



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA

**Efecto del Almacenamiento en Frío, Sulfato de Aluminio y Sacarosa sobre la Longevidad en Flor Cortada de *Gladiolus grandiflorus* cv "borrega"**

**TESIS.**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**B I O L O G O .**

**P R E S E N T A:**

**IGNACIO VERA RODRÍGUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M. en. C Gumerciendo H. De La Cruz Guzmán.**



**2005**



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.

**Efecto del Almacenamiento en Frío, Sulfato de Aluminio y  
Sacarosa sobre la Longevidad en Flor Cortada de  
*Gladiolus grandiflorus* cv “borrega”**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A la Universidad Nacional Autónoma de México Campus FES-I Por contribuir a mi formación profesional.

Al laboratorio de Ecofisiología Vegetal y Control de Plagas de la Unidad de Morfofisiología.

Agradezco Especialmente a mi director de tesis M. en. C Gumerindo H. de la Cruz Guzmán por su confianza brindada por que sin conocerme medio la oportunidad de trabajar con él y sobre todo por su paciencia e interés para concluir la investigación.

Al M. en. C. Alberto Arraiga Frías por sus revisiones e interés mostrado a lo largo de todo el desarrollo del trabajo.

A mis revisores M. en. C Ernesto Aguirre M. en. C Manuel Mandujano y al biol. Edith López por las revisiones, sugerencias y comentarios para un mejor trabajo.

Y a todos aquellas personas que confiaron en mi y también a los que no por que no.

## **DEDICATORIA**

*Mi gratitud para aquellas personas que siempre me brindaron y brindan su cariño y apoyo, además me dieron la vida. De todo el corazón gracias.*

*A mi padre: †*

*Ignacio Vera Cruz que no alcanzaste a ver el resultado de tu esfuerzo y ahora entiendo que todas tus llamadas de atención eran para que fuera una mejor persona en la vida TÉ EXTRAÑO.*

*A mi Madre:*

*María del Consuelo Rodríguez Pelagio por todo el sacrificio que has hecho y que haces por mí y sobretodo por soportarme TE QUIERO.*

*A mis hermanas:*

*Diana y Sandra por su apoyo incondicional que siempre me han brindado, por su confianza y cariño y por todos estos años juntos que los he disfrutado día con día, además por que me han dado lo que más quiero en lo que llevo de vida a mis sobrinos las quiero mucho gordas.*

*A mis sobrinos*

*José Manuel Montserrat(rata) Karla(lagartija) Brenda(Abejorro) Natalia(Chabelita) Juanito jairo Marijose y Estela decirles que en esta vida hay un guía para cada uno de nosotros y que al escuchar con humildad la palabra apropiada sé verán empujados hacia la verdad y hacia la sabiduría*

*A toda mi familia ¿por qué? ¡Que bonita familia!*

*Una mención para todos mis amigos que como son muchos solo mencionare algunos. A mi compadre Lalo al Cano a Miguel al Pecas a Raquel al Salchicha al Tapón por ser unos buenos comprades y porque juntos descubrimos el efecto de la cerveza. Al More, Paty y Anel por aceptarme como soy las quiero a Luisito, Cateto Claudia, Iliana. Erica Araceli † Chorrillo, Chucho, Chivo por ser los iniciadores de esta larguísima carrera y por que no había razón de hablar sin un tequila. Al Marcos Salomon Argelia y Janet que al igual que yo piensan que la amistad no tiene precio. A los licenciados Maese Yemin Agustín Mario a los cuales les agradezco todo su apoyo y ayuda en momentos difíciles. A Aristóteles y al Antillano por borrachos. A Sara Ceci Nelly Julio, y en particular a todas esas finisimas personas que son lo mejor de cada familia de los cuales aprendí que no todo se aprende en la escuela Yito Delfino Secre Cesar Horacio Sonia Morris Toño Fer Ruben Buzo Adrian greñas Jonas holiwood Jorge (viejo) a mis compañeros de laboratorio Judith Ramón Chio Jorge Pilar y mi mas grande cariño y agradecimiento para Gina por que siempre estaré en deuda contigo y no pierdo la esperanza de volverte a ver*

*“HEY-GO, LET´S GO “*

*LOS RAMONES*

*Solamente aquí en la tierra.  
con flores se da uno a conocer  
con cantos y flores enriquecemos  
Espiritual y económicamente.  
Por fin lo comprende mi corazón:  
Escucho un canto,  
Contemplo una flor:  
¡Ojalá no se marchiten!*

**NETZAHUALCOYOT**

## INDICE.

<b>1.0 RESUMEN</b> .....	1
<b>2.0 INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>3.0 ANTECEDENTES</b> .....	6
3.1. Taxonomía.....	6
3.2. Requerimientos nutricionales.....	7
3.3 Técnicas de cultivo.....	7
3.4 Cosecha de flores.....	8
<b>3.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VIDA POSTCOSECHA</b> .....	8
3.5.1 Temperatura.....	8
3.5.2 Humedad relativa.....	9
3.5.3 Luz.....	9
3.5.4 Almacenamiento.....	10
3.5.5 etileno y senescencia.....	10
<b>3.6. USO DE TRATAMIENTOS Y SOLUCIONES CONSERVADORAS</b> .....	12
3.6.1 Baja temperatura.....	13
3.6.2 Sacarosa.....	14
3.6.3 Sulfato de aluminio.....	17
3.7 Conclusión de la revisión de literatura.....	18
<b>4.0 HIPÓTESIS</b> .....	19.
<b>5.0 OBJETIVOS</b> .....	20
5.1 Objetivos general.....	20
5.2. Objetivos particulares .....	20
<b>6.0 MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	21
6.1 Material vegetal.....	21
6.2. Ubicación.....	21
6.3. Descripción del experimento.....	21
6.3.1 Fase 1.....	21
6.3.2 Fase 2.....	22
<b>7.0 DESCRIPCION DE LAS VARIABLES EVALUADAS</b> .....	24
<b>7.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
<b>7.1 FASE 1</b> .....	25
7.1.1 Peso fresco.....	25

7.1.2	Consumo hídrico.....	26
7.1.3	Flores abiertas.....	27
7.1.4.	Flores marchitas.....	28
<b>7.2</b>	<b>RESULTADOS FASE 2.....</b>	<b>29</b>
7.2.1	Peso fresco.....	29
7.2.2	Consumo hídrico.....	32
7.2.3	Longevidad.....	35
7.2.3.1	Porcentaje de flores abiertas.....	35
7.2.3.2	Porcentaje de flores marchitas.....	38
7.2.4	Contenido relativo de agua.....	40
7.2.5	Potencial hídrico.....	43
7.2.6	Concentración de sacarosa.....	48
<b>8.0</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>9.0</b>	<b>COMENTARIO FINAL.....</b>	<b>51</b>
<b>10.0</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>

## 1.0 RESUMEN

Las flores cortadas de gladiola, son importantes dentro de la floricultura ornamental, su transporte hacia los distribuidores puede hacerse en camiones refrigerados o al aire libre. La temperatura y el tiempo en que deben almacenarse, dependen de las características de cada cultivar. Para prolongar su vida en florero, se utilizan diversos compuestos preservadores de la longevidad cuyos efectos son restablecer el flujo hídrico, disminuir la población microbiana de la solución y aportar una fuente energética entre otros. Las concentraciones de los productos químicos que confieren mayor longevidad varían entre especies y cultivares, por lo que los objetivos del presente trabajo fueron: 1) Determinar el tiempo de almacenamiento en frío que correlaciona con mayor longevidad en espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega". 2) Comparar el efecto de sulfato de aluminio (0.6g /L), sacarosa (4.5%) y la combinación de estos sobre la longevidad de espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" almacenadas a 4°C durante 5 días. Las flores, fueron adquiridas en el mercado de Jamaica y transportadas en seco al laboratorio 8 de la UMF, FES-Iztacala, UNAM, donde se almacenaron a 4°C durante 5 días. Cada 24 horas se seleccionaban 12 espigas florales para colocarse en probetas con 170ml de sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> combinado con sacarosa al 4.5% y pH de 3.5. Este proceso se repitió hasta el 5to día de almacenamiento; evaluando en cada caso: peso fresco, consumo hídrico y estados florales (botón, abierta, y marchita), como criterios de longevidad. Los resultados indicaron que 5 días de almacenamiento a 4°C, correlacionaron con mayor longevidad, por tal razón se montó un segundo ensayo con flores de gladiola adquiridas en el mismo sitio y transportadas al laboratorio de la misma forma. A 48 espigas florales se les eliminó el 70% del follaje, realizándose un corte tangencial en la base del tallo con el fin de obtener espigas con similar longitud, para luego colocarlas en probetas graduadas conteniendo 170ml de las siguientes soluciones: A) agua destilada B) sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup>, pH, 3.5 C) sacarosa 4% pH de 3.5 y D) sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> + sacarosa 4% pH de 3.5. Otras 48 espigas florales se almacenaron a 4°C

durante 5 días, al cabo de los cuales se sacaron del cuarto frío, para aplicarles el manejo y soluciones arriba descritas. Tanto en las flores almacenadas como no almacenadas, se evaluó: peso fresco, consumo hídrico, porcentaje de flores en botón, abiertas y marchitas, diámetro floral, contenido relativo de agua, potencial hídrico y concentración de sacarosa. Los resultados indicaron un incremento gradual del peso fresco hasta el día 6, tanto en flores almacenadas como no almacenadas, para luego disminuir paulatinamente hasta el día 12 sin que se observaran diferencias entre temperatura y tratamientos aplicados. En el punto de inflexión registrado al día 6 después de montado el experimento, los tratamientos que registraron mayor peso fueron sacarosa 4.5% y sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  + sacarosa 4.5% tanto en flores almacenadas como no almacenadas, mientras que los de menor peso fueron el tratamiento control y sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  coincidiendo los primeros con un mayor consumo hídrico y mayor porcentaje de flores abiertas al día 6, particularmente las flores tratadas con sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  + sacarosa 4.5%. Por otro lado, tanto el potencial hídrico como el contenido relativo de agua, disminuyeron conforme transcurrió el tiempo de vida en florero, observándose los mayores valores en los tratamientos mencionados coincidiendo a su vez con una mayor longevidad. La mayor concentración de sacarosa se registró al 7 día en los tratamientos que contenían sacarosa exógena. Con base en estos resultados se concluyó que una combinación de  $\text{AlSO}_4$   $0.6 \text{ gL}^{-1}$  + sacarosa 4.5% a un pH de 3.5 incrementó los promedios de peso fresco y consumo hídrico, promovió una mayor apertura floral, mantuvo por mas tiempo valores altos de contenido relativo de agua y potencial hídrico, esta respuesta se apreció como una mayor turgencia petalar, conllevando así a una mayor longevidad en este tratamiento.

## 2.0 INTRODUCCIÓN

Las plantas han jugado un papel muy importante en el desarrollo de la vida en la tierra, ya que constituyen la fuente primaria de alimento de todas las cadenas tróficas y además son productoras de oxígeno. Su distribución esta regulada por diversos factores, tales como: precipitación, temperatura, luz y contenido mineral del suelo, que determinan el tipo de vegetación que predomina en cada lugar (Strasburger, *et al*, 1986).

El hombre al darse cuenta de tal riqueza, la ha aprovechado para su sustento, bienestar y abrigo; sin embargo, no ha sabido explotarla, restringiéndose al uso de un pequeño número de ellas, lo que origina el desplazamiento y extinción de muchas otras por unas cuantas de uso antropocéntrico. En una problemática de tal magnitud no podría estar exento México. Considerado mundialmente uno de los países con mayor diversidad biológica cuenta aproximadamente con 30 000 especies que existen a escala mundial (Toledo, 1988).

Esta riqueza de flora guarda relación con dos hechos de gran importancia. El primero y más importante es que en México se encuentra y sobrepone la zona de intersección de dos reinos o dominios biogeográficos, el segundo, es que al poseer una topografía compleja se origina variedad inusitada de hábitat y por lo tanto la aparición de muchas especies endémicas. Esto ha dado origen a un sin número de plantas cultivadas en el ámbito mundial, entre ellas, algunas que han aportado valores estéticos al ser humano en todos los continentes (Leszczynska-Borys, 1992).

En nuestro país se tiene una gran diversidad de climas y microclimas que reúnen las condiciones adecuadas para la expansión de la horticultura ornamental; La Horticultura puede definirse como la rama de la agricultura relacionada con el

cultivo intensivo de plantas que la gente usa directamente para su alimentación o satisfacción estética (Janick, 1979).

Floricultura se ha denominado a la parte que tiene que ver con la producción de cultivos ornamentales, pero más específicamente con aquellos que se cultivan por las flores que producen, por lo cual es más acertada la denominación de horticultura ornamental a la parte de la agricultura, relacionada con el cultivo de plantas que por su follaje o sus flores sea utilizada con fines ornamentales (Gómez, 1994).

La horticultura ornamental es una actividad milenaria que los grupos humanos han practicado ligada a su vida espiritual y emotiva, por lo que en algunas sociedades se ha convertido en una importante rama de la economía agrícola y aun agroindustrial; sin embargo, a pesar de sus antecedentes prehispánicos, en México la horticultura ornamental como actividad económica se puede considerar relativamente reciente (Gómez, 1994); en este sentido Alcalde (1993) indica que entre 1982 y 1989 la superficie sembrada con cultivos ornamentales en México se incremento en 77%.

En la República Mexicana solo una mínima parte de la producción (menos del 5%) es de invernadero, el resto se practica a cielo abierto siendo las principales especies de flores cosechadas, gladiola, margarita, rosa, nardo y crisantemo. Se puede afirmar que el Estado De México es el principal productor de flores, seguido por Morelos, Guerrero, Michoacán, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Querétaro, Baja California y Aguascalientes, los cuales en conjunto representan más del 90% de la producción total de flores de ornato. Alcalde (1993),

De acuerdo con el estudio elaborado por el centro de comercio internacional UNCTAD/GATT "Productos de la floricultura; estudio de mercados" Ginebra de 1996. México figura en el lugar 19, con una participación del 0.6% entre los principales exportadores de 1996 de follaje cortado, se encuentran Holanda,

Colombia, Israel, Italia, España, Tailandia y Francia siendo Holanda el mayor productor de flores cortadas, Holanda además de ser el principal exportador de Europa y el mundo también es el importador más importante de flores frescas.

De la gran variedad de especies ornamentales que se distribuyen como flor de corte en el ámbito mundial la gladiola (*Gladiolus*) tiene alta tolerancia para el manejo postcosecha en la etapa de botón, debido a que son fáciles de manejar y son menos susceptibles a los factores que abaten la calidad como las altas temperaturas, plagas y enfermedades (Halevy y Mayak, 1979).

La gladiola representa un lugar importante a escala mundial, siendo el tercero en la producción de flores con un total de 222, 655 gruesas para el año 1983. El comercio internacional ha experimentado un gran dinamismo, mientras que en el año 1977 las exportaciones de flores frescas cortadas alcanzaban 684 millones de dólares para el año 1981 dicho valor ascendió a 1.021 millones de dólares siendo Alemania Federal, Francia, Suiza, Inglaterra, Austria, Canadá y Estados Unidos los principales países importadores, los que en conjunto estos países representan el 82% de las importaciones mundiales (FONEP 1984)

Las plantas con flor (fanerógamas) son sin duda un ejemplo claro de la extraordinaria riqueza de nuestra flora la cual ha dado especies de singular importancia económica. Las flores cortadas pueden aprovecharse para obtener esencias aromáticas y colorantes requeridos por la industria, aunque se pueden obtener aprovechamientos intensivos con amplios márgenes de utilidad (Tapia, 1982).



## 3.0 ANTECEDENTES

### 3.1 TAXONOMIA

El genero *Gladiolus* pertenece a la familia Iridaceae, ésta representado por 180 especies (Lewis et al., 1972) los híbridos modernos, designados como *G. grandiflorus*, forman al menos 11 especies, varias de las cuales están representadas por diferentes formas de colores o variedades botánicas. El *Gladiolus* es una planta herbácea que se desarrolla de botones axilares en un bulbo o cormio. Las hojas se superponen en la base y pueden ser de 1 a 12. La inflorescencia es una espiga y se origina como un eje terminal. Las florecillas llegan hasta 30 ó más y con tubulares con partes florales de tres en tres. Las florecillas individuales están encerradas en dos valvas verdes con espatas. El pistilo consiste de un estigma de tres lóbulos, un estilo simple no ramificado y un ovario inferior. La cápsula contiene entre 50 y 100 óvulos que maduran en 30 días después de la fertilización, las florecillas son bilaterales o radialmente simétricas. La gladiola tiene la siguiente posición taxonómica.

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryophyta.
Clase	Monocotyledonae
Subclase:	Coroliferae
Orden:	Liliales
Familia:	Iridaceae
Género:	<i>Gladiolus</i>
Especie:	<i>Gladiolus grandiflorus</i>

La palabra gladiola proviene de la raíz griega “gladiolus” que significa sable o espada. También se conoce con diversos nombres como: lirio, espada. (Tapia,1982).

Tiene su origen en Asia , donde se encuentran los gladiolos silvestres y de los cuales se han obtenido los modernos cultivares, se producen desde Europa Central hasta el extremo sur de África, haciendo notar que las variedades comerciales son de origen africano (FONEP,1984).

### 3.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Los requerimientos nutricionales de las gladiolas varían según la fertilización del bulbo madre pero en general un cultivo de gladiolas en suelos arenosos debe tener:

**Nitrógeno** (abastecido en parte como nitrato y en parte como amonio) ya que la deficiencia de nitrógeno se puede manifestar como una reducción en el número de espigas y número de flores por espiga, así como de un típico color verde pálido.

**Fósforo** (como  $P_2O_5$ ) Los síntomas de deficiencia de fósforo son las hojas superiores verde oscuro y una coloración púrpura en las hojas inferiores. **Potasio**

(como  $K_2O$ ) Una falta de potasio causa una reducción en el número de yemas florales, acortamiento del tallo de la flor, retardo en la floración, un amarillamiento general de las hojas más viejas y un amarillamiento intravenal de las hojas más jóvenes. La deficiencia en nutrientes secundarios como la deficiencia en **calcio** puede causar que la espiga se troce generalmente por debajo de la segunda o tercera flor y casos más severos como la desintegración de la yema o la pudrición. La deficiencia de **magnesio** causa clorosis intravenal de las hojas más viejas, mientras la deficiencia de **hierro** se manifiesta como clorosis intravenal de las hojas nuevas. La falta de **boro** causa el rompimiento de los márgenes de las hojas, hojas deformadas e inflorescencias atrofiadas. (Woltz,1976).

### 3.3 TECNICA DE CULTIVO.

Para su propagación, la mayoría de los floricultores comerciales utilizan solamente bulbos grandes, los seleccionan cuidadosamente para evitar la diseminación de enfermedades, los tratan con soluciones comerciales para eliminar hongos, insectos y nematodos latentes. (Simonson y Hildebrant, 1971).

### **3.4 COSECHA DE LAS FLORES.**

Las espigas de la gladiola pueden cosecharse de 60 a 100 días después de la plantación dependiendo de la época del año, la espiga se corta en etapa de botón con dos o tres hojas en el tallo y de uno a cinco botones florales. Se debe tener cuidado para no dañar las hojas que quedan en la planta ya que son necesarias para el desarrollo de un nuevo bulbo. Las espigas se agrupan en manojos de 100 y se empacan para su clasificación. Se transportan en posición vertical para evitar que los tallos se curven o rompan. (Wilfret y Raulston,1974)

### **3. 5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VIDA POSTCOSECHA DE FLORES**

El Complejo natural de las flores de corte requiere una especial atención en el desarrollo de técnicas de manejo. Por ejemplo, la concentración de azúcares y otras sustancias utilizadas para carga y permitir que abran los botones florales, esta determinado en algunos casos por la sensibilidad del follaje a estos ingredientes y no por el efecto óptimo sobre el desarrollo y longevidad de las flores. (Sytsema,1975 )

Los siguientes factores influyen sobre la longevidad:

#### **3.5.1 TEMPERATURA**

La temperatura ambiente es un factor importante que afecta la calidad de las flores en postcosecha. Las altas temperaturas aceleran el desarrollo floral y la senescencia. En tanto que las bajas temperaturas disminuyen la tasa de respiración, el uso de carbohidratos, así como el uso de otras sustancias almacenadas en los tejidos de la planta para su desarrollo. (Nowak y Rudnicki,1990).

#### **3.5.2 HUMEDAD RELATIVA.**

Las flores de corte pierden agua y se marchitan muy rápidamente por lo que se deben almacenarse a humedad relativa por encima del 95% particularmente si el almacenamiento va a ser prolongado. El exceso de humedad en el aire puede provocar condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas lo cual puede causar perdidas durante el almacenamiento y transporte. La humedad relativa se sitúa por lo general en 40% (humedad ambiental normal) y para la vida postcosecha se recomienda de un 45% de humedad relativa y debe permanecer constante sin embargo no es un factor

físico determinante, ya que la circulación del aire o de las soluciones nutritivas bien pueden tener lugar satisfactoriamente en presencia de variaciones importantes en la humedad relativa (Nowak y Rudnicki,1990)

### **3.5.3 LUZ**

La luz no afecta significativamente la longevidad de las flores cortadas, especialmente cuando estas son tratadas con algún preservativo que contenga azúcar. La falta de luz durante el transporte a largas distancias o por un almacenamiento prolongado acelera al amarillamiento de las hojas en algunas flores como crisantemo (*Crysanthemum morifolium*) dalia (*Dahlia variabilis*) gladiola (*Gladiolus grandiflorus*) y en algunas otras. La elevación en la intensidad de luz es requerida únicamente para que las flores abran cuando se han cortado en una etapa de botón floral. (Reid,1986)

### **3.5.4 ALMACENAMIENTO**

Generalmente las flores recién cortadas se colocan con frecuencia en agua para restablecer la turgencia del tejido, para tal efecto, se recomienda una solución que contenga un producto bactericida y otro que aporte una fuente energética. El restablecimiento del flujo hídrico debe llevarse a cabo en un cuarto frío, puesto que las bajas temperaturas disminuyen el metabolismo celular, además, reducen la tasa de evaporación de agua de las hojas ya que altas temperaturas provocan un incremento en la velocidad de desnaturalización enzimática. Se recomienda almacenar a las gladiolas entre 4 y 6°C para evitar daños por frío.

Las flores para almacenamiento en seco son normalmente cosechadas por la mañana, en estado de botón, son colocadas en bolsas de plástico o en cajas, se pueden dejar abiertas para ayudar a remover el calor generado por la respiración

en los cuartos de refrigeración, estas flores cuando son sacadas, se les debe cortar la base del tallo para ponerlas en agua o en alguna solución conservadora. ( Krofaneff y Halevy, 1976 )

### **3.5.5 ETILENO Y SENESCENCIA**

El etileno es una hormona gaseosa considerada como disparador de la senescencia, Yang, (1985) señala que esta implicada en muchos procesos tanto fisiológicos como bioquímicos, relacionados con la senescencia de las flores, entre los cuales se encuentran aumento en la actividad respiratoria, incremento en la actividad de muchas enzimas hidrolíticas, incremento en la permeabilidad de la membrana, menor compartimentalización intracelular, reducción de la utilización de nutrientes en pétalos y disminución en la absorción de sacarosa.

Dentro de los daños visuales que ocasiona están, senescencia prematura, marchitamiento de la corola, abscisión de yemas, pétalos y de flores completas lo cual conlleva a una senescencia prematura (Halevy y Mayak, 1981 )

Beevers (1976) Define a la senescencia como los cambios deteriorativos que preceden a la muerte de la célula, la cual en general, se caracteriza por A) una intensa proteólisis, B) una rápida desaparición de glúcidos, C) un cambio en el balance de agua, D) una elevación de etileno, E) una disminución de la actividad respiratoria. Estos cambios en las células están asociados con una disminución en el contenido de ácidos nucleicos y de la fuente de ATP con rompimiento de la estructura mitocondrial y con cambios en la permeabilidad en la membrana (Paulin, 1997). En flores de corte, la terminación de la vida en florero se caracteriza por una disminución en el contenido de carbohidratos y una reducción en el peso fresco. (Coorts 1975)

Las causas más comunes de senescencia temprana en las flores cortadas son.

- A)** Inhibición de la absorción de agua debido al bloqueo en los tallos, causado por microorganismos que pueden taponar el tallo debido a la acumulación de residuos, originados por deslignificación de las células del xilema, impidiendo también el flujo de agua hacia la flor.
  
- B)** Pérdida excesiva de agua por situaciones de un prolongado tiempo de almacenamiento lo que trae como consecuencia una alta tasa de transpiración.
  
- C)** Un bajo abastecimiento de carbohidratos para sostener la respiración, que trae como consecuencia un adelanto en la degradación de proteínas y ácido ribonucleico perdiendo la estructura, función e integridad de la membrana.
  
- D)** La presencia de plagas y enfermedades. Las enfermedades pueden dividirse en la parte que afectan como puede ser: hoja, flor, bulbos y raíz. Las principales plagas son ocasionadas por bacterias en la cual sobresale la roya de botrytis que puede dañar hojas y flores, se hace evidente con puntos cafés o grises. La roya curvularia produce la pudrición de bulbos y raíz.
  
- E)** Etileno ocasiona una reducción en la longevidad ya que promueve una senescencia temprana, marchitamiento de la corola, abscisión de yemas, pétalos y de flores completas (Nelson, 1978).

Para disminuir los efectos de las causas de senescencia se han utilizado diversas soluciones preservadoras de la longevidad.

### **3.6 USO DE TRATAMIENTOS Y SOLUCIONES CONSERVADORAS DE LA LONGEVIDAD**

Las soluciones conservadoras y usos de tratamientos están formadas por distintos ingredientes químicos y a diferentes concentraciones disueltos en agua y pueden tener las siguientes propiedades: a) efecto acidificante, b) agente humectante, c) sustrato energético, d) germicida e inhibidor de la síntesis del etileno, entre otros (Halevy y Mayak, 1981 ).

Todas las formulaciones preservativas incluyen un compuesto con actividad germicida, los bactericidas son casi siempre incluidos y en algunas ocasiones los fungicidas. Hay una gran cantidad de soluciones químicas para el manejo de flores en estado de botón y conservación durante el almacenamiento, pero son pocas las que han dado buenos resultados. Las soluciones conservadoras consisten en disolver en agua un elemento nutritivo, una sustancia reductora del metabolismo y un agente microbiano para reducir el pH en la solución y evitar el crecimiento de bacterias y hongos en la solución de florero. Con la combinación de estas soluciones preservativas es posible incrementar la longevidad de algunas flores cortadas. (Halevy y Mayak, 1981 ).

#### **3.6.1 BAJAS TEMPERATURAS**

Uno de los métodos más comunes de almacenamiento son: almacenamiento en frío, a bajas temperaturas, es el método más comúnmente utilizado para flores cortadas (Halevy y Mayak, 1981) Dentro de este método existen 2 tipos: almacenamiento frío en seco y el húmedo, normalmente el húmedo es para cortos periodos, de 1 a 3 días, en el método húmedo la temperatura de almacenamiento de las flores debe ser próxima al punto de congelación del tejido o del agua, el control de la humedad es de gran importancia, la pérdida de la humedad de las flores almacenadas esta relacionada

directamente con el déficit de presión de vapor, por eso las variaciones de temperatura deben ser mínimas. El almacenamiento en seco es para periodos mas largos, limita el deterioro fisiológico y patológico, además de que almacena reservas para sostener algunos procesos que son vitales para las flores, como crecimiento, apertura floral y respiración entre otros. En este tipo de almacenamiento los procesos metabólicos de la flor se detienen y consecuentemente las proteínas y carbohidratos de los tejidos del tallo se preservan por periodos prolongados. Las temperaturas de almacenamiento van de acuerdo a la especie floral la gladiola puede ser almacenada a una temperatura media de 3 a 8 °C.

El almacenamiento en frío es el método mas usado comercialmente para la conservación de flores ya que el marchitamiento floral puede ser retrasado mediante bajas temperaturas disminuyendo su metabolismo (Halevy y Mayak, 1981).

La temperatura que requieren las flores durante el transporte y almacenamiento debe estar entre 0 y 4°C excepto para aquellas que sean sensibles al frío. A 3°C las flores continúan abriendo, a 4.5°C algunas no abren y por encima de 4.5°C la longevidad se reduce (Nell y Reid, 2002).

Rudnicki y Goszczynska (1988) Mencionan que las flores originarias de regiones tropicales son susceptibles a los daños por frío, por lo general requieren temperaturas un poco elevadas para su almacenamiento, por ejemplo: gladiola (*Gladiolus*) entre 2 y 4 °C, ave de paraíso (*Strelitzia reginae*) 8°C y varias especies de la familia orchidaceae entre 7 y 10 °C .

Borochoy y Mayak, (1986) Señalan que cuando las flores de corte son almacenadas por largos periodos de tiempo a 5°C, su subsecuente senescencia a temperatura ambiente se manifiesta mas rápidamente que en flores de corte no almacenadas.

Cuando las flores cortadas son tratadas con conservadores antes de la refrigeración, la baja temperatura causa reducción en la velocidad de translocación de estos compuestos hacia las flores (Sacalis 1975).

A temperaturas de 0.5 °C, los procesos metabólicos de la flor se detienen, manteniéndose por periodos prolongados las proteínas y carbohidratos de los tejidos de la flor.

En la mayoría de las flores que se almacenan a bajas temperaturas por largos periodos, se espera encontrar el tiempo de almacenamiento que correlacione con una mayor longevidad postcosecha.

### **3.6.2 SACAROSA**

Los carbohidratos también se conocen como mejoradores del balance hídrico en flores, son reguladores de la apertura estomatal, reduciendo la pérdida de humedad por transpiración; además, pueden acumularse en el tejido de las flores incrementando su concentración osmótica, mejorando su capacidad para absorber agua y mantener de esta forma la turgencia celular (Rudnicki y Goszczyńska, 1988).

La sacarosa se incluye en la mayoría de las soluciones, la glucosa y la fructosa son similarmente efectivos, sin embargo; Paulin (1986) reporta que cuando se aplica glucosa a la solución, es inmediatamente convertida en sacarosa para translocarse a las diferentes partes de la flor. La translocación de la sacarosa ocurre principalmente a través del floema, aunque cierta porción de este azúcar circula también por el xilema, transferida a velocidad constante y en sentido radial a lo largo del eje floral, desde el xilema hasta el floema, migra hacia las hojas y flores para luego distribuirse por igual en el ovario, los sépalos y los pétalos.

Una alternativa para incrementar la longevidad de las flores cortadas, podría ser agregar sacarosa a la solución del florero a fin de que esta se acumule en los

órganos florales y así favorecer una mayor apertura incrementando significativamente la vida en florero. Se sugiere que la sacarosa regula también la producción de etileno (Liao, *et al*, 2001).

Ichimura y Hiraya (1999) han reportado que la aplicación de sacarosa extiende la vida postcosecha de claveles y rosas al disminuir los daños ocasionados por los procesos de la senescencia ya que mantiene por mas tiempo la estructura y función de la membrana.

Mares (1994) señala que soluciones con sacarosa al 15% inducen una mayor absorción de agua favoreciendo un incremento en el peso fresco de espigas florales de gladiola lo cual se relaciona con un aumento en la apertura de botones florales. También funciona como un regulador de la apertura de estomas reduciendo la perdida de agua por transpiración.

Cano y Viramontes (1994) señalan que el empleo de sacarosa al 4% incrementa la concentración de azúcares en hojas y pétalos, conllevando, a un mayor peso fresco, una mayor floración y como consecuencia un incremento en la longevidad.

Ichimura. K y Hiraya (1999) señalan que una concentración de sacarosa de 100 g/L, no solo extiende la vida de las flores de clavel sino que promueve un mayor balance hídrico, una mayor apertura floral y una expresión más definida en la tonalidad de colores.

Cuando se aplica sacarosa se incrementa la longevidad de flores cortadas ya que esta provee del sustrato para la respiración e induce el cierre de estomas (Paulin, 1986).

Las flores tratadas con soluciones de sacarosa tendrán mayor vida en el florero y una floración más prolongada. Si se comparan con flores conservadas

solamente en agua, se encontrara que la longevidad aumenta hasta tres veces en clavel y rosa y hasta dos veces en crisantemo y gladiola (Paulin y Jamain, 1982).

La concentración de sacarosa aplicada depende de las especies utilizadas, el exceso puede dañar el follaje de rosas y crisantemos (Reid, 1986).

Cano (1984), reporta que 600ppm de citrato de 8-hidroxiquinoleina combinado con 4% de sacarosa, tienen efectos positivos en la conservación de la flor de gladiola ya que aumenta en el peso fresco de las espigas florales, alargando así su vida útil.

El mayor efecto de la sacarosa en gladiola es probablemente, aumentar la concentración osmótica de las hojas, sin embargo; también puede afectar el suministro de energía de las espigas. (Bravdo, Mayak. y Graverieli, 1974).

Maurousky (1971) y Mayak, *et al.* (1973) encontraron para gladiola al quinto día de vida en florero un mayor peso en las espigas tratadas en forma continua con una solución de sacarosa al 4 y 4.5% que en aquellas tratadas con concentraciones menores de este azúcar, mejorando además la apertura floral.

### **3.6.3 SULFATO DE ALUMINIO**

Tratamientos con sulfato de aluminio son recomendados para mantener la vida postcosecha de flores ya que funciona como germicida controlando el crecimiento y el desarrollo de *Bacillus subtilis* en el xilema de las rosas cortadas, reduce el pH de la solución, mejora el flujo hídrico a través del tallo, mantiene por más tiempo el peso fresco, además de que promueve el cierre de estomas reduciendo la transpiración. Una exposición al aluminio por sólo 12 horas reduce el cuello plegado y el marchitamiento de las flores, esto también sucede cuando se aplica como rocío foliar al 0.1%. (De Stigter, 1981, Paulin, 1997, Mayak, 1986)

El sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  en combinación con 4.5 % de sacarosa a un pH de 3.5, disminuye la tasa de pérdida de peso fresco, incrementa el contenido relativo de agua en pétalos e incrementa la longevidad en flor cortada de *Rosa* vc. Royalty rosas (Elías, 2002).

Liao, *et al.* ( 2001 ) sugieren que las flores tratadas con concentraciones de 150 mg/L de sulfato de aluminio en flores de *Eustoma grandiflorum* cv. hep hou, extendió la vida en florero por 15 días, los autores sugieren que el aluminio podría inhibir la transpiración debido a que las flores tratadas con este perdieron menor cantidad de agua que las del control.

El sulfato de aluminio es un compuesto recomendado para mantener la vida postcosecha de flores. A concentraciones entre 50 y 100ppm disminuye el pH de la solución, reduce el crecimiento bacteriano y mejora la absorción de agua (Liao, *et al*, 2001). Disminuye la transpiración e incrementa la longevidad floral (Van Doorn,1997, Dole y Schennelle,1998).

Dentro de todos los compuestos preservadores de la longevidad, el interés particular en este trabajo fue por el sulfato de aluminio a una concentración de  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  ya que en ensayos anteriores donde se manejaron diferentes dosis de este metal, la concentración mencionada fue la que registró mayores valores de peso fresco y consumo hídrico, prolongando por más tiempo vida postcosecha en flores cortadas de Gladiola.

### **3.7 CONCLUSION DE LA REVISION DE LITERATURA**

Aproximadamente el 80% de las actividades referentes a la floricultura corresponden al almacenamiento y comercialización de las flores de corte. Se ha estimado que aproximadamente el 20% del volumen producido de flor de corte, se

llega a perder por una manipulación deficiente en cosecha y postcosecha. Se tiene bien claro que diversos factores afectan la vida postcosecha incluyendo la constitución genética de la planta, las condiciones ambientales y los procesos fisiológicos que ocurren dentro de la misma flor, existen diversas técnicas y/o tratamientos que se utilizan con el fin de incrementar la longevidad de las flores cortadas, entre los cuales podemos mencionar: **1)** Almacenamiento a bajas temperaturas, esto con el fin de reducir el metabolismo de la planta, la tasa respiratoria y la pérdida de agua por transpiración entre otros. **2)** Compuestos inhibidores de la síntesis y/o acción del etileno, esto particularmente en aquellas flores sensibles a la aplicación exógena de este compuesto. **3)** Compuestos ácidos que disminuyen la proliferación de microorganismos en la solución, esta acción mejora el flujo hídrico, la turgencia del tejido y la apariencia estética de la flor. **4)** Compuestos que aporten el sustrato para la respiración celular, el cual está directamente relacionado con la energía requerida para mantener la vida en florero.

Particularmente, para el caso de la flor cortada de *Gladiolus sp* se utilizan los siguientes compuestos: **a)** Sulfato de aluminio, cuya función es mejorar el balance hídrico, disminuir la tasa de transpiración y promover el cierre de estomas. **b)** Sacarosa como fuente de glucosa para la respiración celular. **c)** Almacenamiento a bajas temperaturas, con el fin de reducir el metabolismo del tallo floral y mantener por más tiempo la apariencia estética de la flor.

## 4.0 HIPOTESIS

---La aplicación exógena de sacarosa incrementa la longevidad de flores cortadas de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega", al aportar el sustrato para la respiración celular.

--- El almacenamiento a bajas temperaturas retrasa el marchitamiento de flores cortadas de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" al disminuir los procesos fisiológicos que ocurren en el tallo floral.

--- La adición de sulfato de aluminio a la solución del florero incrementa la longevidad de la flor cortada de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" como consecuencia de una mayor absorción de agua.

## 5.0 OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL

--- Evaluar el efecto de bajas temperaturas y dos preservadores de la longevidad sobre vida postcosecha en flor cortada de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega".

### 5.2 PARTICULARES.

--- Identificar el material biológico adquirido en el mercado de mercado de Jamaica.

--- Utilizando como criterios el cambio de peso fresco, consumo hídrico, número de flores abiertas y marchitas, determinar el tiempo de almacenamiento en frío asociado con la mayor longevidad en flores cortadas de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega".

--- Evaluar diariamente el cambio de peso fresco y consumo hídrico durante la vida postcosecha en espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega", tanto almacenadas durante 5 días a 4°C como no almacenadas.

--- Evaluar en los días 2, 4, 6 y 8, de vida en florero, el contenido relativo de agua y potencial hídrico en los pétalos de las flores intermedias de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega", tanto almacenadas como no almacenadas.

--- Determinar en los días 0, 3, 5 y 7 de vida en florero, la concentración de sacarosa en los pétalos de las flores intermedias de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega", tanto almacenadas como no almacenadas.

--- Como criterio de longevidad, determinar el número de flores abiertas y marchitas, en espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega", tanto almacenadas como no almacenadas.

## **6.0 MATERIAL Y MÉTODOS**

**6.1 UBICACIÓN.** El trabajo se realizó en el Laboratorio de Ecofisiología Vegetal y Control de plagas de la Unidad de Morfología y Función en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

**6.2 MATERIAL VEGETAL.** Las espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” fueron adquiridas en el mercado de Jamaica con un proveedor previamente identificado y transportadas en seco al Laboratorio 8 de la UMF. Se realizó el prensado e identificación de 4 muestras para su ingreso a la colección científica del herbario de la FES-Iztacala y obtener el número de registro correspondiente.

### **6.3 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO**

El experimento se realizó en dos fases.

**6.3.1 FASE 1.** Correspondiente a la determinación de la temperatura y tiempo de almacenamiento en frío.

a) Para determinar la temperatura de almacenamiento, las espigas florales se sometieron a temperaturas de 0, 4 y 6°C durante 24 horas.

b) Con respecto al tiempo de almacenamiento, se seleccionaron 72 espigas florales, 12 de ellas se introdujeron de inmediato (día 0) en igual número de probetas conteniendo 170 ml de sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio, 0.6 gL<sup>-1</sup> y pH de 3.5. Las restantes, fueron almacenadas a 4°C sacando 12 espigas florales diariamente hasta completar 5 días, como se muestra en la tabla 1. Cabe mencionar que tanto en la fase I como en la II, a todos los tallos se les cortaron 5cm en la parte basal a fin de restablecer el flujo hídrico y uniformizar la longitud

de los mismos a 50 cm aproximadamente, también se eliminó el 70% del área foliar.

Tiempo de almacenamiento en días a 4°C.	0	1	2	3	4	5
No. De Espigas florales almacenadas	60	48	36	24	12	0

**Tabla 1.** Tiempo de almacenamiento a 4°C y la disminución de las espigas florales conforme transcurrió el montaje del diseño experimental.

C) Como criterios para determinar longevidad se evaluó diariamente: Peso fresco, Consumo hídrico y Estado floral (flores abiertas y marchitas)

**6.3.2 FASE 2.** Aplicación de tratamientos preservadores de la longevidad comparando flores almacenadas y no almacenadas.

Una vez encontrado el tiempo y temperatura de almacenamiento que se asoció con mayor longevidad, se montó un segundo ensayo adquiriendo y transportando las flores como se indica en el apartado 6.3.1.

En el laboratorio, se seleccionaron y separaron las espigas florales en dos grupos de 48 tallos cada uno, uno de los grupos se almacenó durante 5 días a 4°C, mientras que el otro se sometió a los tratamientos siguientes:

TRATAMIENTOS	UNIDADES EXPERIMENTALES
Control (agua destilada)	12 probetas graduadas con 170 ml de agua destilada + una espiga floral
Sacarosa 4.5 % y pH de 3.5	12 espigas florales con 170 ml de la solución
Sulfato de aluminio 0.6 gL <sup>-1</sup> y pH de 3.5	12 espigas florales con 170 ml de la solución
Sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL <sup>-1</sup> y pH de 3.5	12 espigas florales con 170 ml de la solución
Total	48 unidades experimentales

**Tabla 2.** Tratamientos utilizados en espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" tanto almacenadas como no almacenadas. **Nota.** Cada unidad experimental consistió en una probeta graduada de 250ml con 170ml de solución y un tallo floral.

Transcurridos 5 días, las 48 espigas florales almacenadas a 4°C se sometieron a los tratamientos que se indican en la tabla 2.

Tanto en las espigas florales almacenadas, como no almacenadas, se evaluó:

- a) Peso fresco, consumo hídrico y estado floral (abiertas y marchitas) cada 24 horas.
- b) Contenido relativo de agua y potencial hídrico a los 2, 4, 6 y 8 días de vida en florero.
- c) Concentración de sacarosa a los días 0, 3, 5 y 7 de vida en florero.

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES EVALUADAS.

**6.4.1 CONSUMO HÍDRICO ACUMULADO.** Evaluado diariamente en mililitros por el descenso de volumen en una probeta graduada conteniendo 170ml de solución inicial.

**6.4.2 PESO FRESCO.** Evaluado diariamente con una balanza con precisión de 0.01g

**6.4.3 CONCENTRACIÓN DE SACAROSA.** Para cada tratamiento se tomaron muestras de la parte central de los pétalos en la flor numero tres contadas del ápice hacia la base al día 0 (antes de aplicar los tratamientos) 3, 5 y 7 después de aplicados los tratamientos. La concentración de sacarosa se determinó con la técnica de antrona ácida descrita por Stefan y Gray, (1990).

**6.4.4 CONTENIDO RELATIVO DE AGUA (CRA).** Se evaluó en los días 2, 4, 6 y 8 de vida en florero a partir de 12 discos de 0.5cm de diámetro tomados en la parte central de los pétalos de la flor número 4 contadas del ápice hacia la base. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{CRA} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Turgente} - \text{Peso seco}} \times 100$$

**6.4.5 POTENCIAL HÍDRICO.** Se evaluó con un Psicrómetro, HR 33T DEW POINT MICROVOLT METER a los días 2, 4, 6 y 8 después de la aplicación de tratamientos, a partir de 3 discos petalares de 0.5cm de diámetro tomados en la flor número 5 contadas de la base hacia el apice.

**6.4.6 LONGEVIDAD.** Se evaluó diariamente obteniendo el porcentaje de flores abiertas y marchitas en cada unidad experimental.

## **7.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

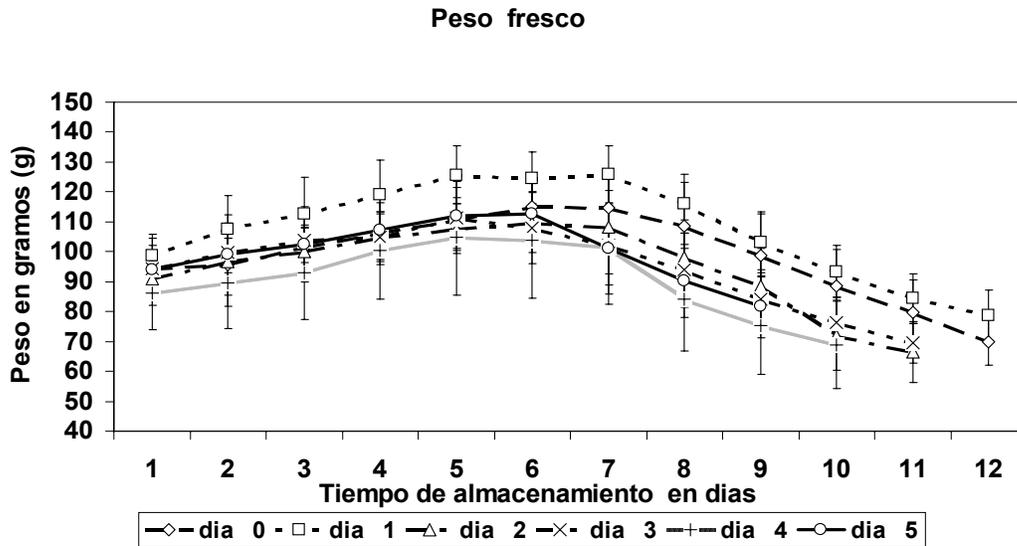
### **7.1 FASE 1**

Tomando como referencia que las bajas temperaturas mantienen por más tiempo la apariencia estética de las flores cortada (Nell y Reid 2002), durante la primera fase de este experimento, se realizó un ensayo donde se almacenaron desde cero hasta cinco días espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” a 0, 4 y 6°C, observándose en estas temperaturas cristalización de los tejidos, incremento de la longevidad y aceleración de la senescencia respectivamente. Con respecto al tiempo de almacenamiento, se encontró al quinto día se asoció con mayor longevidad.

Para obtener el tiempo de almacenamiento que se asoció con mayor longevidad, se consideraron los siguientes criterios: a) Mayores promedios de peso fresco, b) Mayor consumo hídrico, c) Mayores porcentajes de flores abiertas y d) Menor porcentaje de flores marchitas.

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

No se encontraron diferencias en cuanto al peso fresco en flores almacenadas a 4°C desde 0 hasta 5 días. En la Figura 1 se observa que el peso fresco de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” con diferentes tiempos de almacenamiento, se incrementó en forma gradual en los primeros días de vida en probeta, para luego disminuir conforme se acercaba la senescencia. El registro más alto de peso fue de 126g al día 7 de vida en probeta para las espigas almacenadas durante un día. Las flores de gladiola almacenadas durante 0, 2, 3, y 5 días, alcanzaron sus mayores promedios de peso fresco al sexto día de montado el experimento. Mientras que las flores con 4 días de almacenamiento alcanzaron su mayor promedio de peso fresco al quinto día de vida en probeta.

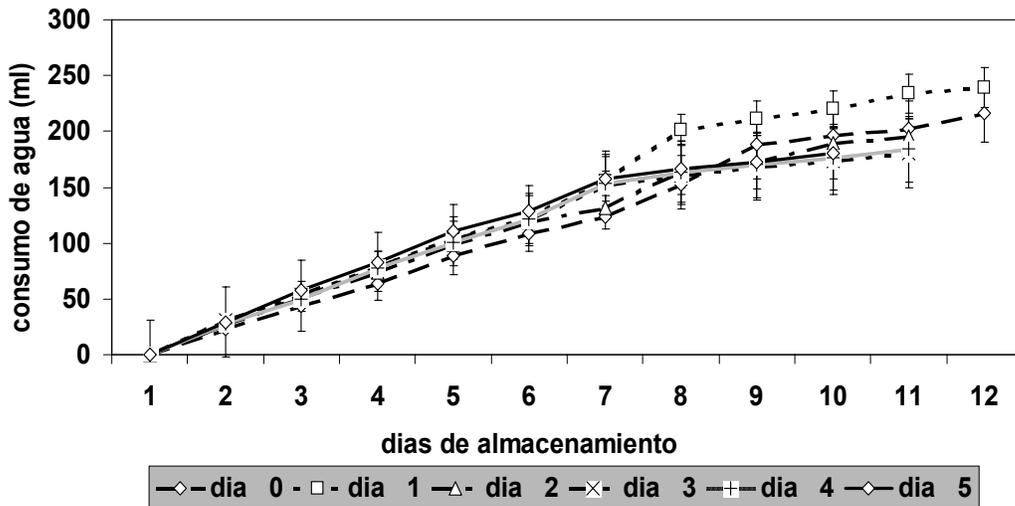


**Figura 1.** Fluctuaciones en el peso fresco en ramos durante la vida en florero de espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" almacenadas a 4° C durante 5 días. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones

### 7.1.2 Consumo Hídrico.

No se encontraron diferencias en cuanto al consumo hídrico en flores almacenadas a 4°C (Figura 2), observándose una tasa de esta variable similar para cualquier tiempo de almacenamiento. Al sexto día de vida en probeta, las espigas almacenadas a 4°C durante 5 días registraron un aumento en el consumo de agua mayor coincidiendo este tiempo de almacenamiento con un alto porcentaje de flores abiertas y una mayor longevidad. Lo anterior sugiere que esta combinación de variables está asociada con una mayor turgencia celular.

### Consumo hídrico.



**Figura 2.** Fluctuaciones en el consumo hídrico de espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” almacenadas a 4°C durante 0, 1, 2, 3, 4 y 5 días. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones.

#### 7.1.3 flores abiertas.

Las flores de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” almacenadas a 4°C durante 5 días, registraron al sexto día de vida en probeta un 90.9% de flores abiertas (**Tabla 3**), coincidiendo esto con un mayor consumo hídrico y una mayor longevidad. Para el mismo tiempo de vida en probeta, el menor porcentaje de flores abiertas (67.2%) se registró en las espigas almacenadas durante 1 día a 4°C. No se encontraron diferencias entre 0, 2, 3 y 4 días de almacenamiento a 4°C.

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO A 4°C	PORCENTAJE DE FLORES ABIERTAS AL DIA 6	PORCENTAJE DE FLORES MARCHITAS AL DIA 6
0 DÍAS	86.4 ± 9.6	13.8 ± 11.7
1 DÍA	67.2 ± 14.9	34.1 ± 12.5
2 DÍAS	76.1 ± 9.5	23.9 ± 6.1
3 DÍAS	70.9 ± 17.7	20.0 ± 13.3
4 DÍAS	74.3 ± 6.6	25.4 ± 7.4
5 DÍAS	90.9 ± 10.3	9.0 ± 11.4

**Tabla 3.** Porcentaje de Flores abiertas y marchitas al sexto día de vida en florero en espigas de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” almacenadas a 4°C durante 0, 1, 2, 3, 4 y 5 días. Cada dato es el promedio de 12 repeticiones.

#### 7.1.4 flores marchitas.

Con respecto al porcentaje de flores marchitas de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” al sexto día de vida en florero, se observó una respuesta opuesta al porcentaje de flores abiertas, es decir; las espigas almacenadas a 4°C durante 5 días presentaron en este caso el menor porcentaje de flores marchitas, con tan sólo 9.0%, indicando así una mejor apariencia estética. De igual manera, no se encontraron diferencias significativas con respecto a los porcentajes de flores marchitas entre las espigas almacenadas a 4°C durante 0, 2, 3 y 4 días respectivamente (**Tabla 3**). Lo anterior fue el criterio para determinar que cinco días de almacenamiento a 4°C correlacionó con una mayor longevidad de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” cuando se le aplica una solución de sacarosa al 4.5% en combinación con 0.6gL<sup>-1</sup> de sulfato de aluminio. Por esta razón, para la segunda fase del diseño experimental se realizó un estudio comparativo entre flores de gladiola almacenadas a 4°C durante 5 días y flores sin almacenar

## 7.2 FASE 2

A partir de aquí, se presentan los resultados y discusión correspondientes al efecto que tienen las soluciones preparadas con  $0.6\text{gL}^{-1}$  de sulfato de aluminio y 4.5% de sacarosa, tanto solas como combinadas (todas a un pH de 3.5), sobre las variables hídricas y fisiológicas en la vida postcosecha de flores de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” tanto almacenadas a  $4^{\circ}\text{C}$  durante 5 días como no almacenadas.

Cada gráfica se describe y discute en pares, es decir; comparando flores almacenadas y no almacenadas con el fin de encontrar algún posible efecto del almacenamiento sobre las variables de repuesta evaluadas, mismas que aparecen a continuación.

### 7.2.1 Peso Fresco

**A) Control.** No se registraron diferencias tanto en flores almacenadas como no almacenadas hasta el cuarto día de vida en probeta, observándose, sin embargo; una tendencia de mayor peso fresco en las espigas que no fueron almacenadas las cuales aumentaron su peso hasta el tercer día de aplicados los tratamientos. Cabe mencionar que las espigas almacenadas aumentaron su peso únicamente hasta el segundo día de vida en probeta (Figura 3A). Después de este tiempo, ambas condiciones registraron una disminución en el peso fresco siendo significativamente más acentuado en las flores almacenadas a partir del cuarto día, esto correlacionó a su vez con menor longevidad (Figura 5A)

**B) Sulfato de aluminio.** No se encontraron diferencias significativas entre espigas con y sin almacenamiento tanto en la ganancia como en la pérdida de peso, observándose una menor tasa de pérdida de peso en las espigas no almacenadas, lo cual se relaciona con una mayor longevidad (Figura 3B y 5B)

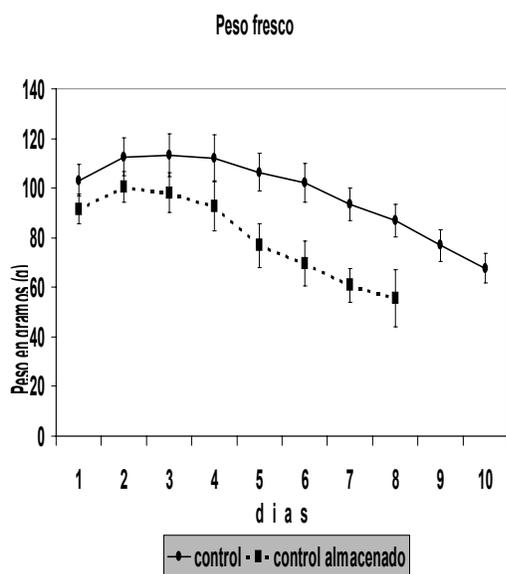
**C) Sacarosa.** Hasta el tercer día se registraron diferencias en la ganancia de peso fresco, siendo mayor en las flores almacenadas, ello sugiere que la sacarosa estimula el incremento de peso fresco durante los primeros días de vida

en probeta en flores de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" cuando se almacenan a 4°C durante 5 días. Después de la inflexión, que ocurre al cuarto y sexto día para flores almacenadas y no almacenadas respectivamente, no se registraron diferencias entre ambas condiciones de manejo (Figura 3C).

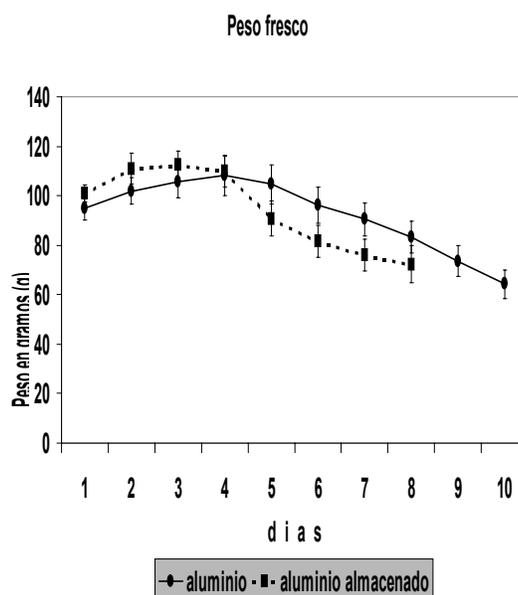
**D) Sacarosa + Sulfato de aluminio.** No se encontraron diferencias entre espigas con y sin almacenamiento, tanto el ascenso como en el descenso de peso fresco (Figura 3D). Considerando la respuesta anterior, de primera instancia, podríamos sugerir que la presencia del sulfato de aluminio tiene un efecto inhibitorio sobre la ganancia de peso fresco en los primeros días de vida en probeta de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega".

Al comparar el incremento de peso en todos los tratamientos encontramos que las espigas florales tratadas con sacarosa + sulfato de aluminio, registraron los promedios más altos al sexto día de vida en probeta con 110.4 y 113.8g para las flores almacenadas y no almacenadas respectivamente. Lo anterior sugiere que esta combinación incrementa los promedios de peso fresco en igual magnitud en ambas condiciones de manejo. Cano (1994) menciona que en flores de corte un suministro de sacarosa aumenta el peso fresco y promueve un mayor flujo hídrico en nuestro caso también incrementó la longevidad (Figura 5C y 5D). Coincidiendo con lo reportado por Liao, *et al.* (2001) quienes encontraron que flores de rosa tratadas con sulfato de aluminio incrementan la vida en probeta como consecuencia de una ganancia en el peso fresco.

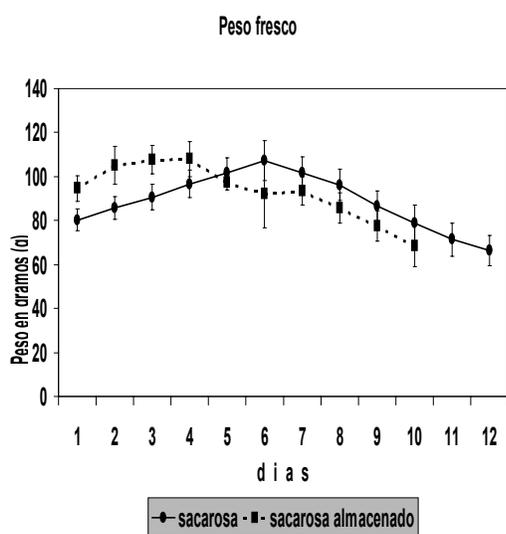
En contraparte, las flores del tratamiento control al sexto día registraron los menores promedios de peso fresco 64.49 y 102.15g para espigas almacenadas y no almacenadas respectivamente, sugiriendo que la ausencia de sacarosa acelera la terminación de la vida en probeta, siendo más acentuada aún cuando existe un almacenamiento previo. Esto concuerda con lo reportado por Coorts (1975), quien asoció una pérdida de peso fresco con una menor longevidad (Figura 3A y 3B) y (Figura 5A y 5B).



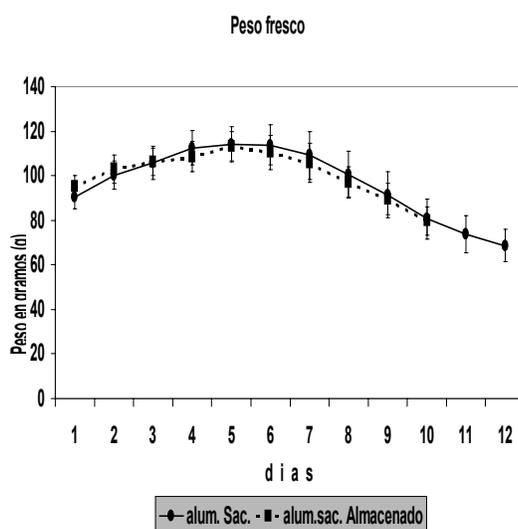
(A)



(B)



(C)



(D)

**FIGURA 3.** Efecto del almacenamiento a 4°C durante 5 días y aplicación de soluciones conservadoras de la longevidad sobre el peso fresco en flor cortada de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” (A) control ----- control almacenado - - - - (B) sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado - - - - (C) sacarosa 4.5% ----- sacarosa 4.5% almacenado - - - - (D) sacarosa 4.5% +sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sacarosa 4.5%+ sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado - - - - Cada dato es el promedio de 12 repeticiones.

### 7.2.2 Consumo hídrico

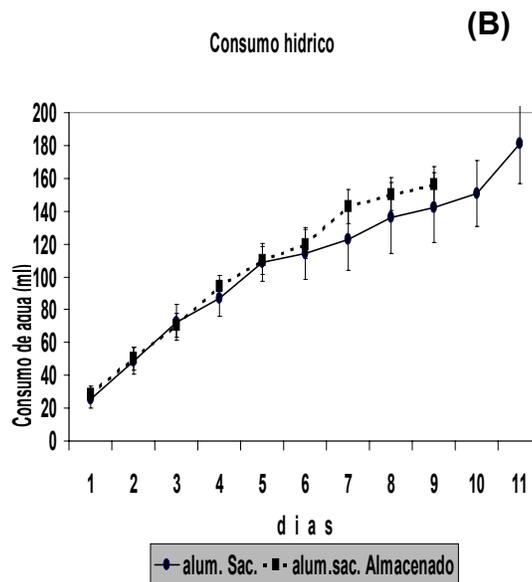
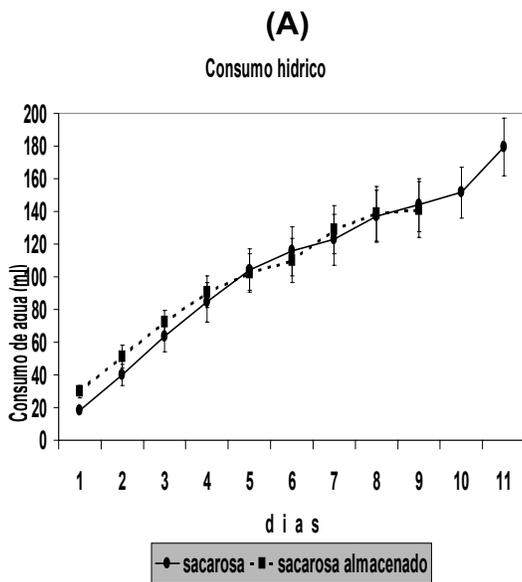
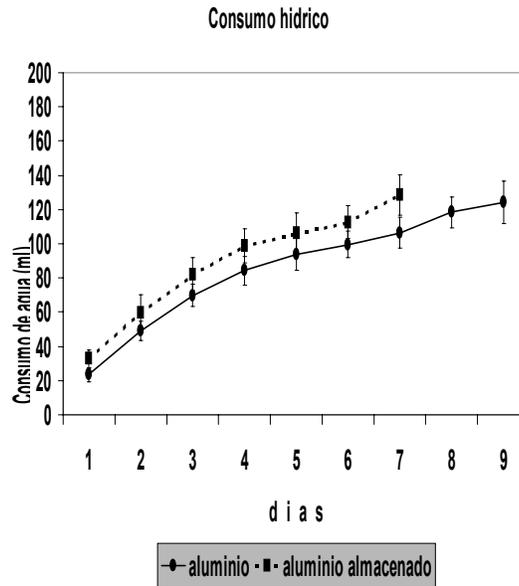
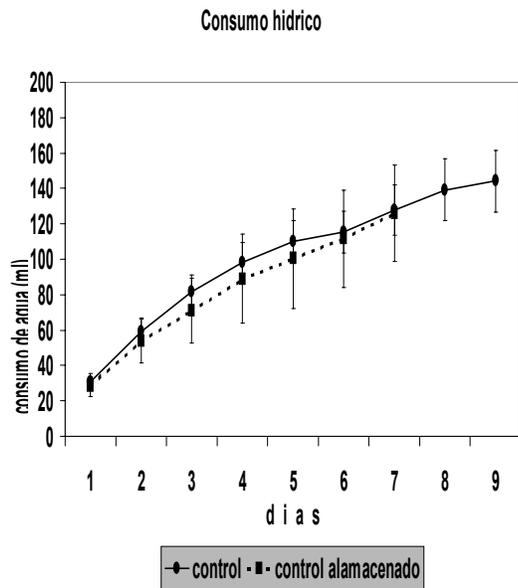
**A) Control.** No se registró diferencias significativas de consumo hídrico entre espigas almacenadas y no almacenadas estas últimas mantuvieron un consumo hídrico acumulado ascendente por 9 días mientras que las primeras lo hicieron durante 7 días, como consecuencia de una senescencia más temprana (Figura 4A).

**B) Sulfato de aluminio.** Al igual que el control, no se registraron diferencias entre espigas almacenadas y no almacenadas estas últimas mantuvieron un consumo hídrico por 9 días mientras que las primeras lo hicieron durante 7 días (Figura 4B).

**C y D) Sacarosa y Sacarosa + sulfato de aluminio.** Tampoco se registraron diferencias significativas entre las espigas almacenadas y no almacenadas. Por efecto de una senescencia acelerada las flores almacenadas sólo absorbieron soluciones hasta el día 9 después de iniciado el experimento (Figura 4 C y 4 D).

Excepto en el control se registró una ligera tendencia de mayor consumo hídrico en las flores almacenadas con respecto a las no almacenadas. En el tratamiento con sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> se registraron los mayores valores de consumo hídrico al sexto día con 119.8 ml para las espigas florales almacenadas y 114.8 ml para las no almacenadas esto coincidió con los mayores valores de peso fresco observados en este mismo tratamiento y quizá como menciona Liao, *et al.* (2001), un efecto antitranspirante del aluminio sea la causa del incremento de peso fresco y a la postre de mayor la longevidad.

El tratamiento que en este experimento registro los menores valores de consumo hídrico fue el sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  con 112.5 ml para espigas almacenadas y 99.66 ml para las no almacenadas esta respuesta estuvo asociada con una menor longevidad en este tratamiento, es decir; el sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  por sí sólo no incrementa la longevidad de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega". Halevy (1981) señala que las flores almacenadas presentan un menor porcentaje de absorción y en consecuencia un menor porcentaje de longevidad en comparación con flores no almacenadas. Resultados similares fueron reportados por Rogers (1973), además; un mayor consumo de agua se relaciona con una mayor longevidad dado que un alto contenido hídrico incrementa el contenido relativo de agua para mantener la turgencia celular de las flores (Elías 2002).



**FIGURA 4.** Efecto del almacenamiento a 4°C durante 5 días y la aplicación de soluciones conservadoras de la longevidad sobre el consumo hídrico en flor cortada de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" (A) control ----- control almacenado - - - - (B) sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> -- ----- sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado - - - - (C) Sacarosa 4.5% ----- sacarosa 4.5% almacenado - - - - (D) sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> + almacenado - - - - . Cada dato es el promedio de 12 repeticiones

### 7.2.3 Longevidad

Se evaluó registrando el porcentaje de flores abiertas y marchitas en los diferentes días de vida en probeta, considerando el sexto día como criterio para determinar longevidad, de esta forma; aquel tratamiento que en el tiempo mencionado contara con el mayor porcentaje de flores abiertas y menor porcentaje de flores marchitas, sería el de mayor longevidad.

#### 7.2.3.1 Porcentaje de flores abiertas

**A) Control.** Se registraron diferencias en el porcentaje de flores abiertas, ocurriendo este evento con mayor rapidez en las flores almacenadas, sin embargo; al cuarto día de vida en florero inicia la disminución de flores abiertas, no así en las flores sin almacenar, que abren más lentamente pero su porcentaje decae también mas lentamente, en este caso, el decaimiento se inició al sexto día de vida en probeta, sugiriendo bajo este criterio, mayor longevidad en las flores no almacenadas (Figura 5A).

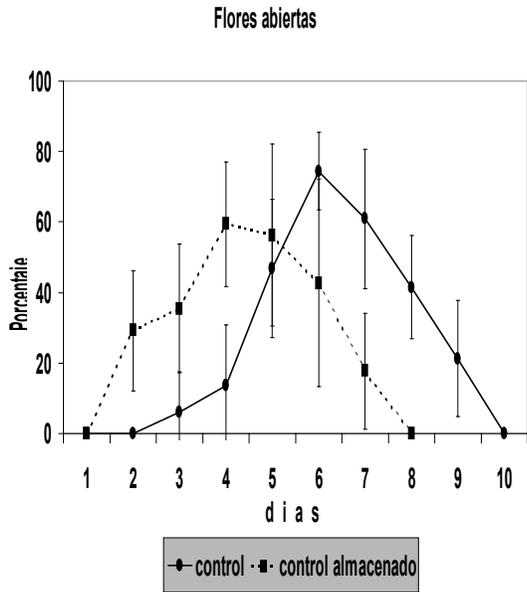
**B) Sulfato de aluminio.** La respuesta en este tratamiento fue similar al control, es decir; se registraron porcentajes de flores abiertas significativamente mayores en las espigas almacenadas, alcanzando los porcentajes más altos (57.91 Y 61.25 %) al cuarto y quinto día respectivamente. Por su parte, las no almacenadas abrieron más lentamente pero alcanzaron porcentajes superiores (85.52 %) al sexto día de vida en probeta, el decaimiento en éstas fue más lento sugiriendo mayor longevidad (Figura 5B).

**C) Sacarosa.** En la figura 5C, se pueden observar hasta el quinto día de vida en probeta, porcentajes de flores abiertas significativamente más altos, en las espigas almacenadas, las cuales alcanzan su valor más alto (88.12g) precisamente en el día 5. Las flores de espigas no almacenadas, abren más lentamente, alcanzando sus mayores porcentajes (89.15 y 90.64 %) en los días 6

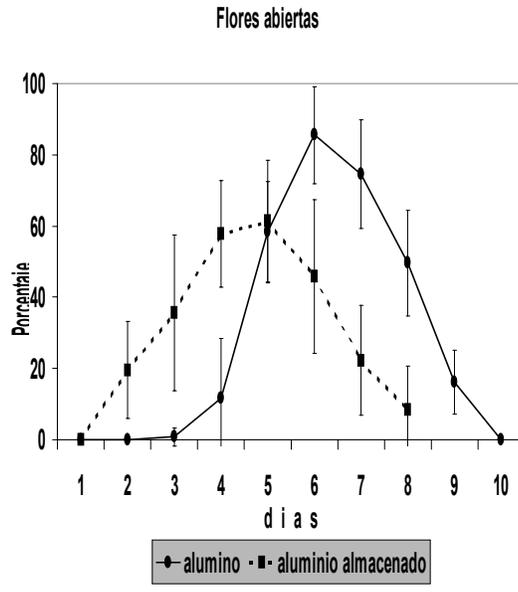
y 7 de vida en probeta respectivamente. En este caso durante el decaimiento no se registraron diferencias significativas entre ambas condiciones de manejo.

**D) Sacarosa + Sulfato de aluminio.** A diferencia de los otros tratamientos, en éste no se registraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de flores abiertas entre las espigas almacenadas y no almacenadas, tanto en el ascenso como en el decaimiento de los porcentajes registrados (Figura, 5D). Cabe destacar sin embargo que las flores almacenadas, registraron al día 5, 6 y 7 de vida en probeta los porcentajes de flores abiertas más altos (79.0, 91.45 y 76.34 %) respectivamente. Mientras que las no almacenadas, en esos mismos días de vida postcosecha sus valores fueron 70.71, 78.22 y 79.90 % respectivamente. Sugiriendo para este tratamiento bajo el criterio de mayor porcentaje de flores abiertas, una mayor longevidad dada por efecto de los productos utilizados y no como consecuencia de las condiciones de manejo.

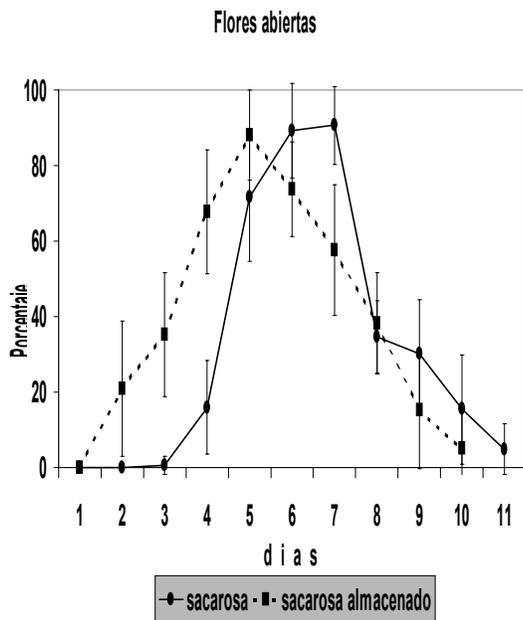
Las flores tratadas con sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> y pH de 3.5 tanto almacenadas como no almacenadas, presentaron los mayores porcentajes de flores abiertas al sexto día de vida en probeta con 91.45 y 78.22 % respectivamente, sin que se registraran diferencias significativas entre ellas. Lo cual sugiere que la combinación de sacarosa con sulfato de aluminio a las concentraciones aplicadas en este experimento, estimulan la apertura de las espigas *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega de independientemente de las condiciones previas de manejo. Cano (1994) encontró que el suministro de sacarosa incrementa la apertura floral. En nuestro experimento, a las espigas que no se les aplicó sacarosa presentaron los menores porcentajes de flores abiertas, obteniéndose en el control un porcentaje promedio de 42.7 y 74.45 % para espigas almacenadas y no almacenadas respectivamente coincidiendo con menores valores de peso fresco. Esto concuerda con lo reportado por (Paulin, 1986) quien menciona que espigas no tratadas con sacarosa presentan un menor porcentaje de flores abiertas encontrando además que reducen su vida postcosecha ya que la sacarosa incrementa la apertura floral.



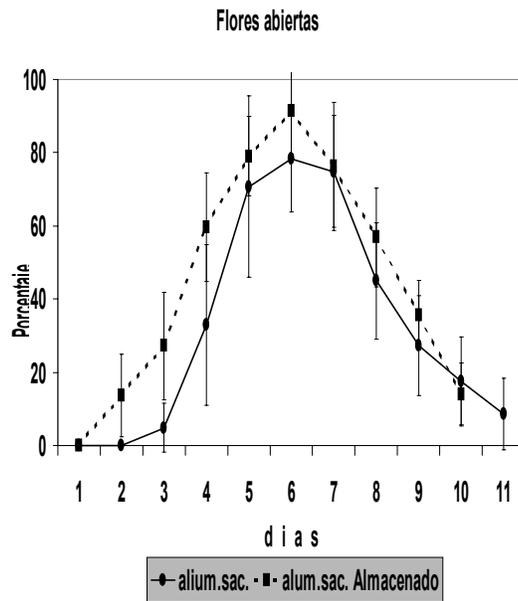
(A)



(B)



(C)



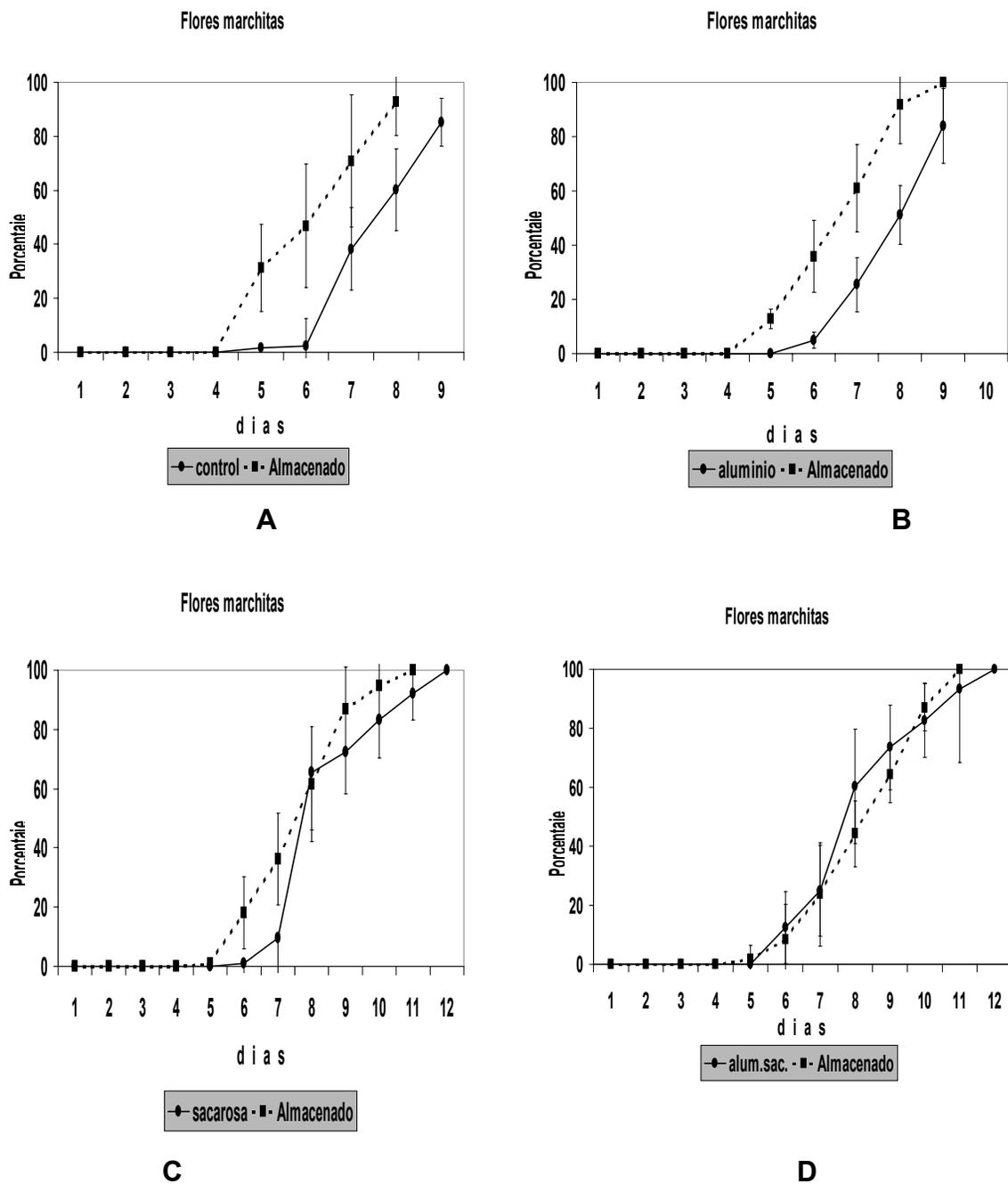
(D)

**FIGURA 5.** Efecto del almacenamiento durante 5 días a una temperatura de 4° C y soluciones conservadoras sobre el porcentaje (%) de flores abiertas de flor cortada de *Gladiolus grandiflorus*. cv. "borrega" (A) control ----- control almacenado ----- (B) sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ---- sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado ----- (C) sacarosa 4.5% ----- sacarosa 4.5% almacenado ----- (D) sacarosa 4.5 %+ sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sacarosa 4.5 %+ sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado ----- . Cada dato es el promedio de 12 repeticiones

### 7.2.3.2 Porcentaje de flores marchitas

La aparición de flores marchitas es más temprana en los tratamientos que no contienen sacarosa (Figura 6A y 6B) dentro de estos es más rápida aún en las espigas almacenadas, las cuales registraron porcentajes alrededor del 20% al quinto día de vida en florero. Las flores no almacenadas, registraron estos mismos porcentajes un día después, es decir; al sexto día de vida en florero. Esto sugiere que independientemente del tratamiento aplicado, el almacenamiento a 4°C durante 5 días acelera el marchitamiento de pétalos en *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega”. Resultados similares fueron encontrados por Mares (1994) quien menciona que en flores almacenadas el fenómeno de la senescencia es más acelerada, como consecuencia de un aumento en el metabolismo al pasar del almacenamiento en frío a temperatura ambiente.

Los tratamientos que contienen sacarosa, ya sea sola o en combinación con sulfato de aluminio, retrasan la aparición de flores marchitas hasta por dos días más en comparación con las que no contienen este azúcar. En las figuras 6B y 6C se observa que las espigas tanto almacenadas como no almacenadas, alcanzaron porcentajes de un 20% de flores marchitas entre el sexto y séptimo día de vida en probeta, sugiriendo que la aplicación de sacarosa retrasa la aparición de flores marchitas independientemente de las técnicas de manejo pretratamientos. Dicho de otra manera la aplicación de sacarosa al 4.5% y particularmente la combinación de esta con  $0.6\text{gL}^{-1}$  de sulfato de aluminio, incrementan la longevidad en espigas florales de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega”. Con respecto al almacenamiento, Cano (1994) señala que la translocación de carbohidratos es sensible a las bajas temperatura, causando una reducción en la velocidad de su movimiento hacia las flores, por lo tanto los azúcares se acumulan en el tallo y en las hojas. Sin embargo, en nuestro experimento no se registraron diferencias entre los tratamientos que recibieron un aporte exógeno de azúcar, ya sean almacenados o no almacenados, descartando así el efecto del almacenamiento sobre la aceleración de la senescencia.



**FIGURA 6.** Efecto del almacenamiento a 4°C durante 5 días y la aplicación de soluciones preservadoras de la longevidad sobre el porcentaje de flores marchitas durante la vida en florero de *Gladiolus grandiflorus*. cv. "borrega" (A) control ----- control almacenado - - - - - (B) sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado - - - - - (C) sacarosa 4.5% ----- sacarosa 4.5% almacenado - - - - - (D) sacarosa 4.5 %+ sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sacarosa 4.5 %+ sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado - - - - - . Cada dato es el promedio de 12 repeticiones.

#### 7.2.4 Contenido Relativo de Agua (CRA)

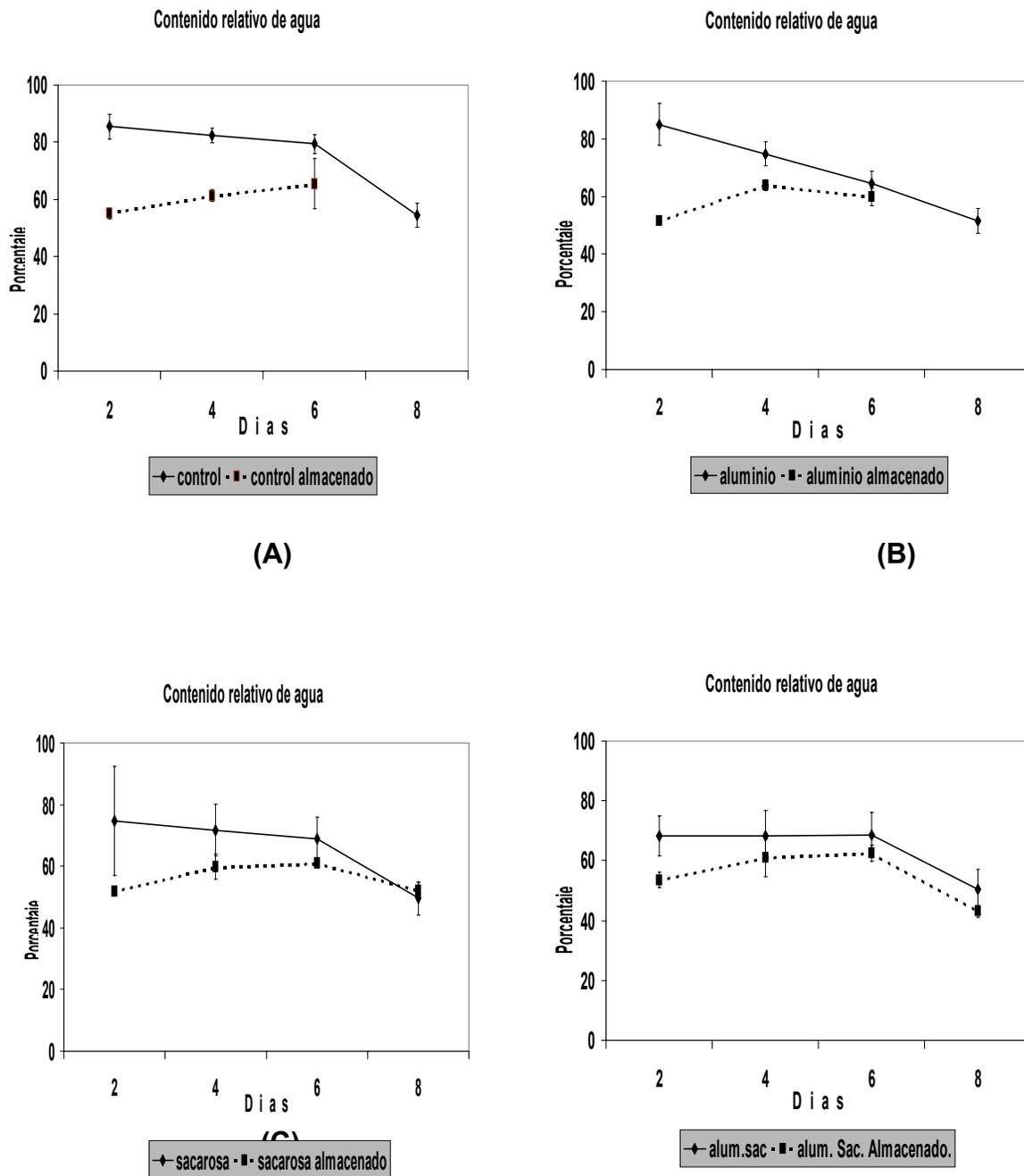
**A) Control.** En todas las evaluaciones realizadas durante la vida postcosecha de *Gladiolus grandiflorus*. cv. “borrega” las espigas no almacenadas, registraron porcentajes de CRA, significativamente superiores con respecto a las almacenadas. Al sexto día de vida en probeta, las primeras registraron un CRA promedio de 79.34 %, mientras que en las segundas, se observó un CRA promedio de 65.47 % (Figura 4A). Al parecer, valores bajos de CRA, tienen un efecto directo sobre la turgencia petalar, manifestada como aparición rápida de pétalos marchitos en flores almacenadas sin adición de algún compuesto químico (Figura 3A).

**B) Sulfato de aluminio.** En la (figura 4B) se puede observar que las flores almacenadas registraron valores de CRA significativamente inferiores con respecto a las no almacenadas, hasta el cuarto día de vida en probeta. En el sexto día, se registraron valores de 59.89% y 64.49% tanto en flores almacenadas como no almacenadas respectivamente.

**C) Sacarosa.** Los registros de contenido relativo de agua fueron mayores en las flores no almacenadas, sin embargo; no se registraron diferencias entre ambas condiciones de manejo, excepto para la evaluación realizada a los 2 días de vida en probeta (Figura 4C). Al sexto día, se registró un CRA de 66.93 y 68.92% para las flores almacenadas y no almacenadas respectivamente. Al igual que en el porcentaje de flores abiertas, la aplicación de sacarosa exógena a la solución promueve la turgencia celular evaluada como contenido relativo de agua independientemente de las condiciones de manejo.

**D) Sacarosa + sulfato de aluminio.** Excepto para el día 2 de vida en probeta, no se registraron diferencias entre las flores almacenadas y no almacenadas, siendo estas últimas las que registraron mayor turgencia celular evaluada como contenido relativo de agua. Es importante destacar que en este tratamiento, los valores de CRA fueron más constantes durante todas las evaluaciones de vida en probeta realizadas para este experimento. Al sexto día se registraron porcentajes de 62.51 y 68.54 % para flores almacenadas y no almacenadas respectivamente (Figura 4D).

En general, los valores más altos de CRA se registraron en las flores no almacenadas, sugiriendo que el almacenamiento a 4°C durante 5 días de *Gladiolus grandiflorus* cv “borrega” disminuye la turgencia celular evaluada como contenido relativo de agua. Con respecto al tiempo de vida en probeta, los valores de CRA disminuyeron conforme se acercaba la senescencia. Particularmente, cuando se aplicó sacarosa en combinación con sulfato de aluminio a la solución, se registraron pocos cambios de CRA en los diferentes tiempos de evaluación, sugiriendo mayor turgencia celular la cual se manifestó como mayor porcentaje de flores abiertas, mayor consumo hídrico y mayor longevidad independientemente de las condiciones de manejo. Al respecto, Reid (1986) encontró mayor apertura floral con valores altos de CRA, mencionando que esta condición tiene un efecto directo sobre el alargamiento de la vida postcosecha de flores de gladiola.



**FIGURA 4.** Efecto del almacenamiento a 4°C, durante 5 días y la aplicación de soluciones conservadoras de la longevidad sobre el contenido relativo de agua en flor cortada de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" **(A)** control ----- control almacenado ----- **(B)** sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado ----- **(C)** Sacarosa 4.5% --- --- sacarosa 4.5 % almacenado ----- **(D)** + Sacarosa 4.5% +sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ---- ---- Sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio almacenado 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- . Cada dato es el promedio de 12 repeticiones

### 7.2.5 Potencial hídrico.

**A) Control.** Excepto en el sexto día de vida en probeta, se registraron diferencias en los valores de potencial hídrico tanto en espigas almacenadas como no almacenadas observándose en las primeras los registros más bajos (Figura 5A). Esta respuesta coincide con la observada en el contenido relativo de agua reforzando la propuesta de que el almacenamiento afecta la turgencia celular de las flores de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega” Al sexto día de vida en florero se registraron valores de  $-5.86$  y  $-4.76$  bares para las flores almacenadas y no almacenadas respectivamente.

**B) Sulfato de aluminio.** Excepto para el sexto día de vida en probeta donde se registraron valores de potencial hídrico de  $-4.63$  y  $-4.56$  bares para las flores almacenadas y no almacenadas respectivamente, las flores no almacenadas, registraron valores superiores de potencial hídrico al compararse con las almacenadas a  $4^{\circ}\text{C}$  durante 5 días (Figura 5B), sugiriendo esta respuesta que el almacenamiento disminuye el potencial hídrico de flores de *Gladiolus grandiflorus* cv. “borrega”

**C) Sacarosa.** No se encontraron diferencias en los registros de potencial hídrico entre espigas almacenadas y no almacenadas (Figura 5C), observándose una disminución gradual de esta variable de respuesta conforme transcurrió la vida en probeta, lo cual se explica por una disminución de la turgencia celular (Figura 4C) y marchitamiento de los pétalos (Figura 3C).

**D) Sacarosa + sulfato de aluminio.** Particularmente en este tratamiento no se registraron diferencias de potencial hídrico entre espigas almacenadas y no almacenadas en ninguna de las evaluaciones realizadas durante la vida en probeta (Figura 5D). Cabe destacar que al igual que con el contenido relativo de agua, los valores de potencial hídrico se mantuvieron constantes, sugiriendo cierta estabilidad en cuanto al estado de hidratación en los pétalos de *Gladiolus*

grandiflorus cv. “borrega”, lo cual se tradujo como una mayor longevidad para este tratamiento independientemente de las condiciones de manejo. Al sexto día de vida en probeta, se registraron valores de -3.5 y -3.66 bares, para espigas almacenadas y no almacenadas respectivamente.

Al igual que el contenido relativo de agua, las flores no almacenadas registraron los mayores valores de potencial hídrico. Con respecto al tiempo de vida en probeta, en todos los tratamientos y condiciones de almacenamiento se observó una disminución de esta variable de respuesta conforme se acercaba la senescencia, lo cual se asoció con una disminución en la turgencia petalar manifestada con la aparición de flores marchitas o con cierto grado de marchites (Figura 3 A,B,C y D) .

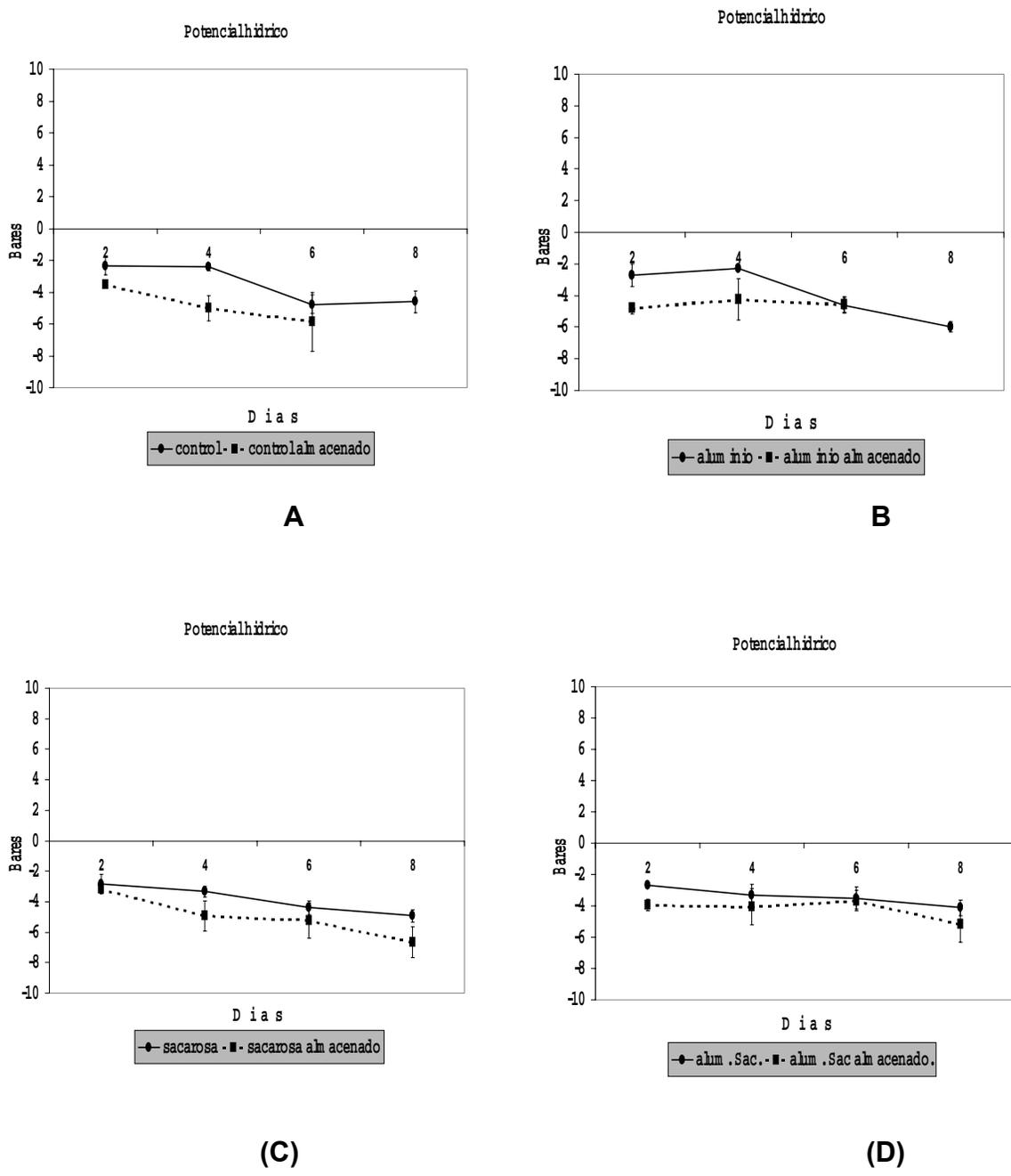
Con respecto al almacenamiento, Lira (1994) encontró que el potencial hídrico disminuye como consecuencia de una reducción en la temperatura y aplicación de solutos, lo cual conlleva a una disminución del movimiento de agua en el tejido manifestándose con bajos niveles de CRA, disminución de la turgencia celular y aceleración de la senescencia en los pétalos de las flores.

En este experimento se observó que el almacenamiento a 4°C durante 5 días abate el potencial hídrico independientemente del tipo de preservador químico utilizado (figura 4). Cabe destacar sin embargo; que al agregar sulfato de aluminio y sacarosa, ya sea solos o combinados, no se registraron diferencias tanto en el CRA como el potencial hídrico, sugiriendo un estado de turgencia petalar similar en ambas condiciones de manejo, las siguientes son algunas de las posibilidades que podrían explicar este hecho:

a) Que los productos químicos utilizados hayan favorecido el flujo hídrico hacia el tallo floral como consecuencia en la disminución del pH de la solución, y no por la modificación del potencial hídrico de la misma.

b) Que las espigas no almacenadas hubiesen registrado una tasa mayor de transpiración (variable no evaluada) comparadas con las almacenadas y por lo tanto sus variables hídricas registraran valores similares en los diferentes tiempos de evaluación.

Aunque el flujo de agua en el sistema solución-tallo-hoja-flor-atmósfera ocurre por efecto de un gradiente de potencial hídrico, es claro que la fuerza transpiratoria contribuye en este proceso modificando a su vez el estado de turgencia celular en los pétalos.



**FIGURA 5.** Efecto del almacenamiento a 4°C durante 5 días y la aplicación de soluciones conservadoras de la longevidad sobre el potencial hídrico en flor cortada de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" **(A)** control ----- control almacenado ----- **(B)** sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ---- sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado ----- **(C)** sacarosa 4.5% ----- sacarosa 4.5% almacenado ----- **(D)** + sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- .Cada dato es el promedio de 12 repeticiones.

### 7.2.6 Concentración de sacarosa

**A) Control.** Los registros más altos de sacarosa se obtuvieron en la primera (0 días de vida en probeta) y cuarta (7 días de vida en probeta) evaluación (Figura 6A.), Con valores entre 13.93 y 13.06 mg/g para las flores almacenadas y entre 13.25 y 6.74 mg/g para las no almacenadas respectivamente, mientras que en las evaluaciones realizadas en el tercero y quinto día de vida en probeta se registraron concentraciones de sacarosa inferiores 10mg/g de tejido fresco Cabe destacar que no se obtuvieron diferencias debidas a las condiciones previas de manejos, es decir; almacenadas y no almacenadas.

**B) Sulfato de aluminio.** Con este tratamiento se observó al tiempo cero de vida en florero, una concentración de sacarosa de 13.93 mg/g para las flores almacenadas y de 12.95 mg/g para las no almacenadas (Figura 6B), disminuyendo esta concentración por debajo de 10mg/g de tejido fresco en las evaluaciones al tercero, quinto y séptimo día de vida en probeta. Al igual que en el control, no se observaron diferencias por efecto de las condiciones previas de manejo. Nowak y Rudnicki (1990) sugieren que para la apertura floral se requiere una mayor concentración endógena de sacarosa, lo cual coincide con nuestros resultados, ya que al tiempo cero (previo al montaje del experimento) se registraron las concentraciones más altas de sacarosa, justo antes del inicio de la apertura floral.

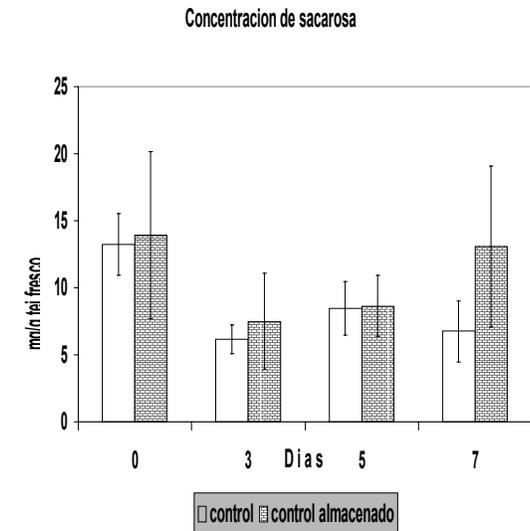
**C) Sacarosa.** En este tratamiento, no se observaron diferencias claras de la concentración de sacarosa con respecto a los diferentes tiempos de evaluación y las condiciones previas de manejo (Figura 6C). Sin embargo; las concentraciones endógenas de sacarosa son superiores a 10 mg/g tejido fresco, lo cual sugiere cierto efecto del azúcar aplicado en la solución sobre la acumulación de ésta en los pétalos.

**D) Sacarosa + sulfato de aluminio.** En este tratamiento se observó al tiempo cero, una concentración de sacarosa de 13.93 mg/g para las flores almacenadas y de 12.92 mg/g para las no almacenadas (Figura 6D), disminuyendo esta concentración en forma gradual por debajo de 10mg/g de tejido fresco en las evaluaciones subsecuentes. Cabe mencionar que no se registraron diferencias por efecto de las condiciones de manejo.

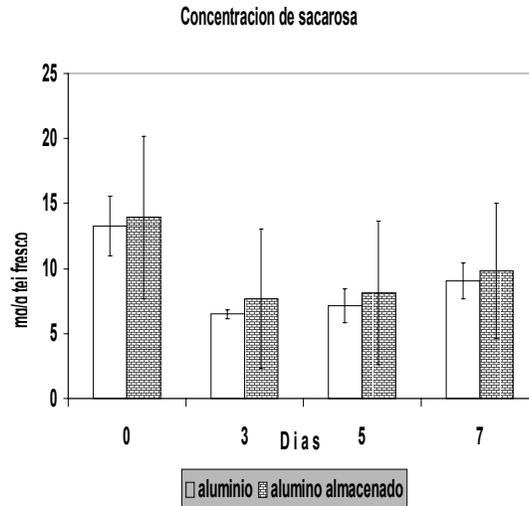
De manera general, se observó una tendencia de mayores concentraciones de sacarosa en las flores almacenadas a 4°C durante 5 días con respecto a las no almacenadas (Figura 6 A, B, C y D). Crowe y Crowe (1986) e Ichimura (1998) sugieren que la mayor concentración de sacarosa en las flores almacenadas a bajas temperaturas, se debe a un ajuste osmótico por efecto de un déficit hídrico, de tal forma que la sacarosa permite mantener la integridad de la membrana celular cuando se presenta dicho evento. Los azúcares no solo reemplazan el agua manteniendo la estructura de la membrana sino que además preservan la integridad de la misma brindando protección a las proteínas. Cabe resaltar que en nuestro experimento, las flores almacenadas registraron tendencias de mayor concentración de sacarosa, menores contenidos relativos de agua y menor potencial hídrico, aunque no podemos asegurar que se haya presentado déficit hídrico y menos aún ajuste osmótico como sugieren los autores arriba mencionados.

Paulin (1986) menciona que la temperatura influye de manera importante en la disminución de la concentración de sacarosa, es decir; altas temperaturas aceleran el desarrollo floral y por ende la senescencia. Lo anterior podría relacionarse con los menores registros de sacarosa en las flores no almacenadas a 4°C durante 5 días, de tal forma que la temperatura del laboratorio (superior a 22°C) pudo tener un efecto negativo sobre la concentración de sacarosa en las flores no almacenadas.

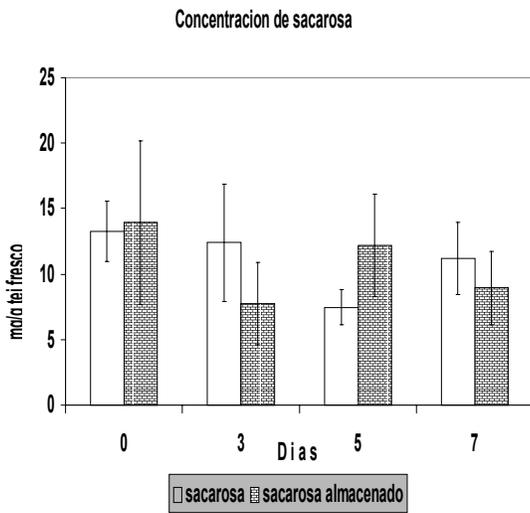
Por otro lado, el tratamiento con sulfato de aluminio en combinación con sacarosa, registró el mayor porcentaje de flores abiertas, asociado a un mayor consumo hídrico, menor decaimiento de peso fresco, menor porcentaje de flores marchitas, valores tanto de contenido relativo de agua como de potencial hídrico más estables y un decaimiento gradual en la concentración de sacarosa, todas estas combinaciones de resultados se tradujeron en una mayor longevidad de *Gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" independientemente de las condiciones de manejo.



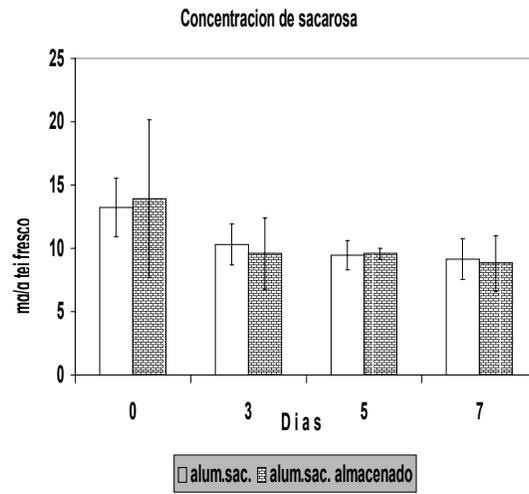
(A)



(B)



(C)



(D)

**FIGURA 6.** Efecto del almacenamiento a 4°C durante 5 días y la aplicación de soluciones conservadoras de la longevidad sobre la concentración de sacarosa en flor cortada de *Gladiolus grandiflorus*. cv. "borrega" (A) control ----- control almacenado ----- (B) sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado ----- (C) sacarosa 4.5% ----- sacarosa 4.5 % almacenado ----- (D) sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> ----- sacarosa 4.5% + sulfato de aluminio 0.6 gL<sup>-1</sup> almacenado ----- . Cada dato es el promedio de 12 repeticiones

## 8.0 CONCLUSIONES

Basándose en los resultados encontrados en el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones.

---- La vida postcosecha de *gladiolus grandiflorus* cv. "borrega" se incrementa cuando se les aplica una solución de  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  de sulfato de aluminio en combinación con sacarosa al 4.5%, independientemente de las condiciones previas de almacenamiento a  $4^{\circ}\text{C}$  durante 5 días.

---- El uso de sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  combinado con sacarosa al 4.5%, incrementa los promedios de peso fresco y consumo hídrico tanto para flores almacenadas como no almacenadas, favoreciendo una mayor longevidad.

---- La aplicación de sacarosa al 4.5%, sola o combinada con  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  de sulfato de aluminio tienen efectos positivos sobre la apertura traduciéndose en un mayor porcentaje de flores abiertas y un retraso en la aparición de flores marchitas, conllevando así a una mayor longevidad.

---- El uso de una solución preparada con sulfato de aluminio  $0.6 \text{ gL}^{-1}$  en combinación con sacarosa al 4.5% durante la vida en probeta de flores cortadas de *gladiolus grandiflorus* cv. "borrega", permite mantener con pocas fluctuaciones tanto el contenido relativo de agua como el potencial hídrico, ya sea en espigas almacenadas o no almacenadas.

---- Lo anterior conlleva a una mayor turgencia en los pétalos, traduciéndose a su vez en una mayor longevidad.

## **9.0 COMENTARIO FINAL**

Para asegurar un buen desarrollo de las flores postcosecha de gladiola se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones. Aportar un buen suministro de nutrientes para asegurar un mejor desarrollo y evitar la diseminación de enfermedades, las flores de corte requieren una especial atención en el manejo postcosecha de las técnicas de almacenamiento así como en los factores que influyen en la longevidad como son la temperatura humedad luz y sobre todo el almacenamiento ya que un alto porcentaje de flores se llega a perder por un mal manejo. Un almacenamiento a 4 °C resulta eficaz para prolongar la vida postcosecha de gladiola así como la aportación de sacarosa ya que esta aporta los substratos para la respiración además ayuda a aumentar la apertura floral por mas días también es importante por que incrementa la turgencia celular lo que implica aumentos en los porcentajes de CRA y potencial hídrico. Con los resultados encontrados se pueden hacer las siguientes recomendaciones encontrar la relación existente entre la acumulación de sacarosa y el almacenamiento y poder así caracterizar la forma como se da la translocación de la sacarosa después del tratamiento en frío este proceso podría ser observado mediante técnicas de marcaje para poder determinar donde es incorporada y también se podría determinar la velocidad de respiración para detectar su incremento y de esta manera poder utilizar algún compuesto que la bloquee y permitir prolongar la vida en flor de corte. Con los resultados mostrados en el presente trabajo se tiene una perspectiva más clara de la importancia que tienen los estudios en la fisiología de la flor de corte dentro de la fisiología.

## 10.0 BIBLIOGRAFIA

- Alcalde B.,S ( coordinador). Programa Académico interdisciplinario en floricultura. Propuesta para su creación (Documento para análisis y discusión sobre la creación del Programa Académico Interdisciplinario de floricultura en el colegio de postgraduados). Colegio de postgraduados, México. 1993.
- Beevers, L .1976 . Senescence. Plant biochemistry. ( ed.) j. Bonner and J.E. Varner. Academic Press. U.S.A. pag. 771-793.
- Borochoy, a. y Mayak , S (1986) The fate of membrane proteins during flowers senescence . Acta Hort.. 181:75-80.
- Bravdo, B, S. Mayak y Y. Gravrieli. 1974. Sucrose and water uptake from concentrated sucrose solutions by gladiolus shoots and the effect of these treatments on floret life. Can .J. Bot. 52: 1271-1281.
- Cano M. R . y Viramontes A.G 1994. Efecto de la 8-Hidroxiquinolina citrato y sacarosa en la conservación refrigerada de la flor cortada de gladiola. Ing. Agrícola. UACH México.
- Centro de Comercio Internacional UNTDA/GATT. Productos de floricultura: estudio de mercados importantes. Centro de Comercio Internacional UNTAD/GATT. Ginebra, Suiza. 321 p.1987.
- Coorts.G . D 1975 Internal metabolic changes in cut flowers. Hortscience. 8 (3):195-199.
- Crowe, JH Y Crowe, L.M 1986 Stabilization of membrane in anhydrobiotic organisms. pp 188-202. In. A.C. Leopold Membranes, metabolism and dry organisms Cornell . University. Press, Ithaca, NY

- Dole, M. J y Schnelle, A.M.1998. The Care and Handling of Cut Flowers. Oklahoma Cooperative Extension Service • Division of Agricultural Sciences and Natural Resources F-6426: p F-6426.1 - F-6426.4
- De stigter, H.C.M (1981) Effects of glucose with 8-hydroxiquinoline sulgate or aluminium sulfate on the water balance of cut “Sonia” roses – Z . Pflanzenphysiol. 101:95-105.
- Elías, A. J. B 2002 Efecto de 3 preservadores de la longevidad sobre la fisiología y flujo hídrico en flor cortada de Rosa sp.cv. Royalty. Tesis de licenciatura, Biólogo. UNAM.
- FONEP. 1984. Cultivo de la Gladiola. Villaguerrero, Estado De México. Estudio Tecnoeconómico
- Gómez G.G. La horticultura ornamental alternativa para el sector social rural (Organización Asociativa).IV Congreso Nacional de Horticultura ornamental, 20 – 25 de marzo de 1994, Chapingo, Texcoco, Estado de México. Programa y resúmenes. Universidad Autónoma Chapingo. Mexico.pp.13. 1994.
- Halevy, A. H y S. Mayak 1979 Senescence and postharvest physiology of cut flowers Part .1. in J. Janick (ed.). Horticultural Review. 1. 204-236.
- Halevy, A. H y S. Mayak 1981 Senescence and postharvest physiology of cut flowers Part II. In. J. Janick (ed.) Horticulturre reviews. Vol. 3: 59- 143.
- Ichimura,K y T, Hiraya . 1999. Effects of temperature and application of Aluminium sulfate on the postharsvest life of cut rose flowers. Bull.Natl. Res.Innst.Veg.Ornam. planst y Tea . Japan 13: 51-60.
- Janick, Jules .Horticultural Science. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 608 p. 1979.

- Krofaneck, A.M y A.M Halevy. 1976 .Sucrose pulsing of gladiolus stems before storage to increase spike quality. HortScience. 11 (6): 572-573.
- Leszczynska-Borys, H. 1992. Potencial genético de plantas ornamentales, parte integral de horticultura ambiental. En : Memoria de resúmenes del III Congreso Nacional de Horticultura Ornamental. Cuernavaca, Morelos. SOMEHOAC.
- Lewis, G. J., Obermeyer,A.A., y Bernard,T.T 1972 Gladiolus- A revision of the South African species. J.S.Afr.Bot, 10 (Suppl.).
- Liao, J.L., Lin, L. Y., Huang, K.L y Chen, W.S. 2001. Vase life of life of eustoma grandiflorum as affected by aluminum sulfated. Botanical Bulletin of Academia Sinica 42: 35-38.
- Lira. S.H. (1994) Fisiología vegetal. Trillas. México.
- Mauroskey. F , J . 1971. Efects of temperature, container venting and spike wrap during simulated shipping and use of floral preservative on subsequent floral opening and quality of gladiolus . Proc. Am . Soc. Hort.Sci. Trop. Reg. 15: 215-222.
- Mayak, S.1986. Storage environment related stress and flowers senescence. In Symposium on Post-Harvest Physiology of Ornamentals. H.C.M de Stiger. Acta Hort.181: 33-43.
- Mayak,s. Bravdo, V. Guilli A. y Halevy, A.H. (1973). Improvement of opening of cut gladioli flowers by pretreatment with high sugar concentration. Scientia Horticulturae. 1: 143-149.

- Nelson , P.V.1978. Greenhouse. Operation and management. Reston Publishing Co. Inc. Reston, Virginia. Pag. 439-451.
- Nell T.A y Reid M.S 2002 postcosecha de las flores y las plantas , Edit. Hortitecna, 2° Edición . Bogota Colombia.
- Nowak,J. y R.M. Rudnicki. 1990 Post-harvest handling and storage of cut flowers, florist green, and potted plants. Edit. Timber Press Portland Oregon. Polonia. 210 pag.
- Paulin, A. 1986 .Influence exogenous sugar on the evolution of some senescence parameters of petal. Acta Horticulturae. 181: 183-188.
- Paulin A. 1997. La postcosecha de las flores cortadas : Bases fisiológicas, 2° Edición , Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas en Francia.
- Reid, M. S 1986 . Sistemas para el manejo postcosecha de ornamentales. In : Memorias sobre el manejo y conservación de frutas, hortalizas y flores. Guadalajara. Jal. (Ed.) FIRA Banco de México. p 167-176.
- Rogers. M.N. 1973. Historical and critical review of post-harvest physiology research on cut flowers. Hort Sci. 8 (3) : 189-194.
- Rudnicki, R. M. D. Goszczynska, y J. Noowak. 1988. Storage of cut flowers. In Third International Symposium on Post-harvest Physiology of Ornamentals, Acta Hort. 181: 285-296.
- Sacalis, J. N 1975. Sucrose: patterns of uptake and some effects on cut flowers senescence. Acta Hort. 41: 45 –55.M.

- Simonson, J. y Hildebrandt, A.C (1971). In vitro growth and differentiation of *gladiolus* plants from callus cultures. *cAn.J.Bot.* 49, 1817-1819.
- Strasburger, E., F. Noll, H. Schnck y A.F.W Schimper. 1986. Tratado de botánica. 7ª Edición. Ediciones Omega. Barcelona.
- Stefan, G. y Gray, D. (1990) Growth determination and medium analysis en pollar J.W y J.M Walter. *Methods in molecular biology, Plant Cell and Tissue Culture Humana. Press. Uk.* 13-27.
- Sytsema, W. (1975) Conditions for measuring vase life of cut flowers. *Acta Horticulturae.* 41 :217-226.
- Tapia, S.M. E. 1982 Estudio geográfico de la producción del gladiolo y su comercialización en la zona Zitacuaro - Tuxpan, Mich. Tesis de Maestría en Ciencias. UNAM. México D.F.
- Toledo, M. V. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo XIV* 81:17-30.
- Van Doorn, W.G 1997. Water relations of cut flowers. *Hort. Rev.* 18: 1 –85.
- Woltz, S.S (1976) Fertilization of *gladiolus*. *GladioGrams.* 21, 1-5.
- Wilfret, G.J y Raulston, J.C. (1974) Influence of shearing height at flowering on *gladiolus* corm and cormel production. *J. Amer.Soc.Hort. Sci.* 99, 38-40.
- Yang, S.F y Hoffman, N.E (1985) Ethylene biosynthesis and regulation in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35 . 155-189.