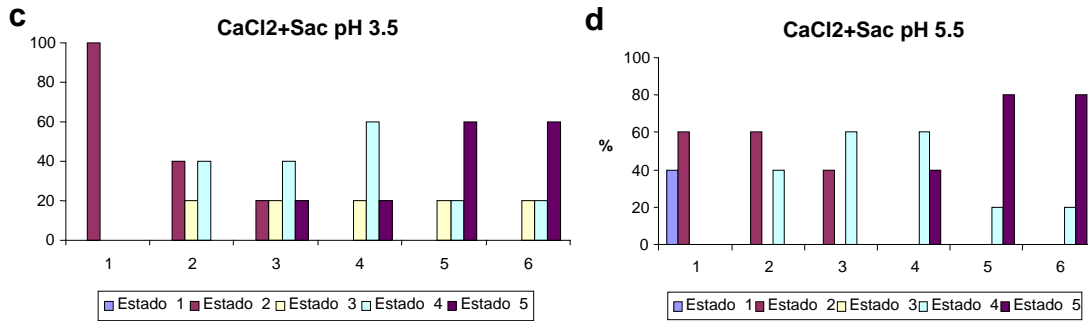


Figura 28:

Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Segunda etapa (c=CaCl₂+sacarosa pH 3.5, CaCl₂+Sacarosa pH 5.5).

En CaCl₂+Sac+HQS 3.5, el estado 1 se presentó con el 20% en el día 1; el estado 2 se observó con 80% del primer al tercer día; el estado 3 se registró del día 2 al 4 con el 20%; el estado 4, se registró al día 3 con el 20% se incrementó al 80% al día 4 y se redujo a 40% el quinto día; el estado 5, tuvo el 60% el día 5 y el 100% el sexto día (Figura 28 e). El estado 1, en CaCl₂+Sac+HQS pH 5.5 presentó el 40% al día 1, reduciéndose a 20% al día 2; el estado 2, se observó del día 1 al 3 con el 60% los tres días; el estado 3, se observó del día 2 al 4 con el 20% incrementándose a 40% los días 5 y 6; el estado 4, se mostró en el día 3, con 20% aumentándose a 80% el día 4 y se redujo a 40% los días 5 y 6; el estado 5, se presentó en los días 5 y 6 con el 20% (Figura 28 f).

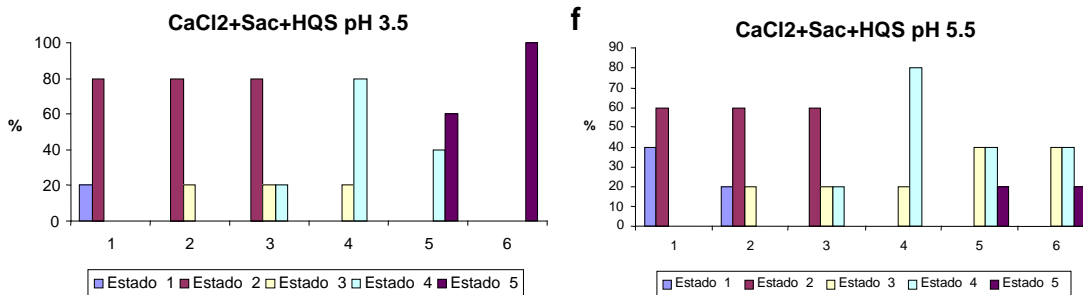


Figura 28: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Segunda etapa (e=CaCl₂+Sac+HQS pH 3.5, f=CaCl₂+Sac+HQS pH 5.5).

El tratamiento de agua a 3.5 de pH, mostró el 20% de flores en estado 1 en el primer día y el 60% de flores se encontraron en el estado 2, incrementándose este % a 80 los días 2 y 3, se redujo a 40 y a 20% los días 4 y 5 respectivamente; el estado 3, apareció a partir del día 1 al 5 con un % constante de 20%; el estado 4, se registró del día 4 con el 20% el día 5 aumentó a 60% y el 6 al 100%, el estado 5, no se observó (Figura 28 g). El tratamiento de agua a pH 5.5 registró el 100% de rosas en estado 2 en el día 1 decreciéndose a 80% el día 2 y a 20% los días 3 y 4; el estado 3 solo apareció con el 20% el día 2; el estado 4 se observó a partir 2 con el 20% incrementándose a 40% el día 3 y a 80% del día 4 al 6; el estado 5, se observó los días 5 y 6 con el 20% ambos días (Figura 28 h). Como puede observarse la mayor longevidad se dio en el tratamiento de CaCl₂ pH 3.5 y CaCl₂+Sac+HQS 5.5.

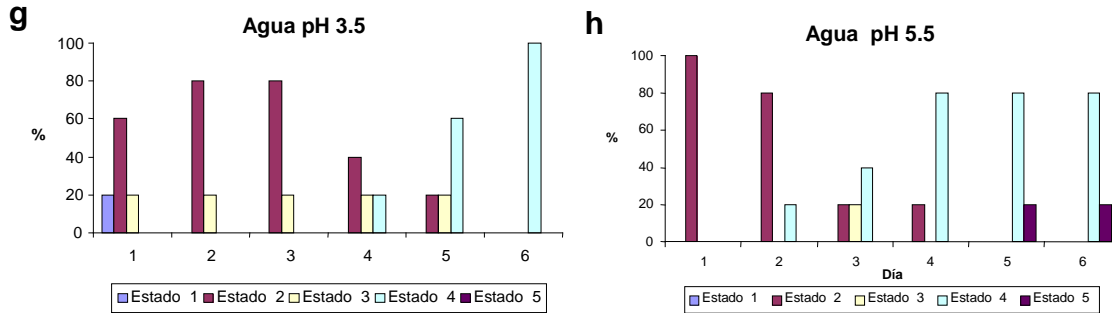


Figura 28: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Primera etapa (g= agua pH 3.5, h= agua pH 5.5).

En la tercera etapa el tratamiento de CaCl_2 pH 5.5, presentó el 20% de flores en estado 1 el día 1; mostrando el mismo % en el día 2; el estado 2, se observó con el 80% los días 1 y 2 reduciéndose al 60% al tercer día; el estado 3, apareció el cuarto día con el 40%; el estado 4, se observó el día 3 con el 40% y se incrementó a 60% el día 4 (Figura 29 a). CaCl_2 +Sac mostró el 20% de flores en estado 1 y el 80% en estado 2 el día 1, el % del estado 2, se aumento al máximo el día 2 y se redujo a 60% el día 3; el estado 3, no a pareció en este tratamiento; el estado 4, se observó el día 3 con el 40% aumentándose a 80% el día 4; el estado 5, se registró solo el día 4 con el 20% (Figura 29 b).

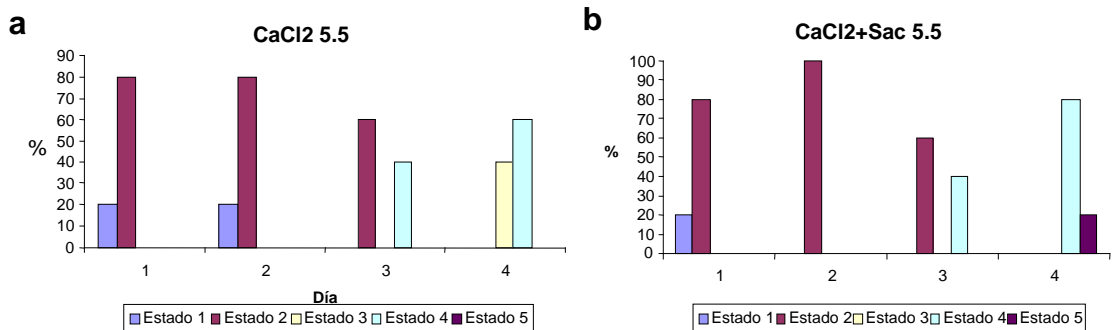


Figura 29: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Tercera etapa (CaCl_2 pH 5.5, CaCl_2 +Sacarosa pH 5.5).

El tratamiento de CaCl_2 +Sac+HQS al día 1 presentó 20% de flores en estado 1; el estado 2, se presentó con el 80% los días 1 y 2 y se redujo a 20% el día 3; el estado 3, se observó a partir del día 2 con 20% incrementándose a 80% el día 3 y al 100% el día 3; los estados 4 y 5 no se observaron (Figura 29 c). En contraste el tratamiento de solo sacarosa mostró los mismos porcentajes de estados al día 1, sin embargo el estado 3 no se observó; el estado 4, se registró con el 40% el día 2 incrementándose al 100% el día 3 y reduciéndose a 80% el día 4, el estado 5, presentó el 20% de flores marchitas al día 4. En esta etapa como se puede observar el mejor tratamiento resultó el de CaCl_2 +Sac+HQS a pH 5.5 (Figura 29 d).

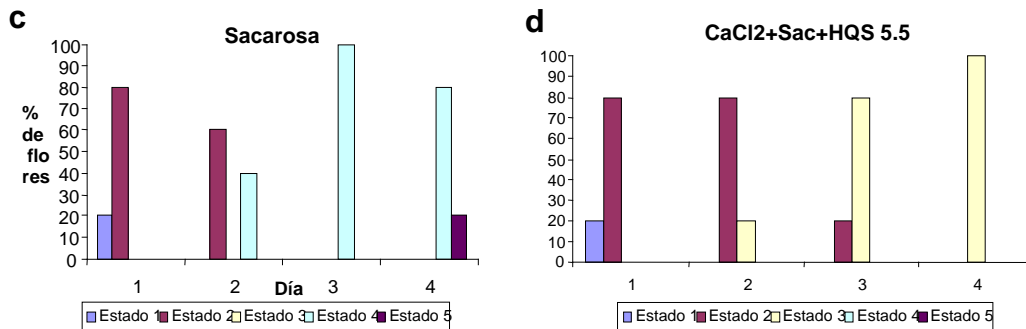


Figura 29: Porcentaje de estados florales de rosa cv Grand Gala. Tercera etapa (c= sacarosa, d=CaCl₂+sacarosa+HQS).

En general la mayor longevidad se presentó en el tratamiento de CaCl₂+Sac+HQS pH 5.5 con una duración aproximada de 7 días mientras que los tratamientos de Sacarosa 4% tuvieron una longevidad reducida de 3-4 días promedio presentando características de curvatura de gancho también conocida como cabeceo, deshidratación prematura de las hojas y pétalos, botones no abiertos y coloración oscura en los bordes de los pétalos (Figura 30).



Figura 30: Flores al 5° día del inicio del experimento de los tratamientos CaCl₂+Sac+HQS pH 5.5 (izquierda) y Sacarosa 4.5% (derecha) de la tercera etapa.

En el tratamiento de CaCl₂+Sac+HQS y pH 5.5, se presentaron las mejores características ornamentales de rosa cv. Grand Gala como apertura floral, el cual no se observó en tratamientos de sacarosa, KCl+Sac y CaCl₂+Sac; el doblamiento del cuello del tallo no se presentó en este tratamiento en contraste en los tratamientos de sacarosa apareció en los primeros 3 días de vida en florero, este signo es frecuentemente el término de la vida útil de florero de rosa; en este tratamiento se presentó el mayor porcentaje de flores turgentes (al tacto) en el 5° día de la etapa tres y los porcentajes más altos de flores marchitas se registraron en el tratamiento de sacarosa (Figura 31).

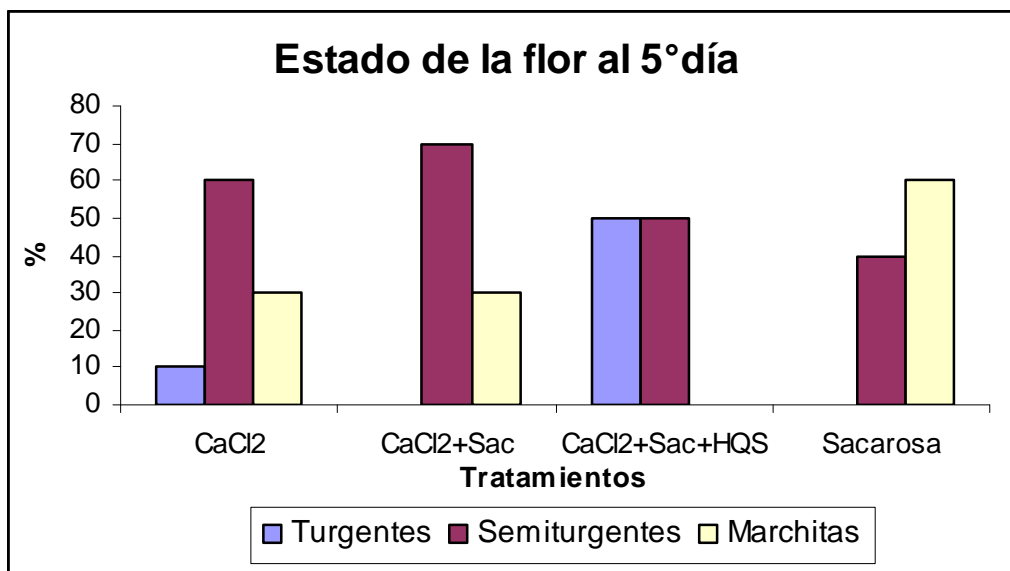


Figura 31: Estados de la flor al 5° día en los tratamientos de la tercera etapa.

Los resultados obtenidos son consistentes con la literatura dado que la duración reportada para este cultivar es de aproximadamente 7 días (6.7 días) (Ichimura *et al.*, 2001) el cual también fue tratado con sacarosa y HQS, mostrando que este tratamiento induce la apertura floral de varios cultivares de rosa tales como “Bridal Pink” y “Black Tea” resultados que no se observaron en tratamientos con solo sacarosa.

El principales problema de la perdida de la calidad ornamental de varios cultivares de rosa es el doblamiento de tallo justamente debajo de la flor el cual se ha sugerido se debe a la obstrucción vascular (Mayak., *et al* 1974). Como ya se observó en los resultados, el tratamiento con HQS parece ser un buen inhibidor de esta característica por sus propiedades de bactericida como ya había sido reportado por De Witte y van Doorn en 1988 por lo que se puede asumir que la obstrucción por bacterias sí determina la calidad ornamental de rosa cv Grand Gala.

En la etapa 2 la mayor longevidad y la mejor calidad ornamental se presentaron en el tratamiento de CaCl₂ pH 3.5, trabajos anteriores reportan que la adición de cloruro de calcio a la solución de florero incrementa la vida de florero (Torre *et al.*, 1999), ya que el calcio promueve la apertura de la flor, aumenta el peso fresco y retarda la perdida de este; retarda el decremento de las proteínas y fosfolípidos en las membranas de los pétalos y suprime la producción del etileno. Además de que el calcio promueve la conducción de agua en los tallos de rosa.

Varios autores han reportado que el principal factor para mantener por más tiempo las flores en postcosecha es una buena hidratación, lo cual esta asociada a una tasa alta de consumo de agua y una baja tasa en la pérdida de ésta misma por transpiración, en este trabajo se observó que el consumo hídrico no es determinante para la longevidad de la flor, sin embargo el retraso en la pérdida de peso, si se asoció con una mayor longevidad de las rosas de este cultivar evaluado.

La inconsistencia de la duración de rosa en las diferentes etapas evaluadas en este trabajo, talvez se deba en gran medida a las condiciones ambientales en la precosecha como la luz, temperatura, humedad relativa, cantidad de bióxido de carbono y la cantidad de nutrientes aportado a la planta; condiciones en la cosecha como horario de cosecha, estación del año, estado de hidratación de la planta, cantidad de carbohidratos; manejo y el cuidado que reciban las flores en el periodo de traslado del cosechador al consumidor final, teniendo gran influencia estos factores en la fluctuación de la vida postcosecha y la calidad ornamental de la flor.

En general, la mayor longevidad estuvo asociada a valores altos en las variables hídricas (consumo, transpiración, CHR y flujo hídrico) y valores bajos en el crecimiento bacteriano y taponamiento vascular; presentándose en los tratamientos con CaCl_2 +Sac+HQS. Por lo que se corrobora que la senescencia en flores de corte está asociada al balance hídrico y al suministro de nutrientes (Paulin, 1992).

8. CONCLUSIONES

- Los tratamientos que incluyeron CaCl_2 tendieron a incrementar más el consumo hídrico y mejoraron la calidad ornamental de la flor.
- Se observó una tendencia general que a pH 5.5 la turgencia foliar medida con valores de CHR fue mayor al final de la experimentación y a pH 3.5 se presentaron los porcentajes de flores en mejor estado ornamental; sin embargo estos resultados no fueron consistentes en todos los casos, el cual se atribuyó que el efecto se debe a la interacción con los demás factores evaluados.
- El HQS se asoció a altas tasas de hidratación, incremento en el peso fresco, mayor porcentaje de apertura floral, retardo de la senescencia e inhibición del crecimiento bacteriano y la obstrucción vascular.
- Los tratamientos con sacarosa mostraron una reducción en el consumo hídrico afectando la turgencia, el peso fresco y la transpiración de la flor desde los primeros días en florero además de inducir el cabeceo de las flores, un incremento en la cantidad de UFC y la obstrucción vascular causadas por las mismas.
- El crecimiento bacteriano en tallos de rosa se incrementó en tratamientos con CaCl_2 + sacarosa a un pH 5.5 que se asoció a una mayor obstrucción vascular y a una reducción en la vida postcosecha.
- **A partir de lo anterior se determinó que el mejor tratamiento respecto al retardo de la senescencia de *Rosa hybrida* cv Grand Gala fue CaCl_2 +Sac+HQS pH 5.5 por las razones siguientes:**

- Presentó una longevidad de 6 a 7 días.
- Registró valores altos en el consumo hídrico hasta el último día de evaluación.
- Observó retraso en la pérdida de peso fresco y turgencia en pétalos y hojas.
- Obtuvo un mayor porcentaje de apertura floral.
- Por medio de una mayor reducción de UFC previno la obstrucción vascular.

Se estableció, con base en los resultados obtenidos y la literatura consultada, que los factores críticos para la conservación de la vida postcosecha de *Rosa* cv. Grand Gala fueron: el ión calcio, la fuente de carbono y el HQS.

9. LITERATURA CONSULTADA

Aarts, J.F.T. 1957. Over de houdbaarheid van snijbloemen (On the keepability of cut flowers). Meded. Landbouwhoges. Wageningen, 57: 1-62.

Alanis M. M. 2004. Efecto bactericida del 8-HQS sobre la longevidad y las respuestas morfofisiológicas en flor cortada de *Gerbera jamesonii* Bolus. Tesis de licenciatura en biología. FES Iztacala. UNAM.

Alcala B. R. M. 1994. Evaluación de algunas técnicas de manejo postcosecha para rosa (*Rosa sp*) Var. Vega. Chapingo Edo. México.

Al-Humaid A. 2005. Effect of glucose and bociques on vase life and quality of cut gladiolus spikes. ISHS Acta Horticulturae 682.

Armitage A. M. 1993. Cut flowers. Oregon, EUA. Versity Press/ Timber Press Inc. pág. 372.

Beevers L. 1976. Senescence. Plant biochemistry. Ed. J. Bonner and J. E. Varner. Acadmic Press. U.S.A.

Boer A.H. y Volkov V. 2003. Logistics water and salt transport through the plant: structure and functioning of the xylem. *Plant Cell and Environment*. 26, 87-101.

Cano M. R. y Viramontes A. G. 1994. Efecto de la 8-hidroxiquinoleína citrato y sacarosa en la conservación refrigerada de la flor cortada de gladiola. Tesis. Chapingo Edo. México.

Caspita, N.C. y Gibeaut D. M .1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants: Consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during the growth. *Plant J*, 1-30.

Chandran S., Zuliana R., Yip Y.K., Nair H y Boyce A.N. 2006. Effects of sugars and aninoxyacetic acid on the longevity of pollinated *Dendrobium* (Heang Beauty) flowers. *Journal of Applied Horticulture*. 8(2):117-120.

Capdeville G., Maffia L., Finger F. y Batista U. 2003. Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. Brasília. *Fitopatol. bras.* vol.28 (4):380-385.

Comisión intersecretarial para el Control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas (CICOPLAFEST). Catalogo Oficial de Plaguicidas. 1996.

Costerton J.W., Philip S.S., Greenberg E. P. 1999. *Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections*. Science, 284.

De Witte Y. y van Doorn W.G. 1988. Identification of Bacteria in the Vase Water of Roses, and the Effect of the Isolated Strains on Water Uptake. *Scientia Hortic.* 35:285-291.

Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 2006. 14 °Edición. Thomson.

Dixon M.A., Butt J.A., Murr D.P. y Tsujita. 1988. Water relations of cut greenhouse roses: The relationships between stem water potencial, hydraulic conductance and cavitation. *Scientia Hortic.* 36:109-118.

Dixon M.A. y Peterson C.A. 1989. A re-examination of stem blockage in cut roses. *Scientia Hortic.* 38:277-288.

Durkin, D.J., 1979. Effect of millipore filtration, citric acid, and sucrose on peduncle water potential of cut rose flower. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 104: 860-863.

Elias A. J. B. 2002. Efecto de tres preservadores de la longevidad sobre la fisiología y flujo hídrico en flor cortada de rosa sp cv Royalty. Tesis Bióloga. FES Iztacala UNAM.

Handerburg, R.F. 1980. The commercial Storage of fruits vegetables and florist nursery Dtocks. Handbook Agriculture, EUA. Vol. 5. 66p.

He S., Joyce D. C. y Faragher J. D. 2006. Stem end blockage in cut *Grevillea* "Crimson Yul-lo" inflorescences. *Postharvest Biology and Technology.* 41:78-84.

Hernández A. M, Zirino A., Marinone S.G., Canino H. R., Galindo-Bect S. 2003. Relación pH-Densidad en el agua de mar. *Ciencias Marinas.* 29(4): 497-508

Ichimura K., Kawabata Y Kishimoto M., Goto R., Yamada K. 2002. Variation with the cultivar in the vase life of cut rose flowers. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* 2 : 9-20.

Ichimura K., Taguchi M. y Norikoshi. 2006. Extension of the Vase Life in Cut Roses by Treatment with Glucose, Isothiazolinonic Germicide, Citric Acid and Aluminum Sulphate Solution. *JARQ.* 40(3): 263-269.

In B., Motomura S., Inamoto K., Doi M. y Mori G. 2007. Analysis of relations between preharvest enviromental factors, postharvest morphological and physiological factors, and vase life of cut "Asami Red" roses. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 71:1, 66-72.

Kuiper D., Ribot S.A., van Reenen y Marissen N. 1995. The effect of sucrose on the flower bud opening of Madelon cut roses. *Sci.*, 60:325-336.

Liao L., Lin Y., Huang K. L., Chen W.S y Cheng Y.M. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Botanical Bulletin of Academia Sinica.* 41: 299-303.

Lucero V. B. 1987. Cultivo de rosa (*Rosa spp*), en México para flor cortada (Revisión Bibliográfica). Tesis profesional, Ingeniero Agrícola. UNAM. Cuautitlán Izcalli Edo. de México.

Nell T. A. y Reid M. 2002. Poscosecha de las flores y plantas. Estrategias para el siglo 21. Ediciones HortiTecnia. Bogota Colombia. pp 41-43.

NMX-FF-069-SCFI-2002. Productos hortícolas- Flores cortadas en estado fresco-Rosa (*Rosa spp.*) – Especificaciones y método de prueba.

Marousky, F.J., 1969. Vascular blockage, water absorption, stomatal opening, and respiration of cut 'Better Times' roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 94: 223-226.

McElrone A. J., Sherald J. L. and Forseth I. N. 2003. Interactive effects of water stress and xylem-limited bacterial infection on the water relations of a host vine. *J. Exp. Bot.*, 419-428.

McManus P.S., Stockwell V.O., Sundin G. W. y Jones A. L. 2002. Antibiotic use in plant agriculture. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40: 443-465.

Mortazavi N., Naderi R., Khalighi A. Balabar M. y Allizadeh H. 2007. The effect of cytokin y calcium on cut flowers quality in rose (*Rosa hybrida L.*) cv. Iliona. *Journal of food Agriculture & Enviroment.* 5:311-313.

Paulin A. 1997. La poscosecha de las flores cortadas, bases fisiológicas. 2da. Edición. Francia. Ediciones HortiTecnia Ltda. pp. 74.

Persico M. M. 2003. Almacenamiento a 2º C, exposición a etilenoy uso de benziladenina mas giberelina₄₊₇ durante la poscosecha de *Lilium sp.* cvs. Stargazer y White stargazer. Tesis de Maestría en Ciencias Vegetales. Chile

Put H.M.C. y Jansen L. 1988. The Effects on the Vase Life of Cut *Rosa* Cultivar 'Sonia' of Bacteria Added to the Vase Water. *Scientia Horticulturae.* 39:167-179.

Put, H.M.C. y Rombouts, F.M., 1989. The influence of purified microbial pectic enzymes on the xylem anatomy, water uptake and vase life of *Rosa* cultivar 'Sonia'. *Scientia Hortic.*, 38:147-160.

Rattanawisalanon, C. S. Ketsa y W.G. van Doorn. 2003. Effect of aminoxyacetic acid and sugars on the vase life on *Dendrobium* flowers. *Postharvest Biology and Technology.* 29:93-100.

Reddy. T. V. 1988. Modo of action of cobalt extending the vase life of cut roses. *Scientia Horticulturae.* 36:303-313.

Robinson S., Dixon M.A., Zheng Y. 2007. Vascular blockage in cut roses in a suspension of *Pseudomonas fluorescens*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 82:5, 808-814.

Taiz y Zeiger. 1998. *Plant Physiology*. 2a. Edición. U.S.A. Associates Inc; Publishers. pp. 81.

Van Doorn W.G., Schurer, K. y Witte, Y. 1989. Role endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. *J. Plant Physiology*, 134: 375-381.

Van Doorn W.G. 1997. Water Relations of Cut Flowers. *Horticultural Reviews*. 18:13, 27 29-30.

Van Ieperen W., van Meeteren U. y van Gelder H. 2000. Fluid ionic composition influences hydraulic conductance of xylem conduits. *Journal of Experimental Botany*. 51: 769-776.

Van Ieperen W. y van Gelder A. 2006. Ion-mediated flow changes suppressed by minimal calcium presence in xylem sap in *Chrysanthemum* and *Prunus laurocerasus*. *Journal and Experimental Botany*. 57 :2743-2750.

Van Meeteren U. 1992. Role of air embolism and low water temperature in water balance of cut chrysanthemum flowers. *Scientia Horticulturae*. 51, 275–284.

Van Meeteren U., Arévalo G. L. y van Doorn W. G. 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.

Welter A. B., Romero J. M., Grumelli Y.A., Sánchez J.A. y Ascar., G. I. 2004. La biopelícula en los procesos RBC. Universidad Católica de Córdoba. 1-17.

Williamson V. G., Faragher J., Parsons S. y Franz Peter. 2002. Inhibiting postharvest wounding response in wildflowers. Rural Industries Research and Development corporation. 1-82.

Woltering E. J. y Van Doorn W. G. 1988. Role of ethylene in senescence of petals-morphological and taxonomical relationships. *J. Exp. Bot.* 208: 1605-1616.

Zagory, D. y Reid, M.S., 1986. Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 111: 154-158.

Páginas de Internet consultadas.

www.guiaverdemexico.com

www.inegi.gob.mx

www.infoagro.com

www.morelos.edomorelos.gob.mx

www.teorema.com

[http://www.fao.org.2001.](http://www.fao.org.2001)

<http://www.meilland.com/xmain/indexesp.html>

DIA 3

Tratamientos	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	18.40000	9.200000	11.00000	17.80000	16.20000	5.200000	11.20000	17.00000
CaCl2 3.5		0.001605511	0.016635835	0.999987304	0.952634513	0.000140548	0.02137202	0.996489525
CaCl2+Sac 3.5	0.001605511		0.984134555	0.003502071	0.027323306	0.499913156	0.971446693	0.00998354
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.016635835	0.984134555		0.034810901	0.194804847	0.107442141	1	0.086806178
Agua 3.5	0.999987304	0.003502071	0.034810901		0.992054164	0.000145376	0.044108331	0.999910772
CaCl2 5.5	0.952634513	0.027323306	0.194804847	0.992054164		0.000238359	0.233629942	0.999910772
CaCl2+Sac 5.5	0.000140548	0.499913156	0.107442141	0.000145376	0.000238359		0.086806178	0.000166237
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.02137202	0.971446693	1	0.044108331	0.233629942	0.086806178		0.107442141
Agua 5.5	0.996489525	0.00998354	0.086806178	0.999910772	0.999910772	0.000166237	0.107442141	

Tabla 5: Valores obtenidos en la Prueba de Tukey de consumo hídrico en el día 3 de la segunda etapa.

Día 4								
Tratamientos	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	17.00	7.00	8.00	12.40	12.20	4.00	8.40	12.00
CaCl2 3.5		0.00035	0.00116	0.27048	0.22521	0.00013	0.00199	0.18568
CaCl2+Sac 3.5	0.00035		0.99945	0.12282	0.15167	0.76253	0.99522	0.18568
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.00116	0.99945		0.32134	0.37752	0.43840	0.99999	0.43840
Agua 3.5	0.27048	0.12282	0.32134		1	0.00261	0.43840	0.99999
CaCl2 5.5	0.22521	0.15167	0.37752	1		0.00344	0.50274	1
CaCl2+Sac 5.5	0.00013	0.76253	0.43840	0.00261	0.00344		0.32134	0.00454
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.00199	0.99522	0.99999	0.43840	0.50274	0.32134		0.56917
Agua 5.5	0.18568	0.18568	0.43840	0.99999	1	0.00454	0.5691	

Tabla 6: Valores obtenidos en la Prueba de Tukey de consumo hídrico en el día 4 de la segunda etapa.

Día 5								
Tratamientos	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	16.60	8.80	8.60	12.20	15.80	2.400	6.800	12.40
CaCl2 3.5		0.0015	0.0011	0.1948	0.9997	0.0001	0.0001	0.2413
CaCl2+Sac 3.5	0.0015		1	0.4943	0.0053	0.0135	0.9320	0.4226
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.0011	1		0.4226	0.0039	0.0182	0.9602	0.3556
Agua 3.5	0.1948	0.4943	0.4226		0.4226	0.0001	0.0567	1
CaCl2 5.5	0.9997	0.00531	0.0039	0.4226		0.0001	0.0003	0.4943
CaCl2+Sac 5.5	0.0001	0.0135	0.0182	0.0001	0.0001		0.1948	0.0001
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.0001	0.9320	0.9602	0.0567	0.0003	0.1948		0.0431
Agua 5.5	0.2413	0.4226	0.3556	1	0.4943	0.0001	0.0431	

Tabla 7: Valores obtenidos en la Prueba Tukey en el consumo hídrico en el día 5 en la segunda etapa.

Día 6								
Tratamientos	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	6.20	3.20	3.20	5.20	6.200	2.60	6.400	
CaCl2 3.5		0.1378	0.1378	0.9813	1	0.0406	0.9999	
CaCl2+Sac 3.5	0.1378		1	0.5933	0.1378	0.9992	0.0938	
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.1378	1		0.5933	0.1378	0.9992	0.0938	
Agua 3.5	0.9813	0.5933	0.5933		0.9813	0.2738	0.9500	
CaCl2 5.5	1	0.1378	0.1378	0.9813		0.0406	0.9999	
CaCl2+Sac 5.5	0.0406	0.9992	0.9992	0.2738	0.0406		0.0260	
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.9999	0.0938	0.0938	0.9500	0.9999	0.0260		
Agua 5.5	0.9992	0.3678	0.3678	0.9999	0.9992	0.1378	0.9949	

Tabla 8: Valores obtenidos en la Prueba Tukey en el consumo hídrico en el día 6 en la segunda etapa de los tratamientos que tuvieron significancia.

Día	2				3			
	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	12.60	11.60	13.20	9.00	11.00	8.600	13.80	7.00
CaCl2		0.7597	0.9333	0.0129		0.4333	0.3059	0.0845
CaCl2+Sac	0.7597		0.4187	0.0877	0.4333		0.0189	0.7332
CaCl2+Sac+HQS	0.9333	0.4187		0.0039	0.3059	0.0189		0.0024
Sacarosa	0.0129	0.0877	0.0039		0.0845	0.7332	0.0024	

Tabla 9: Valores obtenidos en la Prueba de Tukey en el consumo hídrico en los días 2 y 3 en los tratamientos de la tercera etapa.

Día 4				
Tratamientos	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	7.20	7.40	10.60	4.80
CaCl2		0.9987	0.0864082	0.30294263
CaCl2+Sac	0.9987		0.11345768	0.24160683
CaCl2+Sac+HQS	0.0864	0.1134		0.00246626
Sacarosa	0.3029	0.2416	0.00246626	

Tabla 10: Valores obtenidos en la Prueba de Tukey en el consumo hídrico en el día 4 en los tratamientos de la tercera etapa

Tratamientos	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	49.87	42.21	48.56	47.43	48.61	26.51	51.69	57.16
CaCl2 3.5		0.2264	0.9997	0.9886	0.9998	0.0001	0.9981	0.2755
CaCl2+Sac 3.5	0.2264		0.4256	0.6476	0.4177	0.0015	0.0795	0.0023
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.9997	0.4256		0.9999	1	0.0001	0.9567	0.1349
Agua 3.5	0.9886	0.6476	0.9999		0.9998	0.0002	0.8249	0.0682
CaCl2 5.5	0.9998	0.4177	1	0.9998		0.0001	0.9597	0.1383
CaCl2+Sac 5.5	0.0001	0.0015	0.0001	0.0002	0.0001		0.0001	0.0001
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.9981	0.0795	0.9567	0.8249	0.9597	0.0001		0.5976
Agua 5.5	0.2755	0.0023	0.1349	0.0682	0.1383	0.0001	0.5976	

Tabla 11: Valores obtenidos en la Prueba de Tukey del CRA en los tratamientos de la segunda etapa medidos en hoja el día 3.

Tratamientos	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	52.93	35.08	39.52	54.03	52.15	45.02	45.26	58.42
CaCl2 3.5		0.0016	0.0194	0.9999	0.9999	0.3336	0.3673	0.7340
CaCl2+Sac 3.5	0.0016		0.8830	0.0009	0.0025	0.1302	0.1153	0.0002
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.0194	0.8830		0.0104	0.0303	0.7309	0.6910	0.0009
Agua 3.5	0.9999	0.0009	0.0104		0.9990	0.2049	0.2289	0.8883
CaCl2 5.5	0.9999	0.0025	0.0303	0.9990		0.4518	0.4914	0.5995
CaCl2+Sac 5.5	0.3336	0.1302	0.7309	0.2049	0.4518		1	0.0196
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.3673	0.1153	0.6910	0.2289	0.4914	1		0.0225
Agua 5.5	0.7340	0.0002	0.0009	0.8883	0.5995	0.0196	0.0225	

Tabla 12: Valores obtenidos en la Prueba de Tukey en el CRA en la segunda etapa medidos al día 6 en pétalo.

Tratamientos	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	66.78	29.81	51.84	66.14	63.94	30.20	74.04	76.86
CaCl2 3.5		0.0008	0.3621	1	0.9998	0.0009	0.9463	0.7789
CaCl2+Sac 3.5	0.0008		0.0609	0.0010	0.0018	1	0.0002	0.0002
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.3621	0.0609		0.4118	0.6032	0.0679	0.0582	0.0258
Agua 3.5	1	0.0010	0.4118		0.9999	0.0011	0.9196	0.7259
CaCl2 5.5	0.9998	0.0018	0.6032	0.9999		0.0020	0.7774	0.5297
CaCl2+Sac 5.5	0.0009	1	0.0679	0.0011	0.0020		0.0002	0.0002
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.9463	0.0002	0.0582	0.9196	0.7774	0.0002		0.9998
Agua 5.5	0.7789	0.0002	0.0258	0.7259	0.5297	0.0002	0.9998	

Tabla 13: Valores obtenidos en la Prueba de Tukey en el CRA en la segunda etapa medidos al día 6 en hoja.

Tratamientos	CaCl ₂	CaCl ₂ +Sac	CaCl ₂ +Sac+HQS	Sacarosa
	77.34	52.42	80.07	44.93
CaCl ₂			0.0248	0.9845
CaCl ₂ +Sac	0.0248			0.0123
CaCl ₂ +Sac+HQS	0.9845	0.0123		0.0018
Sacarosa	0.0035	0.7687	0.0018	

Tabla 14: Valores obtenidos en la Prueba Tukey de CRA medido en pétalo el día 4 en la tercera etapa.

Tratamientos	KCl	KCl+Sac	KCl+Sac+HQS	CaCl ₂	CaCl ₂ +Sac	CaCl ₂ +Sac+HQS	Sacarosa	Sac+HQS
Promedio	0.208	0.149	0.175	0.219	0.176	0.179	0.187	0.178
KCl		0.0118	0.4152	0.9957	0.4571	0.5394	0.6517	0.5339
KCl+Sac	0.0118		0.6920	0.0017	0.6484	0.5645	0.4539	0.5700
KCl+Sac+HQS	0.4152	0.6920		0.1164	1	0.9999	0.9999	0.9999
CaCl ₂	0.9957	0.0017	0.1164		0.1344	0.1742	0.2411	0.1714
CaCl ₂ +Sac	0.4571	0.6484	1	0.1344		0.9999	0.9999	1
CaCl ₂ +Sac+HQS	0.5394	0.5645	0.9999	0.1742	0.9999		0.9999	1
Sacarosa	0.6517	0.4539	0.9999	0.2411	0.9999	0.9999		0.9999
Sacarosa+HQS	0.5339	0.5700	0.9999	0.1714	1	1	0.9999	

Tabla 15: Prueba de Tukey de transpiración de los tratamientos de la primera etapa.

Tratamientos	CaCl ₂ 3.5	CaCl ₂ +Sac 3.5	CaCl ₂ +Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl ₂ 5.5	CaCl ₂ +Sac 5.5	CaCl ₂ +Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
Promedio	0.251	0.182	0.209	0.287	0.305	0.130	0.189	0.278
CaCl ₂ 3.5		0.5209	0.9328	0.9691	0.7959	0.0330	0.6553	0.9949
CaCl ₂ +Sac 3.5	0.5209		0.9927	0.0904	0.0286	0.8259	0.9999	0.1585
CaCl ₂ +Sac+HQS 3.5	0.9328	0.9927		0.3843	0.1633	0.3570	0.9989	0.5500
Agua 3.5	0.9691	0.0904	0.3843		0.9996	0.0024	0.1405	0.9999
CaCl ₂ 5.5	0.7959	0.0286	0.1633	0.9996		0.0006	0.0474	0.9935
CaCl ₂ +Sac 5.5	0.0330	0.8259	0.3570	0.0024	0.0006		0.7092	0.0050
CaCl ₂ +Sac+HQS 5.5	0.6553	0.9999	0.9989	0.1405	0.0474	0.7092		0.2352
Agua 5.5	0.9949	0.1585	0.5500	0.9999	0.9935	0.0050	0.2352	

Tabla 16: Prueba de Tukey de transpiración de los tratamientos de la segunda etapa.

Tratamientos	CaCl ₂	CaCl ₂ +Sac	CaCl ₂ +Sac+HQS	Sacarosa
Promedio	0.246	0.191	0.243	0.159
CaCl ₂		0.2451	0.9992	0.0329
CaCl ₂ +Sac	0.2451		0.2967	0.6818
CaCl ₂ +Sac+HQS	0.9992	0.2967		0.0421
Sacarosa	0.0329	0.6818	0.0421	

Tabla 17: Prueba de Tukey de transpiración de los tratamientos de la segunda etapa.

	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	7.512500	2.637500	5.800000	2.650000
CaCl2		0.06751651	0.76236069	0.0683437
CaCl2+Sac	0.06751651		0.31439167	0.99999988
CaCl2+Sac+HQS	0.76236069	0.31439167		0.31747937
Sacarosa	0.0683437	0.99999988	0.31747937	

Tabla 18: Valores de la prueba de Tukey en flujo hídrico en segmentos al minuto 70 (tiempo 7) de tallo en los tratamientos de la tercera etapa en el día 1.

	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	.0500000	0.000000	.1500000	.0500000
CaCl2		0.66479075	0.15038836	1
CaCl2+Sac	0.66479075		0.02118146	0.66479075
CaCl2+Sac+HQS	0.15038836	0.02118146		0.15038836
Sacarosa	1	0.66479075	0.15038836	

Tabla 18: Valores de la prueba de Tukey en flujo hídrico en segmentos al minuto 10 (tiempo 1) de tallo en los tratamientos de la tercera etapa en el día 4.

	KCl	KCl+Sac	KCl+Sac+HQS	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa	Sac+HQS
	29.55	27.37	30.29	30.31	27.43	34.620	27.27	33.86400
KCl		0.99076	0.99999	0.9999	0.99210	0.5575	0.9880	0.73514
KCl+Sac	0.99076		0.95270	0.9511	1	0.15219	1	0.25793
KCl+Sac+HQS	0.99999	0.95270		1	0.95722	0.73162	0.9440	0.87599
CaCl2	0.99999	0.95118	1		0.95580	0.73558	0.9423	0.87874
CaCl2+Sac	0.99210	1	0.95722	0.9558		0.15861	1	0.26739
CaCl2+Sac+HQS	0.55757	0.15219	0.73162	0.7355	0.15861		0.14145	0.99999
Sacarosa	0.98803	1	0.94402	0.9423	1	0.14145		0.24193
Sacarosa+HQS	0.73514	0.25793	0.87599	0.8787	0.26739	0.9999	0.24193	

Tabla 19: Valores de la prueba de Tukey del peso fresco en los tratamientos de la primera etapa al día 6.

	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	35.75	34.51	36.53	36.77	34.23	29.05	36.80400	36.56
CaCl2 3.5		0.99915	0.99996	0.99977	0.99688	0.08150	0.99972	0.9999
CaCl2+Sac 3.5	0.99915		0.98253	0.96771	1	0.24767	0.96551	0.9811
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.99996	0.98253		1	0.96470	0.03631	1	1
Agua 3.5	0.99977	0.96771	1		0.94123	0.02800	1	1
CaCl2 5.5	0.99688	1	0.96470	0.94123		0.30542	0.93792	0.9623
CaCl2+Sac 5.5	0.08150	0.24767	0.03631	0.02800	0.30542		0.02715	0.0352
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.99972	0.96551	1	1	0.93792	0.02715		1
Agua 5.5	0.99995	0.98112	1	1	0.96234	0.03523	1	

Tabla 20: Valores de la prueba de Tukey del peso fresco en los tratamientos de la segunda etapa al día 4.

	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	34.57	31.91	32.47	34.51	32.44	26.64	34.68	33.60
CaCl2 3.5			0.9331	0.9807	1	0.9794	0.02600	1 0.9998
CaCl2+Sac 3.5	0.93312			0.9999	0.9396	0.9999	0.30534	0.9176 0.9945
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.98078	0.9999		0.9834	1	0.19869		0.9740 0.9995
Agua 3.5	1	0.9396	0.9834		0.9821	0.02757		1 0.9999
CaCl2 5.5	0.97941	0.9999	1	0.9821		0.20298		0.9723 0.9995
CaCl2+Sac 5.5	0.02600	0.3053	0.1986	0.0275	0.2029			0.0229 0.0707
CaCl2+Sac+HQS 5.5	1	0.9176	0.9740	1	0.9723	0.02291		0.9997
Agua 5.5	0.99986	0.9945	0.9995	0.9999	0.9995	0.07077		0.9997

Tabla 21: Valores de la prueba de Tukey del peso fresco en los tratamientos de la segunda etapa al día 5.

	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	33.38	30.69	32.54	33.48	31.43	25.79	34.09	32.60
CaCl2 3.5			0.9485	0.9999	1	0.9914	0.0616	0.9999 0.99998
CaCl2+Sac 3.5	0.9485			0.9937	0.9381	0.9999	0.4773	0.8457 0.9923
CaCl2+Sac+HQS 3.5	0.9999	0.9937			0.9999	0.9997	0.1307	0.9979 1
Agua 3.5	1	0.9381	0.9999		0.9885	0.0561	0.9999	0.9999
CaCl2 5.5	0.9914	0.9999	0.9997	0.9885		0.3041	0.9515	0.9996
CaCl2+Sac 5.5	0.0616	0.4773	0.1307	0.0561	0.3041		0.0309	0.1240
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.9999	0.8457	0.9979	0.9999	0.9515	0.0309		0.99839
Agua 5.5	0.9999	0.9923	1	0.9999	0.9996	0.1240	0.9983	

Tabla 21: Valores de la prueba de Tukey del peso fresco en los tratamientos de la segunda etapa al día 6.

	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	32.88	31.68	32.87	30.01
CaCl2			0.4074	0.9999 0.0076
CaCl2+Sac	0.4074			0.4172 0.1613
CaCl2+Sac+HQS	0.9999	0.4172		0.0078
Sacarosa	0.0076	0.1613	0.0078	

Tabla 22: Valores de la prueba de Tukey del peso fresco en los tratamientos de la tercera etapa al día 2.

	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	32.09	30.68	32.84	28.26
CaCl2			0.3852	0.8206 0.0021
CaCl2+Sac	0.3852			0.0963 0.0557
CaCl2+Sac+HQS	0.8206	0.0963		0.0005
Sacarosa	0.0021	0.0557	0.00052	

Tabla 23: Valores de la prueba de Tukey en los tratamientos de la tercera etapa al día 3.

	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	30.35	29.01	33.07	25.22
CaCl2			0.6911	0.15036 0.0032
CaCl2+Sac	0.6911			0.0187 0.0289
CaCl2+Sac+HQS	0.1503	0.0187		0.0002
Sacarosa	0.0032	0.0289	0.0002	

Tabla 24: Valores de la prueba de Tukey del peso fresco en los tratamientos de la tercera etapa al día 4.

	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa
	28.93	27.28	33.05	22.91
CaCl2			0.5986	0.0284
CaCl2+Sac		0.5986		0.0023
CaCl2+Sac+HQS		0.0284	0.0023	
Sacarosa		0.0016	0.0197	0.0001

Tabla 25: Valores de la prueba de Tukey del peso fresco en los tratamientos de la tercera etapa al día 5.

	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	232.00	459.66	82.66	238.66	389.33	453.33	60.33	238.33
CaCl2 3.5		0.0142	0.1911	0.9999	0.1504	0.0177	0.0959	1
CaCl2+Sac 3.5	0.0142		0.0002	0.0179	0.8962	1	0.0002	0.0177
CaCl2+Sac +HQS 3.5	0.1911	0.0002		0.1566	0.0010	0.0002	0.9998	0.1582
Agua 3.5	0.9999	0.0179	0.1566		0.1837	0.0224	0.0772	1
CaCl2 5.5	0.1504	0.8962	0.0010	0.18379		0.9327	0.0005	0.1819
CaCl2+Sac 5.5	0.0177	1	0.0002	0.02242	0.9327		0.0002	0.0221
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.0959	0.0002	0.9998	0.0772	0.0005	0.0002		0.0780
Agua 5.5	1	0.0177	0.1582	1	0.1819	0.0221	0.0780	

Tabla 26: Valores de la prueba de Tukey del crecimiento bacteriano los tratamientos de la segunda etapa.

	CaCl2 3.5	CaCl2+Sac 3.5	CaCl2+Sac+HQS 3.5	Agua 3.5	CaCl2 5.5	CaCl2+Sac 5.5	CaCl2+Sac+HQS 5.5	Agua 5.5
	22.75	6.00	14.00	30.75	20.00	2.75	19.75	36.25
CaCl2 3.5		0.0433	0.6476	0.7380	0.9991	0.00975	0.9985	0.1637
CaCl2+Sac 3.5	0.0433		0.7380	0.0010	0.1355	0.99751	0.1490	0.0001
CaCl2+Sac +HQS 3.5	0.6476	0.7380		0.04336506	0.9210	0.34929	0.9356	0.0033
Agua 3.5	0.7380	0.0010	0.04336		0.4035	0.00031	0.3759	0.9484
CaCl2 5.5	0.9991	0.1355	0.9210	0.4035		0.0347	1	0.0539
CaCl2+Sac 5.5	0.0097	0.9975	0.3492	0.0003	0.0347		0.0388	0.0001
CaCl2+Sac+HQS 5.5	0.9985	0.1490	0.9356	0.3759	1	0.0388		0.0483
Agua 5.5	0.1637	0.0001	0.0033	0.9484	0.0539	0.0001	0.0483	

Tabla 27: Valores de la prueba de Tukey de infiltración de colorante en los tratamientos de la segunda etapa.

	KCl	KCl+Sac	KCl+Sac+HQS	CaCl2	CaCl2+Sac	CaCl2+Sac+HQS	Sacarosa	Sac+HQS
	5.79	3.79	4.44	5.70	3.80	4.71	3.66	4.46
KCl		0.0001	0.0001	0.9318	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
KCl+Sac	0.0001		0.0001	0.0001	0.9999	0.0001	0.5717	0.0001
KCl+Sac+HQS	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0111	0.0001	0.9999
CaCl2	0.9318	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CaCl2+Sac	0.0001	0.9999	0.0001	0.0001		0.0001	0.4830	0.0001
CaCl2+Sac+HQS	0.0001	0.0001	0.0111	0.0001	0.0001		0.0001	0.0211
Sacarosa	0.0001	0.5717	0.0001	0.0001	0.4830	0.0001		0.0001
Sacarosa+HQS	0.0001	0.0001	0.9999	0.0001	0.0001	0.0211	0.0001	

Tabla 28: Valores de la prueba de Tukey de pH final en los tratamientos de la primera etapa.