

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

SOLUCIONES PRESERVADORAS Y PERFILES ENZIMATICOS
EN POSTCOSECHA DE FLORES DE ALCATRAZ
(*Zantedeschia aethiopica* L. Spreng).



TESIS

PRESENTADA:

POR

EMANUEL VICTOR CRUZ SAN PEDRO

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Como requisito parcial
para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

CHAPINGO, MEXICO

1996



DX 85627
- 151765

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

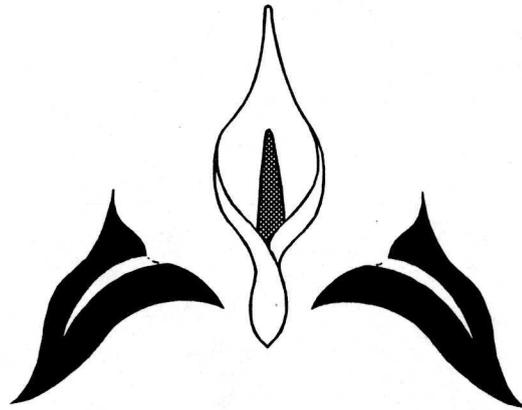
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

COORDINACION DE POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

**SOLUCIONES PRESERVADORAS Y PERFILES ENZIMATICOS EN
POSTCOSECHA DE FLORES DE ALCATRAZ**

(*Zantedeschia aethiopica* L. Spreng).



EMANUEL VICTOR CRUZ SAN PEDRO.

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ ASESOR
INDICADO, HA SIDO REVISADA Y APROBADA POR LOS MISMOS, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**

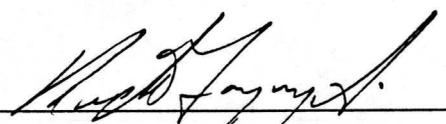
COMITE ASESOR

PRESIDENTE:



DRA. MARÍA TERESA COLINAS LEÓN

ASESOR:



DR. HECTOR LOZOYA SALDAÑA

ASESOR:



DR. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS

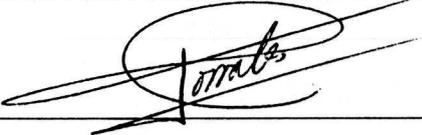
EL JURADO DEL EXAMEN DE GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS EN
HORTICULTURA ESTUVO CONSTITUIDO POR:

PRESIDENTE: 
DRA. MARÍA TERESA COLINAS LEÓN

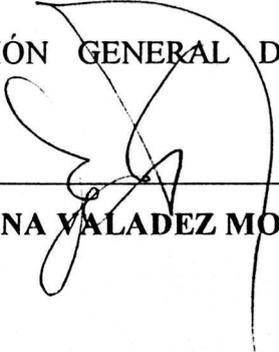
ASESOR: 
DR. HECTOR LOZOYA SALDAÑA

ASESOR: 
DR. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS

REPRESENTANTE DE LA COORDINACIÓN DEPARTAMENTAL DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO.


DR. JOSE JOEL CORRALES GARCÍA

REPRESENTANTE DE LA COORDINACIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO.


M.C. ERNESTINA VALADEZ MOCTEZUMA

Cada uno de los cuales revisó y aprobó la tesis presentada.

Chapingo, México, agosto de 1996.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, en especial al **Programa Maestría en Ciencias en Horticultura del Departamento de Fitotecnia** por el apoyo otorgado al autor durante la realización de los estudios de maestría.

A la **Dra María Teresa Colinas León** por su valiosa dirección en el trabajo de investigación así como por los conocimientos impartidos en sus cursos.

Al **Dr. Hector Lozoya Saldaña** por su apoyo durante la realización del trabajo de investigación así como por sus valiosos consejos.

Al **Dr. Jaime Sahagun Castellanos** por su valiosa asesoría y orientación durante la redacción del presente trabajo y su apoyo como primer Coordinador del programa de Maestría en Horticultura.

A los profesores y al personal de apoyo del Programa de Maestría en Horticultura por las enseñanzas y habilidades proporcionadas.

A todas aquellas personas que de alguna manera hicieron posible la realización del presente trabajo.

DEDICATORIAS

**A MI COMPAÑERA:
GUADALUPE REYNA GÓMEZ
POR SU AMOR Y APOYO DECIDIDO.**

**A MIS PADRES:
MELQUIADEZ CRUZ LÓPEZ Y VALERIA SAN PEDRO ESPINOSA
POR SU CARIÑO Y COMPRENSIÓN.**

**A
LUPITA
CON CARIÑO ESPECIAL.**

**A MIS HERMANOS:
JAVIER, OLGA, VIRGINIA Y FREDI.**

**EN MEMORIA DE
MI ABUELITA FELICITAS ESPINOSA Y DE MI TÍA MONICA SAN PEDRO.**

**A LOS INTEGRANTES DE
AGRIBOT.**

**A LA PRIMERA GENERACIÓN DE HORTICULTURA
1992-1993.**

**Ma LUISA GARCÍA SAHAGUN,
EFRAIN CONTRERAS MAGAÑA,
POLICARPO ESPINOSA ROBLES,
ROBERTO FLORES ALCÁNTARA,
CATARINO HERNANDEZ ESCOBAR,
FRANCISCO MACIAS RODRÍGUEZ,
MARIO PÉREZ GRAJALES,
TIMOTEO VALDÉS HERNANDEZ.**

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Objetivos.	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.	4
2.1. Características generales del género <i>Zantedeschia</i> .	4
2.2. Grupos y especies.	6
2.2.1. <i>Z. aethiopica</i> (L) Spreng.	6
2.2.2. <i>Z. rehmannii</i> Engl.	7
2.2.3. <i>Z. jucunda</i> Letty.	7
2.2.4. <i>Z. elliotiana</i> (Watts) Engl.	8
2.2.5. <i>Z. pentlandii</i> (Watts) Wittm.	8
2.2.6. <i>Z. albomaculata</i> (Hook) Baill.	8
2.2.6.1. Subespecie albomaculata.	9
2.2.6.2. Subespecie macrocarpa.	9
2.2.6.3. Subespecie valida.	9
2.3. Propagación.	9
2.4. Crecimiento de la planta.	10
2.5. Desarrollo de la flor.	11
2.6. Condiciones ambientales en precosecha.	11
2.6.1. Luz.	11
2.6.2. Temperatura.	12
2.6.3. Humedad relativa.	12
2.7. Manejo en precosecha.	12
2.7.1. Riego.	13
2.7.2. Fertilización.	13
2.7.3. Control de plagas y enfermedades.	13

2.8. Estado de desarrollo para cosecha de la flor.	13
2.9. Momento de la cosecha.	14
2.10. Manejo en postcosecha.	15
2.11. Factores que afectan la vida en florero.	17
2.11.1. Relaciones hídricas.	17
2.11.2. Bloqueo vascular.	19
2.11.2.1. Microorganismos.	19
2.11.2.2. Taponamiento por aire.	20
2.11.2.3. Oclusión fisiológica.	20
2.11.3. Calidad del agua para florero.	21
2.11.3.1. pH.	21
2.11.3.2. Contenido de sales.	21
2.11.4. Temperatura.	21
2.11.4.1. Temperaturas bajas.	22
2.12. Tratamientos de postcosecha.	24
2.12.1. Soluciones preservadoras.	25
2.12.2. Productos químicos en las soluciones preservadoras.	27
2.12.2.1. Azúcares.	27
2.12.2.2. Germicidas.	29
2.12.2.3. Tiosulfato de plata.	30
2.12.2.4. Sulfato de aluminio.	32
2.12.2.5. Citrato de hidroquinoleína.	33
2.12.2.6. Combinaciones.	33
2.13. Senescencia y postcosecha de flores.	33
2.14. Parámetros de calidad de flores cortadas.	35
2.14.1. Flores.	36
2.14.1.1. Forma.	36
2.14.1.2. Color.	36
2.14.1.3. Fragancia.	37
2.14.1.4. Tolerancia a condiciones de estrés.	37

2.14.1.5. Susceptibilidad a enfermedades.	37
2.14.2. Tallos.	37
2.14.3. Follaje.	37
2.14.4. Apertura y longevidad.	38
2.15. Estudios de enzimas e izoenzimas.	38
2.16. Electroforesis.	42
2.17. Medios de soporte.	45
2.17.1. Acetato de celulosa.	45
2.18. Algunas características de las enzimas estudiadas.	46
2.18.1. Esterasa.	46
2.18.2. Isocitrato deshidrogenasa.	47
2.18.3. Malato deshidrogenasa.	47
2.18.4. Peroxidasa.	47
2.18.5. Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.	48
2.18.6. 6-fosfogluconato deshidrogenasa.	48
3. MATERIALES Y METODOS.	50
3.1. Localización del experimento.	50
3.2. Material vegetativo.	50
3.3. Factores de estudio.	50
3.4. Diseño de tratamientos.	51
3.5. Unidad experimental.	51
3.6. Diseño experimental.	51
3.7. Variables evaluadas.	52
3.7.1. Peso fresco.	52
3.7.2. Consumo de agua.	52
3.7.3. Presencia de polen.	52
3.7.4. Perfiles isoenzimáticos.	52
3.8. Análisis estadístico.	52
3.9. Metodología para preparar las soluciones pulso.	53
3.10. Metodología para la evaluación de isoenzimas.	53

3.10.1. Momento de muestreo.	53
3.10.2. Pasos para el corrimiento electroforetico.	54
3.10.3. Elaboración de sustancias reveladoras.	55
3.10.3.1. Esterasa.	55
3.10.3.2. 6-fosfogluconato deshidrogenasa.	55
3.10.3.3. Malato deshidrogenasa.	55
3.10.3.4. Peroxidasa.	56
3.10.3.5. Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.	56
3.10.3.6. Isocitrato deshidrogenasa.	56
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	57
4.1. Peso fresco.	57
4.2. Consumo de agua.	65
4.3. Polen.	73
4.4. Perfiles enzimaticos.	74
4.4.1. Peroxidasa.	76
4.4.2. Esterasa.	76
4.4.3. 6-fosfogluconato deshidrogenasa.	78
4.4.4. Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.	80
4.4.5. Malato deshidrogenasa.	80
4.4.6. Isocitrato deshidrogenasa.	82
5. CONCLUSIONES.	85
6. LITERATURA CITADA.	86
APENDICE	104

INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PAGINA
Cuadro 1	Especies y subespecies del genero <i>Zantedeschia</i> y características de las hojas	5
Cuadro 2	Diseño de tratamientos considerando productos quimicos y las concentraciones de los mismos, utilizados como soluciones pulso	51
Cuadro 3	Cuadrados medios de peso fresco (g) de flores de alcatraz en postcosecha con y sin frio y tratadas con cuatro soluciones pulso	57
Cuadro 4	Comparación de medias de peso fresco (g), consumo de agua (ml) y presencia de polen de flores de alcatraz en postcosecha con y sin tratamiento de frio	59
Cuadro 5	Peso fresco acumulado promedio (g) de flores de alcatraz en postcosecha en dos condiciones de temperatura y cuatro soluciones pulso	61
Cuadro 6	Comparación de medias de peso fresco (g), consumo de agua (ml) y presencia de polen de flores de alcatraz en postcosecha con cuatro soluciones pulso	63
Cuadro 7	Ecuaciones de regresión para la variable peso fresco por los factores frio, solución y sus combinaciones	64
Cuadro 8	Comparación de medidas de peso fresco (g) de flores de alcatraz en postcosecha en ocho combinaciones de niveles (dos de temperatura y cuatro soluciones pulso).	65
Cuadro 9	Cuadrados medios de consumo de agua (ml) de flores de alcatraz en postcosecha con y sin frio y tratadas con cuatro soluciones pulso.	67
Cuadro 10	Consumo de agua acomulado promedio (ml) de flores de alcatraz en postcosecha en dos condiciones de temperatura y cuatro soluciones pulso.	69
Cuadro 11	Ecuaciones de regresión para la variable consumo de agua por los factores frio, solución y sus combinaciones.	71

Cuadro 12	Comparación de medidas de consumo de agua (ml) de flores de alcatraz en postcosecha en ocho combinaciones de niveles (dos de temperatura y cuatro soluciones pulso).	72
Cuadro 13	Cuadrados medios de cantidad de polen de flores de alcatraz en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.	73
Cuadro 14	Coefficiente de correlación entre las variables, peso fresco, consumo de agua y polen de flores de alcatraz en postcosecha, tratadas con cuatro soluciones pulso y dos condiciones de temperatura.	74
Cuadro 15	Presencia de diferencias en el corrimiento electroforético entre los tratamientos pulso y el testigo de flores de alcatraz en vida de postcosecha.	74
Cuadro 16	Presencia de diferencias en el corrimiento electroforético entre el primer y segundo muestreo de flores de alcatraz en postcosecha tratadas con soluciones pulso.	78

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
Figura 1	Variación del peso fresco promedio de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.	58
Figura 2	Peso fresco acumulado de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.	60
Figura 3	Curvas de regresión de peso fresco de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperatura; B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio por soluciones; D: Combinación con frio por soluciones.	62
Figura 4	Variación del consumo de agua de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Resruesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones D: Combinación con frio y soluciones.	66
Figura 5	Consumo de agua acumulado de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Sobre a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.	68
Figura 6	Curvas de regresión de consumo de agua de flores de alcatraz en vida postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio por soluciones. D: Combinación con frio por soluciones.	70
Figura 7	Zimograma de peroxidasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.	75
Figura 8	Zimograma de esterasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.	77
Figura 9	Zimograma de 6-fosfogluconato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.	79
Figura 10	Zimograma de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.	81
Figura 11	Zimograma de malato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso,	83
Figura 12	Zimograma de isocitrato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso,	84

RESUMEN

El conocimiento de la vida de postcosecha de la flor cortada de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* L. Spreng) permitiera alargar su permanencia en florero dado que existe escasa información al respecto, por lo que en el presente trabajo se estudió el efecto de soluciones preservadoras y dos condiciones de temperatura sobre el peso fresco y el consumo de agua de flores, así como su influencia sobre el comportamiento de seis enzimas durante este periodo, para ello se estableció un experimento donde las flores fueron cortadas entre las etapas de desarrollo 3 y 4 de la clasificación propuesta por Plummer *et al.*, (1990) y se colocaron por 3 horas en las soluciones pulso siguientes: Solución 1 (Sacarosa 3% + Tiosulfato de plata 8/32 + Sulfato de aluminio 50 ppm); Solución 2 (Sacarosa 3% + 8- citrato de hidroxiquinoleina 200 ppm + Sulfato de aluminio 50 ppm); Solución 3 (Sacarosa 3% + 8- citrato de hidroxiquinoleina 200 ppm); Solución 4 (Agua). Al finalizar dichos tratamientos las flores de cada solución se dividieron en dos subconjuntos uno de los cuales se mantuvo siempre a temperatura ambiente (sin frío), en tanto que el otro se sometió a 4° C por 68 horas (con frío). El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar y un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela correspondía a los niveles de temperatura y las subparcelas a las cuatro soluciones. La información obtenida se procesó en el sistema de análisis estadístico (SAS), utilizando una $\alpha \leq 0.05$ para las pruebas de comparación de medias de Tukey. Para el análisis electroforético se muestrearon espadices de una de las flores de cada repetición cinco días después de ser sacadas del refrigerador y se realizó un segundo muestreo el último día del experimento, en ambos casos las muestras se introdujeron en nitrógeno líquido y luego se mantuvieron en el congelador hasta el momento de hacer el análisis de electroforesis, las enzimas estudiadas fueron peroxidasa, esterasa, 6-fosfogluconato deshidrogenasa, glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, malato deshidrogenasa e isocitrato deshidrogenasa.

El peso fresco de las flores mantenidas a temperatura ambiente aumentó respecto al peso inicial en los días 2 al 6 para luego disminuir paulatinamente, en tanto que las flores sometidas a temperaturas bajas disminuyeron su peso del día 3 al 5, tiempo en el

cual permanecieron sin agua, sin embargo al ser rehidratadas su peso se incrementó en los días 6 y 7 para luego disminuir.

Las flores tratadas con la solución 1 presentaron la tendencia a incrementar su peso en los primeros días, aunque aquellas flores tratadas con la solución 2 perdieron menos peso al final de la vida de florero. Sin embargo las combinaciones de solución 1 y 3 sin refrigeración fueron las que perdieron peso de manera uniforme, aunque la combinación con frío y las soluciones 1 y 2 fueron las que recuperaron su peso después de ser sacados del refrigerador pero esta última perdió peso de manera más lenta.

El consumo de agua de las flores mantenidas a temperatura ambiente aumentó en el periodo final del trabajo, en tanto que las flores sometidas a temperaturas bajas presentaron una violenta absorción al ser rehidratadas. No existieron diferencias en el consumo de agua de flores debido a las soluciones pulso, sin embargo en el día 6 la solución 1 indujo la absorción más alta y a partir del día 10 presentó el menor consumo.

Por otro lado, la combinación de la solución 1 tanto a temperatura ambiente como a 4° C indujo la menor absorción en los últimos días, aunque a bajas temperaturas en los días 6 y 7 provocó la mayor absorción.

En cuanto a las combinaciones de temperaturas y soluciones, se encontró que la solución 1 ya sea con o sin refrigeración disminuyó el consumo de agua en las flores, y actúa como un regulador del consumo de agua pues después de ser sacadas del refrigerador presentaron el más alto consumo pero al final disminuyeron dicho consumo.

Se encontró que las bajas temperaturas retrasan la aparición de polen en las flores y este apareció en los días 6 y 7 después del corte.

La peroxidasa no se detectó en el primer muestreo, sin embargo sí existió en el segundo muestreo en flores testigo sin refrigeración cuyo corrimiento fue hacia el ánodo (+), mientras que las flores sometidas a temperaturas bajas en el primer muestreo se encontró una banda que corrió al cátodo (-), pero en el segundo muestreo fue hacia el ánodo, indicando un posible cambio en la estructura de la

enzima que afectó su carga eléctrica, esto contrasta con aquellas flores tratadas con la solución 1 donde la enzima se detectó en los 2 muestreos y en las dos condiciones de temperatura donde la enzima corrió a los 2 polos.

La esterasa en el primer muestreo de las flores del tratamiento 3 en las dos condiciones de temperatura presentaron mayor intensidad de las bandas que el resto de los tratamientos, mientras que en el segundo muestreo en flores mantenidas a temperatura ambiente tuvo la tendencia a correr hacia el anodo (+), en tanto que la intensidad de las bandas fue mayor en los tratamientos 1, 2 y el testigo en el mismo muestreo, por lo que existieron cambios en la distancia recorrida, la intensidad de las bandas y en la carga eléctrica debido al proceso de senescencia.

En la 6-fosfogluconato deshidrogenasa solo se encontraron diferencias en cuanto a la intensidad de las bandas pero no en la carga o distancia de corrimiento de la misma, haciendo posible una mayor cantidad de NADPH que reduce el efecto oxidativo de O_2^- producido en senescencia.

Al final de la vida postcosecha la distancia recorrida por las bandas de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa aumento ligeramente, debido al proceso de senescencia.

En el caso de la malato deshidrogenasa no existieron diferencias en la presencia de esta enzima en el primer muestreo, pero si en el segundo, donde se detectó una forma que corria hacia el catodo que complementaba la presencia de la forma encontrada en el primer muestreo y que corria al anodo, esta forma quizas no esta relacionada estrictamente con el ciclo de Krebs.

La enzima isocitrato deshidrogenasa se encontró solo en el primer muestreo pero no en el segundo indicando que desaparece durante la senescencia, como consecuencia de la degradación de los componentes celulares.

SUMMARY.

The knowledge about postharvest behaviour of calla lilies (*Zantedeschia aethiopica* L. Spreng) can help to increase their vase life. In this work the effects of preservative solutions, and two temperatures were evaluated considering changes on fresh weight, water absorption, and presence of pollen (as a senescence factor). Electrophoretic changes in six enzymes during senescence were also studied.

Fresh weight of flower stems decreased in the following days after low temperatures (4° C), however there was an increase in fresh weight when flowers were treated with a pulse solution of sucrose, STS and $Al_2(SO_4)_3$ but water absorption decreased. Flowers treated with sucrose, HQC and $Al_2(SO_4)_3$ lost less fresh weight and low temperature also delayed pollen development by one day.

In relation to electrophoresis it was observed that solutions combined with temperature induced changes in the charge pattern and intensity of bands of peroxidase and esterase. In relation to 6-phosphogluconate dehydrogenase and glucose-6-phosphate dehydrogenase there were only changes in the intensity of bands. In malate dehydrogenase a new band towards the cathode was observed in the second sampling date. Isocitrate dehydrogenase tended to disappear as senescence progresses.

Additional index words: postharvest life, cut flowers, preservative solutions.



ALCATRAZ

(*Zantedeschia aethiopica*. L. Spreng)

1. INTRODUCCIÓN

En México, la horticultura ornamental entendida como la explotación comercial de las plantas que se utilizan para el adorno de los diferentes sitios donde transcurre la vida del ser humano, ya sea por su belleza o por el uso de algunas de sus partes, principalmente sus flores, representó en 1981 la fuente de ingresos de más de seis mil familias. En este año se dedicaron a la producción de flores y plantas de ornato aproximadamente dos mil hectáreas, lo que generó directa o indirectamente más de cien mil empleos. Para 1988 la superficie fue de 6700 hectáreas de las cuales el 95% era a cielo abierto en áreas pequeñas cuyo producto es destinado al mercado nacional, de la superficie restante 205 hectáreas fueron de invernaderos para producción de flor cortada orientada a la exportación. Lo anterior indica que la superficie destinada para la horticultura ornamental creció a pesar de no contar con canales de distribución adecuados, ni con tecnología desarrollada de producción y de postcosecha. Sin embargo, el país cuenta con las condiciones ecológicas adecuadas para producir prácticamente todas las especies que demanda el mercado internacional desde las llamadas flores básicas (rosa, clavel, crisantemo y gladiola), flores de especialidad (ave del paraíso, orquídeas, alstroemeria, alcatraz, y otras), y flores de relleno (statice, gypsophilia, nube, limonium etc.) así como follajes (helechos y palmas, entre otros).

El manejo correcto de postcosecha es de gran importancia particularmente en el caso de flor cortada. Por la falta de información sobre el proceso de senescencia floral, la flor cortada recibe un manejo inadecuado afectando la calidad (acortamiento de su longevidad, marchitamiento prematuro, decoloración y abscisión de pétalos) durante el almacenamiento y el transporte, reduciendo así el potencial de aceptación y comercialización de las flores en el mercado nacional o extranjero. Las causas más comunes que influyen en el período útil de postcosecha y que deterioran a las flores frescas, son la inhabilidad de los tallos para absorber agua, debido entre otros factores al bloqueamiento provocado por patógenos como bacterias y hongos, la pérdida

excesiva de agua por las flores cortadas, un suministro insuficiente de carbohidratos que no soportan la demanda energética de la respiración y la producción de etileno (Patrón-Guerra *et. al.*, 1989; Castañeda-Escutia, *et. al.*, 1985; FIRA, 1981; Gómez-Chacón y Miguel-Lucas, 1991; Nelson, 1985; Flores-Rubalcaba 1987; Baker 1988; Colinas-León ,1992; Colinas-Leòn, 1995).

Sin embargo, los estudios en postcosecha de ornamentales se han realizado en países como Holanda, Israel, Estados Unidos y Francia, abordando especies de su interés, mientras que los estudios en los cultivos producidos en México son incipientes aún, tal es el caso del alcatraz (*Zantedeschia spp*). Recientemente esta especie ha llamado mucho la atención como planta ornamental en jardinería o como flor cortada, debido a sus espatas fragantes y decorativas así como su follaje atractivo (Clark y Boldinhg, 1991; Chant, 1985; De Hertogh, 1991; Wilkins, 1985; Buschman *s/f*). Su importancia en términos de la exportación de tubérculos utilizados en la producción de plantas de maceta también es de consideración.

Como ejemplo podemos mencionar que la industria de los alcatraces en Nueva Zelanda ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos 5 años. La exportación de flores cortadas ha crecido en aproximadamente 750% en el mismo periodo mientras que las líneas tradicionales tales como las orquídeas (las cuales aumentaron un 40% durante 1990), claveles y rosas mostraron crecimiento lento o negativo.

También se puede indicar que los picos de producción en campo de flores de alcatraz obtenidos de noviembre a Enero se han extendido, cubriendo desde octubre hasta mayo. Esto se ha debido a la producción en invernadero y por las fechas de plantación escalonadas. Nueva Zelanda exporta el 37% de su producción a Japón mientras que otro 55% lo destina a E. U., Alemania, Holanda, Suiza y Hong Kong (Clemens y Welsh, 1993).

Actualmente existen escasos reportes sobre la vida de postcosecha de las inflorescencias de *Zantedeschia aethiopica*, aunque se han realizado trabajos relacionados con el reverdecimiento de las espatas de alcatrazes de color que ocurre dos días después de la cosecha. Sin embargo, éstas no son afectadas por la presencia de etileno externo, (Bakker *et al.*, citados por Tjia y Funnell, 1986; Funnell y Downs, 1987).

Tjia y Funnell (1986), Pais y Chaves (1982 y 1983) indican que la calidad de la flor cortada de alcatraz es afectada por:

- a) Taponamiento de los conductos de agua en los escapos florales.
- b) Perdida de turgencia de las espatas.
- c) Bronceamiento gradual de los bordes de la espata.
- d) Escasa longevidad de las espatas (7 a 8 días).
- e) Acortamiento del tallo por ruptura después de colocarlo en agua limpia.
- f) Reverdecimiento de la espata asociada con un aumento de la clorofila total.

Considerando lo hasta aquí expuesto en el presente trabajo se plantearon los siguientes:

1.1. Objetivos.

- 1.- Estudiar el efecto de soluciones preservativas y almacenamiento a bajas temperaturas en la vida postcosecha de tallos florales de alcatraz.
- 2.- Estudiar algunas enzimas durante la vida de postcosecha de inflorescencias de alcatraz.
- 3.- Evaluar cambios en enzimas en las flores en relación a las soluciones utilizadas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Características generales del genero *Zantedeschia*.

El alcatraz también recibe los siguientes nombres: cartucho, richardia africana, calla lily, cuckoo-pint, lily of the Nile, pig lily, aronskelke, kleinvarkeblom, persvarkoor, varkore, zantedeshie o zantedeschia, este último dá el nombre al genero en el cual se han descrito siete especies y dos subespecies (Funnell 1993), aunque se reportan otras especies , subespecies (Cuadro 1) y varios híbridos, estas plantas pertenecen a la familia de las Aráceas, subfamilia Philodendroideae, tribu Zantedeschieae, son de carácter herbáceo, y pueden presentar crecimiento anual, semiperenne o perenne, son plantas suculentas, poseen raíces carnosas predominantemente contractiles y de poco a muy ramificadas, originadas de un rizoma carnoso o de un tubérculo (aunque se les refiere como especies bulbosas) del cual emergen hojas deciduas o siempre verdes, arrosetadas, de forma lanceolada a orbiculares, cuya base puede ser cuneada, truncada, hastada, sagitada o cordada, de ápice agudo a obtuso con punta subulada usualmente verde oscuro, con o sin manchas, de margen ondulado, las venas laterales unen a las principales con las marginales, también presentan venas reticulares menores, con limbo de 28 a 60 cm de longitud y de 5 a 25 cm de ancho sostenido por un peciolo esponjoso de 30 a 100 cm de largo, según la especie o tipo, frecuentemente excede la longitud de la lamina foliar, este peciolo es envainante en la base. Estas plantas presentan un pedúnculo largo que con mucha frecuencia excede al follaje, este pedúnculo sostiene a la inflorescencia que es un espadice erguido, sesil o estipitado, mucho mas corto que la espata de color amarillo cremoso a dorado formado por numerosas flores unisexuales de tamaño pequeño, las flores pistiladas (femeninas) están ubicadas en la base del espadice, pueden o no presentar estaminoides, de ovario trilocular, con uno a ocho óvulos, las flores estaminadas (masculinas) ocupan un área mayor del espadice, no presentan perianto, y no tienen distinción individual, aunque en algunas especies las flores femeninas y masculinas están intercaladas en el espadice. Esta inflorescencia esta rodeada por una espata (bractea) grande, ensanchada, abierta y puntiaguda cuya forma puede ser desde

subcilíndrica hasta la forma de embudo, cono, cucurucho o atrompetada, es convulada en la base, de ápice principalmente recurvado, con enrollamiento mínimo, aproximadamente de 25 cm, de color blanco, marfil, crema, amarillo, rosa o púrpura, muchas veces presentan una mancha púrpura dentro de la base (garganta oscura) persistente, esta región de pigmentación oscura depende de la especie, por otro lado, al emerger la espata del peciolo envainante esta pigmentada con clorofila y al desplegarse o al acercarse la polinización la espata desarrolla su color completo, las dimensiones de la flor (pedúnculo, espata y espadice) son variables aunque su altura al sobrepasar el follaje le da su aspecto característico.

Cuadro 1. Especies y subespecies del género *Zantedeschia* y características de las hojas.

Especie	Duración	Presencia de manchas	Forma de la hoja
<i>Z. aethiopica</i> L. Spreng	Siempre verde	Raramente	Ovado-cordada hastada
<i>Z. rehmannii</i> Engl.	Decidua	No	Lanceolada
<i>Z. jucunda</i> Letty	Decidua	Si	Triangular hastada
<i>Z. ellittiana</i> (Wats) Engl.	Decidua	Si	Orbicular-ovada
<i>Z. pentlandii</i>	Decidua	Raramente	Oblonga elíptica a O. lanceolada
<i>Z. albomaculata</i> (Hook) Baill	Decidua	Si	Triangular hastada
<i>Z. albomaculata</i> sub. <i>albomaculata</i>	Decidua	Raramente	Oblonga hastada
<i>Z. albomaculata</i> sub. <i>macrocarpa</i>	Decidua	Ligeramente	Hastada triangulada
<i>Z. albomaculata</i> sub. <i>valida</i>	Decidua	No	Ovado-cordada a O. orbicular
<i>Z. odorata</i>	Decidua	No	Ovado-cordada
<i>Z. chromatella</i>	---	---	---
<i>Z. melanoleuca</i>	---	---	---

Fuente: Elaborado con datos de Huxley, 1992; Funell, 1993; Armitage, 1993; De Hertog, 1991; Kramer, 1969; Kranz y Kranz, 1971; Underwood, 1971; Wilkins, 1985.

El fruto es una baya puntiaguda de color verde o naranja-rojizo, con numerosas semillas. La semilla es cubierta, de forma subglobosa a ovoide, frecuentemente comprimida. (Anónimo, 1983; Baines y Key, 1974; Chant, 1985; Underwood, 1971; Wilkins, 1985; Plummer, *et al.*, 1990; Salinger, 1991; Jiménez y Caballero, 1990; Tjia y Funnell, 1986; Corr, 1993; Huxley, *et al.*, 1992; Armitage, 1993).

2.2. Grupos y especies.

Horticolamente se han reconocido dos grupos importantes en el genero *Zantedeschia*.

a) El primero esta tipificado por *Z. aethiopica* , en la cual el follaje no muere durante el invierno en su habitat nativo, florecen desde finales del invierno hasta finales de la primavera con flores masculinas y femeninas intercaladas en la parte baja del espadice. Los frutos se tornan de color naranja , suaves y mucilaginosos al madurar, el órgano de almacenamiento es un rizoma voluminoso de 15 a 25 cm, su utilización tradicional es como flor de corte o como planta de jardín.

b) El segundo grupo contiene las especies restantes que muestran senescencia completa del follaje en el invierno y florecen durante los meses del verano. Las flores masculinas y femeninas no están intercaladas en el espadice, y el fruto permanece firme y verde cuando madura, poseen un tallo compacto de forma globular conocido como tubérculo, y estas especies se utilizan tanto como flor cortada como para plantas de maceta (Bossard, 1983; Funnell, 1993; Corr, 1993; Reiser y Langhans, 1993).

Por el tamaño de la flor las especies del genero *Zantedeschia* se pueden ordenar en dos grupos: las de flor grande donde se encuentran *Z. aethiopica*, *Z. albomaculata*, *Z. elliotiana*, y en otro las de flor pequeña donde se ubican *Z. rehmannii* y varios híbridos que genéticamente mantienen una altura baja. (Tjia, 1989).

A continuación se describen algunas de las especies y subespecies del genero *Zantedeschia*.

2.2.1. *Z. aethiopica* (L) Spreng, es el alcatraz blanco común, es una planta siempre verde, se adapta a alturas mayores de 1000 m.s.n.m., en los trópicos, estas plantas crecen en depresiones pantanosas y en bancos de ríos y riachuelos donde hay agua constante. *Z. aethiopica* también crece en el hemisferio norte en invernaderos como una flor para corte. Florece desde el invierno hasta el comienzo del verano. En sombra puede crecer hasta los 250 cm, aunque su crecimiento normal es de 120 cm, las hojas

son de 45x20 cm, siempre verdes o desiduas en lugares fríos, anchas ovado-cordadas, ovado-acorazonada o hastadas, coriáceas, de un verde profundo, sin manchas, lóbulo basal ancho, obtuso algo hacia arriba; peciolo de 60 a 75 cm o mas, firme, verde, alado en la base, el pedúnculo supera al follaje, es verde, la espata puede medir hasta 25 cm, es rombico-ovada, ápice cuspidado, blanco, sin embargo, la espata esta teñida externamente en su base y el ápice de color verde, de espadice sesil, de hasta 9 cm, amarillo pálido con estaminoides conspicuos. El fruto es una baya de hasta 12 mm transversalmente, de color naranja cuando madura , se dice que presenta latencia veraniega. Esta especie es originaria de África del Sur (provincia de Cape, Natal y Transvaal), Lesotho y ampliamente adaptada en regiones tropicales y templadas. En nuestro país se encuentra en áreas templadas con suficiente agua como Xochimilco en el D.F., Orizaba, Ver., Texcoco, Edo de México, Atlixco, Pue., y algunas regiones de Oaxaca y Chiapas.

2.2.2. *Z. rehmannii* Engl, es una planta decidua con hojas estrechas y lanceoladas, acuminadas, cuneiformes en la base, y tienen puntos blancos o traslúcidos, con lamina foliar de 15 a 40x2 a 7 cm, peciolos de 20 cm. Con pedúnculo acanalado, expandido que con el fruto se arquea hacia el suelo, la espata es de 12x2 cm, combulada a lo largo en sus dos terceras partes formando un tubo estrecho, ligeramente desenvuelta hacia arriba, con ápice cintado, los colores de la espata pueden ser blanco, crema, rosa, rojo o marrón muy oscuro, espadice estipitado de 6 cm, sin estaminoides, se dice que es la mejor para interiores porque florece continuamente durante el verano, se le denomina enana por su altura que va de 50 a 80 cm, con latencia invernal. Originaria de África del Sur (Transvaal, Natal), Swaziland.

2.2.3. *Z. jucunda* Letty, es decidua y su crecimiento esta restringido a algunas regiones de África, posee espatas amarillas con garganta púrpura en su base y florece en verano. Las hojas son de 60 cm en forma triangulada hastada con manchas blancas muy alargadas, algo redondeadas cerca de la nervadura, extendidas hacia arriba de 17 a 30x 5 a 15 cm, el peciolo es de 10 a 30 cm, las espatas miden de 10 a 16 cm en

forma de tubo, con limbo extendido y ligeramente recurvado, ápice de cincado a subvulado, espadice de 4 cm, ocasionalmente se utilizan como plantas de paisajismo, pero no se usan comercialmente. Es originaria de África del Sur (Lulu Mts y Sekhuniland).

2.2.4. *Z. elliotiana* (Wats) Engl., es una especie decidua con espatas amarillas con una mancha en la base. Tienen un tallo de habito simple, es muy robusto y alto (de 60 a 150 cm), florece en verano. Las hojas tienen manchas ovado-orbiculares, profundamente cordadas, apiculadas, con dimensiones de 28x25 cm, peciolo verde mas largo que la lamina. La espata es 13 a 15 cm en forma de embudo en la parte superior y campanulada en la inferior, presenta ápice caudado de color amarillo dorado, opaco externamente. El espadice es de 7 cm, color amarillo sin estaminoides. Esta especie no ha sido reportada en estado salvaje con certeza y se supone que es un híbrido.

2.2.5. *Z pentlandii* (Watts) Wittm; son plantas deciduas y usualmente tienen espatas blancas, pero existen también variantes tales como crema, marfil, verde-amarillento y amarillas, normalmente tienen una mancha púrpura en la base, presentan forma de embudo, de 13 cm, con apiculas de 2 cm, espadice estipitado, de 6 cm. Tienen hojas oblongas astadas de un verde claro usualmente sin manchas blancas, también tienen formas oblonga-lanceoladas o oblongas-elípticas de obtusa a aguda, abruptamente apiculadas, sus dimensiones son de 35x15 cm, los peciolos son de 30 cm.

2.2.6. *Z. albomaculata* (Hook) Baill. Las plantas de esta especie son de 25 cm, con hojas de 40x 25 cm, de oblonga-triangules a orbicular-astadas, con lóbulo basal corto y de redondeado a elongado triangular, verdes con manchas rojas traslúcidas o sin manchas, de peciolo largo a veces marcados con púrpura, en ocasiones pubescentes en la base (también en el pedúnculo). El pedúnculo excede a las hojas, las espatas van de 2.5 a 11.5 cm, de colores blanco, marfil, crema, amarillo-palido, ocasionalmente rosa coral y verde en la base externa con mancha púrpura oscura en la base interna,

de forma tubular, en ocasiones abiertas desde la base, normalmente convuladas, de espadice sesil o estipitado, sin estaminoides. Son plantas originarias del Sur y del Este de África, y posee tres subespecies que son:

2.2.6.1. Subespecie albomaculata, son plantas deciduas, de crecimiento muy alto (75 cm), no se utiliza ampliamente en el comercio. El rango de colores va desde crema hasta colores paja o amarillo pálido, a veces también rosa coral. La espata es de color verdoso en su base y en ocasiones tiene apertura tubular. Florece en los meses de verano, las hojas pueden o no tener manchas, usualmente son astadas oblongas, raramente triangulares hasta en forma de banda.

2.2.6.2. Subespecie macrocarpa, es decidua, su habito de crecimiento es similar a la subespecie anterior, las hojas son trianguladas ligeramente moteadas, las espatas son mas o menos truncadas y producen bayas de tamaño medio (mayores a 2 cm de diámetro). Florecen en los meses de verano. La principal diferencia con la subespecie anterior son las manchitas dispersas aquí y allá localizadas en las hojas así como la forma astada-triangular de las mismas, y el tamaño medio de las espatas.

2.2.6.3. Subespecie valida, también son plantas deciduas con habito de crecimiento similar a la subespecie albomaculata. Las hojas son de cordadas-ovadas a cordada-orbiculares, sin manchas, y tienen espatas grandes (15 cm), frecuentemente abiertas, producen frutos de tamaño medio (mayores de 1 cm de diámetro), florecen en los meses de verano, las plantas de esta subespecie pueden ser fácilmente confundidas con plantas de *Z. aethiopica*, por su habito robusto, la forma y la textura de sus hojas, sin embargo difiere entre otras por el color de sus espatas. Por otro lado la afinidad con la subespecie macrocarpa es con respecto a la forma y color de las espatas, difiriendo solo en la forma y textura de la hojas. (Jenkins y van Pelt, 1944; Kramer, 1969; Wilkins, 1985; Buschman, s/f; Salinger 1991; Huxley, *et al.*, 1992; Armitage, 1993).

2.3. Propagación.

Comercialmente, la multiplicación se puede realizar por semillas, por división de rizomas o tubérculos, o cultivo de tejidos. Se sabe que solo cuatro selecciones se producen comercialmente a partir de semillas, requiriéndose por lo menos dos años

para obtener una planta o tubérculo de tamaño comercial. Aunque las selecciones de *Z. aethiopica* producen de manera natural entre 25 y 30 rizomas por división después de seis meses de crecimiento, en el caso de las otras especies su multiplicación es a través de tubérculos de tamaño comercial, considerando que el número total de tubérculos puede incrementarse desde un 100% hasta un 300%, así como que el peso seco del tubérculo puede aumentar hasta un 400%, sin embargo, esto es útil si se parte de un número alto de tubérculos, por lo que la técnica de cultivo de tejidos se ha desarrollado para proveer de grandes volúmenes de tubérculos, partiendo del estado IV las plantulas tardan un año para alcanzar el tamaño comercial. (Funnell, 1993; Jimenez-Mejias y Caballero-Ruano, 1990; Rosas-Medina, 1995).

La hibridación entre *Z. aethiopica* y las otras especies no ha sido exitosa, mientras que el cruzamiento entre las especies del segundo grupo ha sido posible, y comercialmente existen disponibles híbridos de estas especies, (Corr, 1993).

2.4. Crecimiento de la planta.

Kramer, (1969) indica que los bulbos suaves como *Amaryllis*, *Freesia* y *Zantedeschia*, requieren un periodo de dormancia, por otra parte Kranz y Kranz (1971) mencionan que el alcatraz requiere de 21.1 a 23.8° C y una longitud del día de 12 horas para crecer y florecer, pues cuando estas condiciones no existen los bulbos tienden a pudrirse o desarrollan raíces pero no crecen vegetativamente.

Clark y Boldingh, (1991) indican que el crecimiento del alcatraz se puede dividir en las siguientes fases:

- a) En una primera fase el desarrollo de raíces y tejidos vegetativos coexisten, el peso seco del rizoma disminuye 50% con respecto al peso inicial.
- b) En la segunda ocurre un crecimiento rápido y se da la asimilación máxima de nutrientes, el peso seco y el número de hojas alcanzan su máximo, se forman nuevos tejidos tuberosos y disminuye el crecimiento de la raíz.
- c) La fase final se inicia con la senescencia del brote.

2.5. Desarrollo de la flor.

Plummer *et al.*, (1990) describen las siguientes etapas de desarrollo de las flores de alcatraz:

- a) La espata es verde y pequeña, está encerrada parcialmente por la vaina de la hoja.
- b) Pedúnculo visible, la espata aún verde permanece cerrada cubriendo el espádice.
- c) La espata comienza a abrir y tornarse blanca.
- d) El espádice es visible.
- e) La espata está completamente abierta, pero sin esparcir polen.
- f) Comienza la polinización.
- g) Se da la polinización plena.
- h) La espata es traslúcida y su orilla comienza a tornarse café.
- i) Espata completamente café y marchita.

2.6. Condiciones ambientales en precosecha.

Baker (1988) y Sacalis (1989) señalan que la longevidad de las flores cortadas depende de las condiciones ambientales, del estado nutricional durante el crecimiento y previo a la cosecha, así como del estado de desarrollo de la flor al momento del corte, por lo que a continuación se mencionan algunos de los factores ambientales que pueden influir posteriormente en la vida de florero.

2.6.1. Luz: algunas flores producidas en periodos de baja intensidad luminosa envejecen mas rápidamente que aquellas producidas durante periodos de alta luminosidad, también la baja intensidad luminosa induce una excesiva elongación del tallo floral y disminuye su dureza, en tanto que la falta de luz genera un alto porcentaje de botones abortados o deformes, sin embargo la excesiva luminosidad provoca coloraciones rojizas en los tejidos, hojas bronceadas y manchadas e incluso pérdida de hojas, tallos florales muy cortos y flores de tonalidad pálida, por otro lado, la baja intensidad lumínica, los días cortos y las temperaturas frías del invierno disminuyen la longevidad de flores como clavel, gerbera y rosal, así como la pigmentación de los pétalos de esta ultima en comparación con las condiciones del verano, lo anterior se

debe a que la intensidad luminosa influye sobre los niveles de carbohidratos (azúcares móviles) disponibles a la flor, en el caso del alcatraz un 55% de sombra incrementa la longitud del tallo floral (Halevy y Mayak, 1979; Sacalis, 1989; Nowak y Rudnicki, 1990; Armitage, 1993).

2.6.2. Temperatura: las temperaturas en campo pueden afectar la longevidad de las flores por diversas causas, dado que temperaturas excesivamente altas durante el cultivo disminuyen la vida de anaquel y la calidad de las flores, pues provocan la utilización rápida de los carbohidratos acumulados en los tejidos por incrementar su ritmo respiratorio, e inducir una pérdida rápida del agua en la planta, aunque temperaturas bajas fomentan el oscurecimiento de los pétalos por un aumento del contenido de antocianinas, en tanto que variaciones drásticas de la temperatura provocan la caída de hojas y flores, mientras que tratamientos insuficientes de frío a los bulbos de tulipán afectan posteriormente la cantidad de las flores cortadas, así como temperaturas bajas (12-15 °C) tres semanas antes del corte reducen fuertemente la longevidad de las flores de rosal, las temperaturas bajas inducen dormancia de los alcatraces de color, aunque en *Zantedeschia aethiopica* la floración ocurre en épocas de temperatura baja, reportándose que temperaturas nocturnas de 12.7° C son adecuadas, en tanto que para alcatraces de color son de 15.5° C, (Halevy y Mayak, 1979; Nowak y Rudnicki, 1990; Munk y Kamerbeek, 1973; Moe, 1973 Armitage, 1993).

2.6.3. Humedad relativa: la humedad excesiva del aire provoca condiciones adecuadas para el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas, especialmente del moho gris (*Botrytis cinerea*) la cual puede causar pérdidas durante el almacenamiento y el transporte. Las flores infectadas pierden agua más rápidamente y producen más etileno, (Nowak y Rudnicki 1990).

2.7. Manejo en precosecha.

Algunos de los aspectos de manejo que mas influyen en la vida de postcosecha de flores citados por Nowak y Rudnicki (1990) son:

2.7.1. Riego: Es fundamental la atención de los riegos, ya que riegos excesivos e inadecuados reducen la calidad de las flores, en tanto que el estrés hídrico o salinidad excesiva aceleran el proceso de senescencia, para el caso de los alcatraces del grupo 2 la humedad excesiva induce infecciones de *Erwinia spp*, mientras que *Zantedeschia aethiopica* en algunas regiones de México se cultiva en áreas con agua constante o inundables (observación directa), esto coincide con lo reportado por Pizetti, (1977) quien señala que *Z aethiopica* es una planta semiacuática, mientras que Armitage (1993) reporta que *Z. aethiopica* tolera suelos húmedos no así los alcatraces de color.

2.7.2. Fertilización: Para producir flores de calidad aceptable es necesario mantener un programa de fertilización óptimo hasta la cosecha. En general la excesiva fertilización nitrogenada disminuye la vida de florero y aumenta la susceptibilidad a infecciones con moho gris. La alta salinidad así como los altos niveles de cloro en el medio de crecimiento reducen la vida en florero. En alcatraces dosis bajas o altas de nitrógeno provocan un excesivo follaje a expensas de la producción de flores, por lo que una aplicación moderada de fertilizantes que incluya 100 a 150 ppm de Nitrogeno desde la emergencia hasta la floración se usa a menudo.

2.7.3. Control de plagas y enfermedades: las plagas y enfermedades causan daños y decoloran hojas y flores afectando de esta manera la calidad. Por otro lado los tejidos afectados pierden agua rápidamente acelerando su marchitez, también se sabe que las plantas infectadas con *Botrytis*, *Alternaria*, *Puccinia*, *Cryptosporella*, *Actinonema*, *Diplocarpon* y otros microorganismos estimulan su producción de etileno.

2.8. Estado de desarrollo para cosecha de la flor.

Para mantener las flores con apariencia fresca por mucho tiempo es necesario cosecharlas en un estado de desarrollo apropiado. En general las flores cortadas en fases de desarrollo mas avanzadas tienen una vida de florero mas corta que flores jóvenes, aunque existen numerosas excepciones. La fase óptima de desarrollo de las flores para cortarse depende de: la especie, el cultivar, la época del año, la distancia al

mercado y de la preferencia del consumidor. Las flores destinadas a la venta directa o para mercados locales usualmente se cosechan en estados mas avanzados de desarrollo que aquellas flores destinadas para mercados lejanos y que requerirán de periodo largos de almacenamiento y transporte. Un gran número de especies duran mas si se cortan en botón y abren en soluciones de apertura especiales, algunas de las ventajas del corte en botón son:

- a) Un periodo mas largo antes de iniciar la senescencia.
- b) Son menos afectados por etileno que las flores maduras.
- c) Presentan menos daños mecánicos durante su transporte.

Sin embargo, si el corte se realiza demasiado temprano, puede causar que las flores no abran, se marchiten o tarden mucho para su apertura, (Halevy y Mayak, 1979; Nowak y Rudnicki, 1990; Sacalis, 1989).

En general el alcatraz debe ser cosechado cuando las espatas estén completamente abiertas y muestren su color típico. esto ocurre uno o dos días antes de la polinización Funnell, (1993), y no deben cosecharse antes ya que no ocurre la apertura de la flor, Tjia (1989). Aunque Nowak y Rudnicki (1990) y Hardenburg *et. al.*, (1988) señalan que el estado óptimo de corte de la flor es justo antes de que la espata comience a enroscarse hacia abajo, mientras que Salunkhe, *et al.*, (1990) comentan que las flores deben ser manejadas de manera similar a las de anturio , sin embargo, Funnell (1993), indica que las flores de *Z. aethiopica* también pueden ser cosechadas cuando la estapa esta aún en forma de "cigarro". La cosecha en este estado de desarrollo facilita el empaclado sin reducir la vida en florero. Por otro lado Armitage (1993) señala que las flores deben ser cortadas cuando las espatas esten desenrolladas y casi completamente abiertas para garantizar una buena expresión del color.

2.9. Momento de la cosecha.

La forma común de cosechar el alcatraz es jalando el escapo floral de la planta y colocándolo lo mas pronto posible en agua, con este método se obtienen escapos mas

grandes y se evitan fracturas en la base del tallo. Sin embargo, un jalón descuidado del escapo floral puede dañar o eliminar el segundo y tercer primordio floral retrasando así las cosechas posteriores, además al momento de jalar el escapo este debe estar turgente. Un mejor método es cortar el escapo tan bajo como sea posible, evitando así dañar los primordios florales siguientes, esto es aun mas recomendable en plantas con raíz escasa, o inapropiadamente regadas, (Hardenburg *et. al.*, 1988; Tjia, 1989; Armitage 1993).

2.10. Manejo en postcosecha.

En relación al proceso de postcosecha se estima que durante el mercadeo se pierde el 20 % de las flores, dichas pérdidas ocurren durante la recolección, manejo, almacenamiento, transporte, distribución y venta de las mismas por lo que es muy importante considerar los objetivos del manejo de postcosecha que son:

- a) Detener la continuación del desarrollo durante el almacenamiento.
- b) asegurar un desarrollo normal después del almacenamiento.

De tal forma que las pérdidas se reducirían si se presta mayor atención al manejo cuidadoso, al control de la temperatura, a las condiciones sanitarias y al uso de sustancias preservativas, (Hardenburg, *et. al.*, 1988; Huber, 1987; Salunkhe, *et. al.*, 1990). En el caso de los alcatraces uno de los problemas serios con el manejo de postcosecha es la fractura del tallo seguido por un enrollamiento en el extremo del mismo, lo anterior al parecer se debe a que después de cortado el escapo y colocarse en agua éste absorbe rápidamente el agua fracturándose así la base del tallo, esto puede ser prevenido por pulsamiento de las flores en una solución con 4% de sacarosa, y 100 ppm de citrato de hidroxiquinoleina por 8 a 12 horas. Las flores colocadas en esta solución deben ser endurecidas con un almacenamiento en frío (5-10 °C). Otra solución pulso para alcatraz reportada por Funnell (1993), es la que contiene 0.1M de sacarosa y 0.5 g/l de iprodione que disminuye la fractura del tallo y el manchado de la espata. Sin embargo el uso de preservativos comerciales o soluciones que contengan 3 g/l de sacarosa, provocan una rápida deshidratación y necrosis de las

espatas de *Z aethiopica*. Hardenburg *et. al.*, (1988) mencionan que las flores de alcatraz comun y alcatraz dorado mantenidas a 4 °C se pueden almacenar de 7 a 10 días, sin embargo aquellas flores que han estado sujetas a condiciones fisicas extenuantes se deben mantener durante 24 horas a 10 °C antes de ser almacenadas a 4 °C, aquellas flores destinadas al almacenamiento se deben atar cerca del extremo de los tallos y tambien se debe hacer una atadura suelta debajo de las inflorecencias. Por otro lado Plummer, *et. al.*, (1990) indican que las flores de *Z. aethiopica* var *chilsiana* permanecen immaculadas por 10 dias. Tambien se reporta que existen algunas selecciones cuya vida de florero es de hasta tres semanas, pero la mayoría se conserva de 6 a 7 días, por lo que se ha llegado a señalar que estas flores no responden a los tratamientos comunes que mejoran la vida de florero de muchas otras flores, Tjia y Funnell (1986); Tjia (1989) y Salunkhe *et al* (1990). Sin embargo, Funnell y Downs (1987) para estudiar la producción de etileno en flores de alcatraz, introdujeron espatas individuales en un contenedor de un litro con agua desionizada con pH de 4.0, por una hora a 20 °C y humedad relativa entre 80 y 90%, así como un fotoperiodo de 12 horas, proporcionado por lamparas fluorescentes cuya irradiación es de 2.14 mol x s x m. Por su parte Armitage (1993) comenta que los tallos cortados deben ser colocados en una solución de acondicionamiento por 8 a 12 horas, las flores pueden llegar a persistir de 7 a 20 dias dependiendo del cultivar y el ambiente, para ello las flores se deben colocar en una solución pulso con azúcar (2 a 5 %), sin embargo los tallos no deben permanecer en la solución azucarada pues proliferan varios microorganismos, tambien se puede utilizar una solución diluida de cloro para enjuagar el azúcar del tallo. Ocasionalmente, las flores son asperjadas con un antitranspirante si seran enviadas a grandes distancias, aunque no existen datos objetivos que muestren algun beneficio de este tratamiento, sin embargo no recomienda el almacenamiento, pero indica que los tallos de *Z. aethiopica* pueden ser almacenados en humedo a 3.3° C por mas de una semana, en tanto que los alcatraces de color deben ser almacenados entre 5.5 y 7.7° C, temperaturas menores pueden causar daños por frío a las flores menciona también que los tallos deben ser enviados en seco y si es posible fríos.

2.11. Factores que afectan la vida en florero.

A continuación se citan diez causas de deterioro de las flores cortadas mencionados por Hardenburg, *et. al.*, (1988).

- 1) El agotamiento de las reservas puede causar su muerte. La respiración causa el agotamiento de los alimentos acumulados y la rapidez con que desaparecen determina muchas veces la duración de las flores.
- 2) Los ataques de hongos y bacterias acortan la vida de las flores.
- 3) El proceso de envejecimiento y la maduración normales acortan la vida de almacenamiento y de mercadeo.
- 4) El marchitamiento causado por la excesiva pérdida de humedad por transpiración puede limitar el almacenamiento y la longevidad de la flor. Las flores manifiestan marchitez cuando han perdido del 10 al 15 % de su peso original.
- 5) Las magulladuras y los aplastamientos acortan la vida de almacenamiento por incrementar su respiración.
- 6) El control inapropiado de la temperatura es una de las mas importantes causas de pérdida.
- 7) Cambios de color como el desteñido de los claveles o el "azulamiento de las rosas.
- 8) La acumulación de etileno en el almacenamiento aceleran el envejecimiento de muchas flores y provoca abscisión de pétalos.
- 9) La calidad pobre del agua, tanto por la contaminación y por el alto contenido de minerales reducen la longevidad de las flores.
- 10) Prácticas culturales inadecuadas como el exceso de fertilización, pueden ser una razón para que las flores se deterioren rapidamente.

2.11.1. Relaciones hidricas.

El mantenimiento de un balance hídrico adecuado es uno de los mayores problemas en la maximización de la longevidad de las flores cortadas, pues éstas comunmente están expuestas a un periodo de almacenamiento seco en los canales de comercialización, donde existe entre otros procesos la pérdida de agua por transpiración, al respecto Paull y Goo, (1985) reportan que en *Anthurium andreanum* el espádice perdió del 50

al 60 % del agua, mientras que a través de la espata se perdió entre el 20 y 40 % y solo del 10 al 20 % se perdió por el tallo. En este sentido Colinas-León (1992) señala que muchos de los fenómenos fisiológicos que ocurren en el botón floral y en el pedúnculo dependen del suministro de agua a través del tallo y que el estado hídrico del mismo depende de:

- a) La absorción del agua a través del tallo.
- b) La conducción o el transporte dentro del tallo.
- c) La pérdida de agua por transpiración.
- d) La retención del agua en las células de las diferentes estructuras que forman la flor.

De tal forma que la longevidad de las flores se ve incrementada cuando se reduce la pérdida de agua ya sea por enfriamiento, alta humedad relativa y eliminación de las hojas o exponiendo los pedúnculos o tallos florales a la absorción de compuestos que estimulan el cierre de estomas, como el ácido abscísico (ABA) y los iones de aluminio y cobalto. Al respecto Baker (1988) comenta que el ABA está involucrado en la regulación de la senescencia de algunas flores y que las condiciones que inducen su deterioro como la exposición al etileno y el estrés hídrico producen niveles altos de ABA, sin embargo, considera que la existencia de preservativos florales que contienen un azúcar el cual también induce cierre estomático evita el uso del ABA, pues este puede actuar como promotor de senescencia. En la búsqueda de evitar la pérdida de agua por la flor Broschat y Donselman (1988) probaron sustancias antitranspirantes logrando mejorar la vida de florero de red ginger (*Alpinia purpurata*). Por otro lado se indica que los agentes humectantes o surfactantes a concentraciones de 0.01 a 0.1% mejoran el flujo del agua, y por ende, la hidratación de las flores, tal es el caso del éter nonilfenolpoliglicol (Agral-LN, 2 mg / l o Agral-600, 160 µl / l), aunque este producto presenta el problema de contener en su estructura un anillo de benceno que es difícil de biodegradar, esto evita su recomendación, otros surfactantes utilizados son Tween-20, Tween-80, Triton X-10 por 24 horas antes del almacenamiento en seco, lo que induce una rápida recuperación de la turgencia después del almacenamiento, sin embargo concentraciones de 0.10 mg / l provocan daños visibles en hojas e incluso su

absición, (Durkin, 1981; Pak y Van Doorn, 1991; Ruting, 1991; Jones, *et al.*, 1993; Van Doorn, *et al.*, 1993).

2.11.2. Bloqueo vascular.

Un fenómeno que afecta el flujo de agua en el interior de los tallos de las flores cortadas es el denominado bloqueamiento vascular originado por:

2.11.2.1. Microorganismos. Las flores de corte son susceptibles a taponamiento físico provocado entre otros por microorganismos y sus metabolitos, destacando entre ellos las poblaciones bacterianas, dado que el número de bacterias encontradas en los tallos esta correlacionado con el bloqueamiento vascular de los mismos detectándose una disminución en la conductividad del agua cuando menos del 10^6 ·cfu (unidades de colonias formadas) por gramo de peso fresco. Algunas de las bacterias observadas son *Pseudomonas fluorescens* (encontrada en mas del 70% de la población bacteriana de la superficie del corte y en vasos xilemáticos de flores de rosa), *Pseudomonas marginalis*, *Flavobacterium lutescens* (encontrados en tallos de Snapdragon) *Enterobacter agglomerans* (ubicada en 10% de la población bacteriana en rosas), *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, y *Citrobacter*. El aumento de la población de bacterias es acompañado por una sustancia viscosa amorfa similar a una baba que puede taponar o introducirse en los vasos del xilema dependiendo del tamaño de las moléculas que forman estas sustancias. Durante la vida en florero se ha encontrado que los vasos del xilema son taponados desde la superficie del corte hasta 5 cm sobre el mismo, ocasionando una baja conductancia hídrica. Sin embargo, cortes repetidos de la base del tallo no logran aminorar el efecto adverso de los microorganismos, encontrándose una correlación negativa entre el número de microorganismos en el agua de florero y la vida en florero de las flores. También se sabe que la población de estos microorganismos es baja en el área de producción pero se incrementa rápidamente en las áreas de remate, mayoreo, y de los detallistas, especialmente en esta última, donde las poblaciones son bastante altas que reducen la longevidad de flores como clavel, crisantemo, freesias, gerberas, iris, lilies, rosas y tulipanes, (Kofranek y Paull, 1973; Van Doorn, 1989; Van Doorn, *et al.*, 1991a; Van

Doorn, *et al.*, 1991b; Zagory y Reid, 1986; Clerkx, *et al.*, 1989; Hoogerwerf, *et al.*, 1992; Van Doorn *et al.*, 1989a; Van Doorn *et al.*, 1989b; de Witte y Van Doorn, 1991; Dansereau y Vines, 1973).

2.11.2.2. Taponamiento por aire. En relación a esta causa se sabe que al realizar el corte del tallo floral se rompe el flujo hídrico que existe de manera natural en la planta, este flujo continuara aun después del corte debido a su misma inercia y a la transpiración, lo cual provoca una fuerza de succión en el lugar del corte haciendo que los vasos conductores sean ocupados en una distancia corta por aire a esto se le denomina embolismo, este fenómeno inhibe la absorción de agua aunque los tallos sean colocados en agua posteriormente. El embolismo induce un balance hídrico negativo en el interior del tallo, causando así un disturbio y una disminución en la absorción y transporte de agua. Esto puede provocar un curvamiento del tallo floral debido al peso de la flor, este curvamiento dependerá del grado de lignificación de los elementos vasculares en el área del pedúnculo de la flor. Lo anterior puede ser minimizado colocando los tallos florales en agua cuyo pH sea de 3 a 4, o recortándolos bajo el agua, de preferencia el agua debe estar a 38°C, pues esto disminuye su viscosidad, propiciando así el transporte del agua a través del tallo rehidratando la flor, si el embolismo no es severo, sin embargo en rosas cv Sonia se ha notado un segundo embolismo el cual se desarrolla gradualmente durante la vida de florero, (Halevy y Mayak, 1981; Van Meeteren, 1989; De Witte y Van Doorn, 1991; Sacalis, 1989; Jones, *et al.*, 1993; De Stiger y Broekhuysen, 1989,).

2.11.2.3. Oclusión fisiológica. Con muy pocas excepciones, la cantidad de agua transportada por una flor disminuye con el tiempo. La causa de disminución en la habilidad para absorber agua se conoce como bloqueamiento fisiológico, este puede ser provocado por la producción de gomas o tilosas en los vasos xilémicos viejos, por la presencia de etileno, así como por la degradación celular que sufre el tallo durante el proceso de senescencia, (Sacalis, 1989; de Witte y Van Doorn, 1991; Van Doorn, 1989).

2.11.3. Calidad del agua para florero.

Después de cortar las flores usualmente se colocan en agua, dependiendo de su fuente, el agua puede variar en pH, contener diferentes compuestos químicos y puede estar contaminada por materia orgánica y microorganismos (Nowak y Rudnicki, 1990).

2.11.3.1. pH. Valores de pH entre 3 y 4 son mucho mejores para las flores ya que el crecimiento de los microorganismos es limitado y el agua a estos pHs es tomada mas rápidamente, cuando el agua es alcalina debe ser acidificada con ácido cítrico, 8-HQC, o $AlSO_4$ aunque este compuesto no es muy recomendable pues puede ser fitoxico a pH bajo, (Nowak y Rudnicki, 1990; y Sacalis, 1989).

2.11.3.2. Contenido de sales. Aunque la sensibilidad a la salinidad varia en las flores según la especie, se indica que la concentración de sales no debe ser mayor a 200 pmm, ya que en el caso de rosas, crisantemos y claveles concentraciones mayores acortan la vida en florero en un día por cada 100 mg por litro de incremento en la salinidad, causando daños en las hojas y en los tallos. Otro aspecto que influye es el contenido de calcio y magnesio del agua (aguas duras), aunque estas son menos dañinas que aguas blandas que contienen sodio. Por otro lado el agua fluorada (NaF) es muy dañina para muchas flores, pues la presencia de 1 ppm de fluor en el agua induce daños considerables en flores como frssias, gladiolas y gerberas mientras que a 5 ppm se dañan los crisantemos, rosas, nochebuenas y perritos, en tanto que cymbidiums, lilas y narcisos son resistentes al flúor, también se sugiere que el contenido y los daños por flour depende del patrón de distribución del agua en la flor (Nowak y Rudnicki, 1990 ; Marousky, 1973).

2.11.4. Temperatura.

La temperatura del ambiente es un factor importante que afecta la calidad de la flor en postcosecha, pues las altas temperaturas (20° C) aceleran el desarrollo y senescencia floral en cuanto las temperaturas bajas disminuyen la tasa de respiración y la utilización de carbohidratos así como de otras sustancias almacenadas en los tejidos vegetales, también retrasan el proceso de senescencia, el ataque de microorganismos,

la pérdida de agua y el indeseable crecimiento y desarrollo caracterizado por el curvamiento geotropico y la apertura de los botones florales (Rudnicki, *et. al.*, 1986; Nowak y Rudnicki, 1990; Reid, 1991; Irving y Honnor, 1994).

2.11.4.1. Temperaturas bajas: retrasan el deterioro y mantienen la vitalidad de las flores cortadas, pues disminuyen la respiración entre tres y diez veces en flores de rosa y clavel alargando la vida de postcosecha de los tallos florales, aunque el peso inicial de las flores despues de permanecer en refrigerador a 2° C por seis dias disminuyé (Hardenburg, *et. al.*, 1988; Accati-Garibaldi y Deambrogio, 1993).

El almacenamiento a 5° C en seco de flores de rosa disminuyó el número de bacterias presentes en los tallos cortados, en tanto que temperaturas de 2.5° C por siete dias en 2 µl en SO₂ y humedad relativa entre 50-80 % redujeron significativamente la severidad de infecciones de *Botrytis cinerea* en rosas, (Van Doorn y De Witte, 1991; Hammer y Marois, 1989; Hammer, *et. al.*, 1990).

El uso de temperaturas bajas, atmósferas controladas y almacenamiento hipobárico han facilitado el almacenamiento de algunas flores, ya que disminuyen los procesos metabólicos de los tejidos y previenen la interrupción fisiológica y patológica, en el caso particular del almacenamiento en atmósfera controlada se basa en el hecho de disminuir los niveles de O₂ reduciendo así la respiración y el aumento de los niveles de CO₂ que previenen la producción de etileno, de tal forma que si se mantienen las flores a 0° C y con 4, 5 y hasta 10 % de CO₂ conservan la calidad de claveles y rosas, en tanto que temperaturas de 0° C y concentraciones de 60 % de CO₂ son un tratamiento recomendable contra algunos insectos en flores, sin embargo estos almacenamientos (0-1°) no son sencillos pues requieren de dos semanas y algunas flores se deterioran durante tal periodo, (Nowak y Rudnicki, 1979; Irving y Honnor, 1994; Hansen y Hara, 1994).

Flores cortadas de rosa guardadas a 2° C por un período corto y tratadas con 80-100 g / l de sacarosa tuvieron una vida de florero util mayor que aquellas colocadas solo en agua destilada, en tanto que tratamientos pulso con tiosulfato de plata (STS) seguidos

de un preenfriamiento de los tallos de *Helichrysum diosmifolium* les permitieron una mayor vida de postcosecha, también el uso de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a concentraciones de 0.8 g / l durante el periodo de rehidratación antes del almacenamiento en seco limitó el número de bacterias en los tallos y previno su incremento posterior durante el almacenamiento seco, por lo que el uso de germicidas y de sacarosa en las fases de preenfriamiento y rehidratación mejoran la permanencia en almacén y el aspecto de las flores después del almacenamiento, (Deambrogio y Accati, 1991; Johnston, *et. al.*, 1992; Van Doorn y De Witte, 1991; Jones y Faragher, 1991).

Por otro lado, Colinas-León (1992), indica que las temperaturas bajas se pueden utilizar en:

- a) Preenfriamiento, que consiste en eliminar el calor de campo de las flores, ya sea que se encuentren o no en cajas, y por un corto tiempo.
- b) Transporte, en este caso se pueden colocar bolsas con hielo dentro de las cajas que contienen las flores, o la temperatura del contenedor del vehículo puede ser baja, sin llegar al congelamiento.
- c) Almacenamiento, cuando las flores requieren ser almacenadas antes de ser transportadas o antes de ser distribuidas a los consumidores, se pueden mantener a bajas temperaturas entre los 5 y los 10 °C.

Las temperaturas pueden tener efectos degradativos como los daños por frío y daños por congelamiento en flores originarias del trópico y subtrópico, los daños por frío se manifiestan como marchitamiento de las hojas, humedecimiento completo de los tejidos, necrosis, pérdida acelerada de agua, y una gran susceptibilidad al ataque de patógenos, en el caso de los daños por congelamiento, éstos son letales y se deben a la formación de hielo en el apoplasto y como consecuencia se presenta la desecación del citoplasma, (Reid, 1991).

Flores de *Gloriosa rothschildiana* desarrollaron signos de daños por frío cuando fueron almacenados a 1° C por tres días, pero los síntomas no se desarrollaron cuando fueron almacenadas a 10° C por diez días, (Jones y Truett, 1992).

La vida de florero de algunas flores se reduce en 50% si los tallos son almacenados a 4° C o si las flores son almacenadas sin envoltura, cuando el almacenamiento de las flores se realiza a 1° C es necesario mantenerlas hidratadas con una envoltura adecuada, (Jones y Foragher, 1991).

Criley y Paull (1993) al realizar una revisión sobre manejo de postcosecha de flores tropicales comentan que las flores de anturio sometidas a 15° C no sufren daños por frío pero algunas presentan deshidratación, en tanto que flores de ave del paraíso deben ser almacenadas a 8° C en agua por una semana pero si el período de almacenamiento es mayor es mejor hacerlo en seco.

2.12. Tratamientos de Postcosecha.

Reid y Kofranek (1980), recomiendan el uso del agua destilada como solución testigo en todos los trabajos de investigación sobre vida poscosecha de flores cortadas, junto con un testigo con agua desionizada, y una alternativa válida para destilar agua podría ser filtrar agua desionizada para remover microorganismos y materiales coloidales.

Para probar la eficacia de biocidas en soluciones de florero, se requiere un testigo que comprenda 4 ppm de NaOCl (diluido de blanqueador comercial), y 50 ppm de HQC.

Por otro lado, para evitar la contaminación cruzada entre tallos florales, se plantea que cada flor deberá mantenerse en un contenedor individual. El contenedor debe estar esteril y libre de impurezas (p.e., de iones de plata), los cuales podrian afectar la vida en florero de las flores, un posible metodo de llevar a cabo esto seria el uso de una banda de polietileno para cada vaso.

Tambien recomiendan que la evaluacion de vida de florero se realice a 20 °C, con una variación de 2 °C, en el caso de la intensidad luminosa debe ser de 1000 lux que se puede obtener utilizando un tubo de luz blanca fluorescente esta luz debe estar entre los

400 y 700 nm, con un ciclo diurno de 12 hr. y de 12 hr. de obscuridad, en el caso de la humedad relativa cuyo control se dificulta la condición ideal sería de 60 a 70 %, otro aspecto a considerar es la concentración de gases principalmente de etileno que debe ser de 0.05 $\mu\text{l} / \text{l}$, y la concentración de CO_2 la cual debería encontrarse entre 200 y 400 $\mu\text{l} / \text{l}$, cuidando que la velocidad del viento no exceda 0.5 m / seg., además se menciona la importancia de obtener fotografías que describan los estados de madurez y de senescencia de las flores.

Sytsema, (1973) para medir la vida en florero eligió mantener las flores a 20 °C, a 60 % de humedad relativa y una baja intensidad de luz diurna difusa, en invierno con un suplemento diario de 8 hrs a baja intensidad de luz fluorescente consistente de 50 % TL 33 y 50 % TL 55 para un buen criterio de colores especiales rojo y azul, los colores amarillo no causaron problemas, también la velocidad del aire a nivel de las flores es mínimo, ya que no debe mover las flores. Sin embargo, las condiciones de manejo en postcosecha para cada especie y cultivar varían mucho y no requieren las condiciones aquí citadas.

2.12.1. Soluciones preservadoras.

El uso de las soluciones conservadoras es una de las formas más importantes de mejorar la duración y mantener la calidad de las flores cortadas, para algunas especies estas soluciones aumentan el tamaño de las flores y mantienen el color de las hojas y los pétalos, también se busca que las flores cortadas, resistan las fluctuaciones de las condiciones ambientales, por lo que los tratamientos pueden ser aplicados durante la cadena de comercialización que va desde los productores, mayoristas, detallistas y los consumidores finales, (Nowak y Rudmicki, 1990; Sacalis, 1973; Salinger, 1973).

Hardenburg, *et. al.*, (1988) mencionan tres tipos de tratamiento con preservantes que se aplican comercialmente a las flores (soluciones en vaso, soluciones abridoras de botones y tratamiento de alta concentración), Sin embargo, Halevy y Mayak (1981), Dole y Wilkins, (1989), señalan cuatro usos principales de las soluciones conservadoras que son:

a) Soluciones de acondicionamiento o de endurecimiento: su propósito principal es el de restaurar la turgencia de las flores cortadas por saturación, con agua, después de ser expuestas a un estrés hídrico durante el manejo en campo, invernadero, almacén o transporte. Este acondicionamiento se realiza con agua tibia y de preferencia desionizada que contenga un agente bactericida o fungicida, también puede tener un agente humectante y un acidificante pero no azúcar.

b) Soluciones pulso o de carga: estas se utilizan en tratamientos cortos de preembarque y su efecto puede prolongarse durante toda la vida en florero. El principal ingrediente de estas soluciones es el azúcar que es utilizado en concentraciones elevadas, estas pueden ir de 2 a 20% según la especie o cultivar a tratar, estos tratamientos prolongan la vida, promueven la apertura, mejoran el color de los pétalos, y su aplicación puede ser de 12 a 24 horas con una intensidad luminosa de 1000 lux y temperatura de 20 a 27 °C., su composición se puede complementar con un acidificante o sales de plata, y un biocida.

c) Soluciones de apertura: el uso de estas se restringe a aquellas flores que son cosechadas en una etapa temprana, en estado de botón, su composición es similar a las soluciones pulso, sin embargo, el tiempo requerido para la apertura es de varios días y la concentración de azúcar es menor, pues concentraciones altas pueden causar desecación del follaje.

d) Soluciones de florero: estas se utilizan para la conservación de las flores en el florero, y contienen concentraciones de azúcar bajas alrededor de 0.5 a 2.0 %, así como un acidificante, y un biocida.

Durkin, et al., (1991), señalan que muchas preparaciones para prolongar la vida de florero de flores cortadas están disponibles comercialmente (p.e. Florever utilizado por Kelly y Starman, 1990). Aunque la composición de estas difiere en detalles; pues todas contienen esencialmente azúcar, un germicida, un ácido y un inhibidor de la síntesis de etileno, sin embargo algunas pueden contener reguladores de crecimiento y algunos compuestos minerales.

Los pretratamientos de las flores solo son efectivos si estas son capaces de absorber una mínima cantidad de la solución de pretratamiento, por otro lado, cuando las flores permanecieron en seco durante 3 a 4 horas después de la cosecha, la tasa inicial de absorción fue alta, aparentemente como resultado del contenido bajo de agua de estas flores. Después de esta tasa inicial alta de absorción la cual tardó de 1-2 horas, la tasa de absorción fue constante en el Liliis encanto. En clavel, sin embargo la absorción fue menor siempre a la siguiente hora, (Harkema y Van Doorn, 1986).

Salinger (1973) menciona los siguientes criterios para la evaluación de los preservativos florales.

- 1) Vida de florero: el número de días de antesis a senescencia de flores solitarias (clavel, crisantemo, rosa, entre otras)
- 2) Desarrollo de florecillas en espigas florales (gladiola, antirrhiniun)
- 3) Desarrollo de botones laterales (rosas floribunda, crisantemo spray)
- 4) Retención del color de la flor (iris, *Mathiola incana*)
- 5) Conservación de la firmeza del pedicelo (Tulipan)
- 6) Mantenimiento de la actividad fotosintética del follaje (crisantemo)
- 7) Desarrollo desde botón hasta antesis después de cosecha (clavel)
- 8) Conservación de la vida en florero después del almacenamiento en frío y del transporte (clavel)
- 9) Restricción de los daños a los tejidos de la planta (Tulipan)
- 10) Incremento de la vida en almacén compatible con una vida de florero adecuada (clavel)
- 11) Disponibilidad, adaptabilidad y costo de los materiales usados.

2.12.2. Productos químicos en las soluciones preservadoras.

2.12.2.1. Azúcares. Los pétalos de las flores acumulan altos niveles de azúcar durante su desarrollo provenientes de las plantas pues es su principal fuente para mantener todos sus procesos bioquímicos y fisiológicos tales como mantener las membranas celulares intactas, además de prevenir la disminución de la presión osmótica en la

savia celular, por lo que uno de los efectos beneficios de los azúcares sobre la longevidad es el de mantener la estructura protoplásmica y mitocondrial, otro efecto importante es el de mantener el balance hídrico por medio del cierre estomático, regulando así la pérdida de agua por transpiración e incrementar la absorción y la retención de agua en los tejidos, así como la capacidad de asimilación de solutos al preservar íntegras las membranas, también se reporta que la sacarosa proporciona carbono que se incorpora a las proteínas de las flores mantenidas en una solución azucarada, además de provocar una acumulación de CO₂, el cual puede actuar como antagonista a la acción del etileno, de tal forma que la sacarosa disminuye la sensibilidad al etileno permitiendo cierta resistencia al proceso de senescencia. Cuando la flor es cortada, la velocidad con que el azúcar se metaboliza es uno de los factores que determinan su longevidad, por lo que el contenido de azúcar puede ser mantenido con soluciones azucaradas a través del tallo cortado, aunque el incremento de la longevidad de las flores en presencia de azúcares no es la misma para todas las especies, sin embargo el suministro externo de glucosa retrasa la proteólisis y promueve la síntesis de proteínas y amidas, así como también los azúcares exógenos preservan la actividad enzimática involucrada en la biosíntesis de sacarosa (glucosa 6P isomerasa, sacarosa-P-sintetasa, sacarosa sintetasa), la glucosa también retrasa la ocurrencia del pico de producción de etileno, la exudación masiva de solutos (que indican una menor integridad de la membrana) y la degradación de fosfolípidos. Por otro lado, los azúcares principales en la corola son azúcares reductores (glucosa y fructosa) y sacarosa, aunque predominan los primeros en todos los estados de desarrollo de la flor pues la sacarosa prácticamente desaparece al iniciarse el marchitamiento. Sin embargo, la sacarosa es la más utilizada en las soluciones preservativas, aunque su concentración varía en la elaboración particular de soluciones para cada especie y cultivar, pues concentraciones elevadas de azúcar son dañinas para hojas y pétalos así como concentraciones muy bajas no producen la respuesta óptima, sin embargo, la concentración más utilizada de sacarosa es de 20 g / l (2%), una desventaja de la presencia de azúcar en las soluciones conservadoras es que constituyen un medio excelente para el crecimiento de microorganismos que pueden

bloquear el tallo, por lo que se debe incluir un germicida a la mezcla conservadora, pues 10 g / l, o concentraciones de 2 a 5 % de sacarosa (peso / volumen) mas un compuesto antimicrobial adecuado en tratamiento continuo mejoran la longevidad, el desarrollo y la apertura de botones ademas de retrasar la senescencia y el cierre de las flores abiertas, aunque tambien se puede utilizar en tratamientos pulso de 20 % de sacarosa por 24 horas. En *Liatris* la sacarosa permite el incremento de longitud de las inflorescencias y prolonga la vida de las espigas asi como el color, pero principalmente permite el desarrollo y apertura de las flores, en tanto que en *Protea* la sacarosa al 1 % retrasó el ennegrecimiento de las hojas, (Nichols, 1973; Sacalis, 1973; Mayak y Halevy, 1983; Baker, 1988; Nowak y Rudnicki, 1990; Paulin, 1986; Halevy y Mayak, 1981; Accatí y Jona, 1989; Downs y Reihana, 1988; Jones *et. al.*, 1993; Jones y Truett, 1992; Han, 1992, Bieleski, *et. al.*, 1992).

2.12.2.2. Germicidas. Se han realizado diversos trabajos con el objeto de encontrar productos bacteriostáticos que eviten o retrasen el crecimiento de las poblaciones de microorganismos en el agua de florero y que prevengan la disminución de la conductancia hidraulica en el tallo floral, entre ellos podemos mencionar al cloro hipoclorito de sodio (4 ml / l), o compuestos como el hidrato de sodio diclo-s-triazinetriene (150-750 ml / l), el ácido dicloroisocianurico (DICA) compuesto cuaternario de amonio que libera cloro lentamente, así como el cloruro de benzalconio, el citrato de hidroxiquinoleina (8-HQC), nitrato de plata ($AgNO_3$), sulfato de aluminio ($Al_2 (SO_4)_3$), y Physan 20 (200 μ l / l), encontrandose que estos productos presentan efectos variables, pues en ocasiones la concentración requerida para tener resultados es muy alta llegando a causar daños como clorosis foliar e incluso abscisión de hojas o como en el caso del DICA y el benzalconio que estimulan la producción de etileno, sin embargo, las dosis de 50 mg / l en la solución de florero incrementa la longevidad y el peso fresco de flores de *Thryptomene calycina* además de prevenir la oclusión de los tallos, otros antibióticos probados son sulfacetamida (1.0 mg), demetilabortetraciclina (30 mg), ácido nalidixico (30 mcg), gantrisin (20 mg) doxiciclina (30 mg), cloranfenicol (30 mcg o 10 mg / l), triburón (1 mg), metaciclina

(30 mg), aureomicina (30 mcg), tetraciclina (30 mcg), mandelamina (30 mg), ácido cítrico (250-500 mg / l), estreptomicina, nistatin, todos estos pueden ser mezclados con aditivos comerciales para controlar bacterias y así ampliar la vida de las flores cortadas, (Van Doorn, 1989; Van Doorn, *et. al.*, 1991a; Van Doorn, *et. al.*, 1991b; Zagory y Reid, 1986; Clerkx, *et. al.*, 1989; Hoogerwerf, *et. al.*, 1992; Van Doorn *et. al.*, 1990; Van Doorn, *et. al.*, 1989; De Witte y Van Doorn, 1991; Dansereau y Vines, 1973; Kofranek y Paul, 1973; Jones, *et. al.*, 1993; Dai y Paull, 1991; Paul y Goo, 1985).

En el caso particular del alcatraz se encontró que tratamientos con 8-HQC (200 ppm) más AgNO_3 (1200 ppm) más BA (30 ppm) y sacarosa (1 %) o la combinación de 8-HQC (200 ppm) más AgNO_3 (1200 ppm) más TIBA (30 ppm) y sacarosa (1 %), redujeron de 20 colonias de bacterias encontradas en el florero de las flores testigo a solo una de ellas, señalándose como posible explicación a la acción combinada del 8-HQC y el AgNO_3 , (Castillo-Martinez, 1995).

2.12.2.3. Tiosulfato de plata (STS). Las sales inorgánicas de plata son altamente germicidas en solución. Por ejemplo el nitrato de plata destruye la mayor parte de los microorganismos en una concentración de 0.1 %, a concentraciones menores son bacteriostáticas también se sabe que la plata metálica en agua destilada se transforma en bactericida. Los iones plata se combinan con grupos sulfidrilos, aminos, fosfato y carboxilo, y las interacciones con estos grupos a nivel proteico provoca su desnaturalización, teniendo efecto irritante, cáustico y astringente, que ocasionan la coagulación y precipitación de las proteínas para luego provocar ruptura de la membrana celular microbiana y la muerte del organismo. Por otro lado, los complejos de plata-proteína formados cuando se aplican altas concentraciones de plata en los tejidos proporcionan un reservorio para la liberación sostenida del ion plata, las sales de plata tiñen los tejidos de color negro debido al depósito de plata reducida en los mismos, en tanto que el ion plata es precipitado por el cloro (Goodman, 1986; Litter, 1986).

Se encontro que el complejo STS se trasloca facilmente en las plantas y a concentraciones adecuadas (aproximadamente 1.0 μmol de plata por tallo) no es fitotóxico como ocurre con otras sales de plata, por lo que el STS es ideal para proteger a las flores de la acción del etileno, pues inicialmente se pensaba que el ion plata inhibia la acción del etileno por su tamaño en estado de oxidación y a la habilidad de formar complejos con el etileno, sin embargo, actualmente se ha encontrado que el Ag^+ compite con el etileno por un sitio de unión en las proteínas impidiendo asi su acción. Los máximos beneficios del STS se obtienen cuando las flores son tratadas inmediatamente despues de la cosecha, aunque también se obtiene protección cuando se aplica días después de la cosecha, (Staby, *et. al.*, 1993; Reid, 1991; Beyer, 1976a y b).

Las flores tratadas con pulsos de STS no mostraron *Botrytis* por lo que se utiliza de manera regular en soluciones preservativas, ya que aumenta la longevidad de las flores, ademas de que evita o retrasa la abscisión de hojas de tallos florales, el efecto del STS se incrementa si se combina con sacarosa (4 mM de STS / 80 min más 7 % de sacarosa) y se utilizan como pulso antes de que las flores sean refrigeradas y almacenadas, reduciendo a 10 % la acción del etileno y la actividad de la enzima formadora de etileno (EFE), disminuyendo la producción de etileno retrasando asi el encogimiento y el marchitamiento de los pétalos y la abscisión de botones florales, (Nowak y Rudnicki, 1979; Kofranek y Paul, 1973; Halevy y Mayak, 1981; Swart, 1980; Awad, *et. al.*, 1986; Van Doorn, *et. al.*, 1991b; Johnston, *et. al.*, 1992; Dai y Paull, 1991; Lee, *et. al.*, 1990; Nowak y Rudnicki, 1990; Mor *et. al.*, 1989; Mor, *et. al.*, 1984).

En rosas dependiendo del cultivar, de la madurez de la flor, y la concentración del etileno, los pretratamientos con STS previnieron parte o completamente la apertura acelerada de las flores, encontrandose que la interacción etileno/plata es competitiva, sin embargo en flores insensibles al etileno como cyclamen el complejo aniónico STS no tiene efecto sobre la vida en florero, (Reid, *et. al.*, 1989; Halevy, *et. al.*, 1984).

De Stigter, (1980a) obtuvo el complejo STS de la mezcla de nitrato de plata (AgNO_3) 0.2 mM mas tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0.8 mM, para realizar tratamientos a

flores de rosa por 5 horas durante el primer periodo oscuro despues del corte, aunque a veces esta concentración causo quemaduras en las hojas, en tanto que Sytsema (1980) utilizo una relación molar de 1/8 de nitrato de plata y tiosulfato de sodio (abreviados como Ag/Na) para tratar por 2 horas a tallos florales de clavel, pero tambien obtuvo buenos resultados con una mezcla de 0.2 mM de AgNO_3 y 1.6 mM de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Nowak y Rudnicki, (1990) señalan que la solución de tiosulfato de plata se realiza de la siguiente manera:

- i) Disolver 0.079 g de AgNO_3 en 500 ml de agua desionizada.
- ii) Disolver 0.462 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 500 ml de agua desionizada.
- iii) Vaciar la solución de AgNO_3 en la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ mientras se agita. (la concentración de plata obtenida es de 0.463 mM).
- iv) Si la solución no se utiliza de inmediato se puede guardar en un frasco de vidrio oscuro a 20-30° C en total oscuridad por más de cuatro días. También comentan que las flores pueden ser mantenidas durante 20 minutos a 20° C en la solución de STS, aunque el periodo puede ser mayor dependiendo de la especie, cultivar o del tiempo en que mantendra almacenada.

Los tiosulfatos pueden generar azufre facilmente especialmente en solución ácida y las bacterias facilitan esta reacción, el azufre puede convertirse en un germicida por oxidación de algunos microorganismos que lo convierten en ácido pentatiónico ($\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$) aunque es poco potente pero puede actuar como queratolitico, (Goodman, 1978; Litter, 1986).

2.12.2.4. Sulfato de Aluminio ($\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$). El ion aluminio actua como un microbicida en soluciones preservativas pues la presencia continua de compuestos de aluminio causan la inhibición del crecimiento de la población bacteriana durante el almacenamiento seco, además de que el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ al 0.01 % causa el cierre parcial de los estomas y reduce la transpiración de flores cortadas de rosa y aumenta la vida en

florero de rosas, claveles y otras, al parecer esto se debe a que algunos compuestos de aluminio aparentemente se adhieren a la superficie cortada y a las paredes de los vasos del xilema, como un depósito blanco que se nota en la superficie de corte de los tallos mantenidos en una solución de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, sin embargo concentraciones altas de este compuesto pueden causar daños como abscisión de hojas, reportándose como el rango de concentración adecuado entre las 200 y 300 ppm. Aunque el uso de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a concentración de 0.8 g / l durante el periodo de rehidratación antes del almacenamiento en seco limitó el número de bacterias en los tallos y previno su incremento posterior durante el almacenamiento, (Baker, 1988; Nowak y Rudnicki, 1990; Van Doorn y De Witte, 1991).

2.12.2.5. Citrato de hidroxiquinoleina (8-HQC). El citrato de hidroxiquinoleina a ciertas concentraciones (200-600 ppm) inhibe la producción de etileno en ciertos tejidos de plantas utilizándose en soluciones preservativas, pues además a 250 mg / l de 8-HQC mejora la absorción de la solución preservativa ampliando significativamente la vida en florero de *Gloriosa rothschildiana* Ó Brien (Liliaceae), aunque la mejor calidad de flores de clavel se obtuvo cuando se mantuvieron en una solución preservativa conteniendo 200 mg / l de 8-HQC mas 50 g / l de sacarosa, en tanto que en flores de rosa la combinación más destacada fue aquella que contenía 200 ppm de 8-HQC mas 2 % de sacarosa y de 0.1 a 1.0 % de nitrato de calcio, (Baker, 1988; Nowak y Rudnicki, 1990; Jones y Truett, 1992; Rudnicki, *et. al.*, 1989).

2.12.2.6. Combinaciones. La combinación de 8-HQC o de AlSO_4 y glucosa reducen la pérdida de agua por el cierre de estomas mejorando así la retención del agua, y la mezcla de STS mas 7 % de sacarosa mejoran la longevidad de flores de Sweet pea, (De Stigter, 1980b; Awad, *et. al.*, 1986).

2.13. Senescencia y postcosecha de flores.

La senescencia es uno de los pasos en el desarrollo biológico sin definir bien, así tenemos que Leopold (1983), propone que la senescencia puede ser definida como

los procesos degenerativos que son causa natural de la muerte, mientras que Sacher (1973), indica que la senescencia es la fase final en la ontogenia del órgano en el cual una serie de eventos normalmente irreversibles son iniciados y conducen a la ruptura celular y la muerte del órgano. Aunque Watada *et al.*, (1984), consideran que la senescencia es el proceso que sigue a la madurez fisiológica y conduce a la muerte ya sea de las células, tejidos, órganos o de la planta completa. Por su parte, Salunkhe *et al.*, (1990), indican que determinados órganos tales como las flores sufren probablemente una senescencia genéticamente programada, la cual es independiente de los genes específicos de senescencia. Al respecto, Halevy y Mayak (1979), añaden que el proceso de senescencia está regulado por hormonas, aunque este proceso puede ser acelerado por exposición al etileno o estrés hídrico, posteriormente Mayak y Faragher (1986) comentan que un estrés hídrico pasajero, tal como inducir la pérdida del 20 % o más del peso fresco provoca a menudo un adelanto del ascenso en la tasa de producción de etileno, al mismo tiempo se da un ascenso en la microviscosidad de las membranas celulares, estos cambios sin embargo no ocurren durante la fase de estrés pero si después, por eso Reid (1989) comenta que la senescencia aplicada a flores cortadas puede incluir las relaciones hídricas adversas y la abscisión floral, en relación a la senescencia de las flores, Leopold (1983) agrega que este evento ocurre abruptamente después de completarse la polinización, pues Halevy (1986) señala que la polinización causa una aceleración considerable de la senescencia en los pétalos, tales como decoloración, marchitamiento, síntesis de antocianinas y su abscisión, además que las flores polinizadas producen etileno inicialmente promovido por ACC transferido del polen a los pétalos y posteriormente por la estimulación de la ACC sintasa en el pistilo por la germinación del tubo polínico, sin embargo Reid y Wu (1991) sugieren que en el polen podría ser el estímulo inicial de la formación del etileno, y que un factor de sensibilidad desconocido (puede ser un ácido graso) debe moverse hacia los pétalos después de la polinización. En tanto que Paulin y Muloway (1979) comentan que el "síndrome de senescencia" está asociado con una pérdida en la energía necesaria para síntesis, esto está soportado por las siguientes observaciones:

- i) El suministro externo de glucosa, retrasa la aparición de los signos de senescencia.
- ii) La proteosíntesis es estimulada por los glúcidos exógenos.
- iii) La síntesis de amidas es estimulada por glúcidos externos, esta síntesis tiene un efecto detoxificante con respecto al amonio, el último producto de la degradación de proteínas.
- iv) La glucosa promueve la transferencia de metabolitos.

Finalmente, Baker (1988) caracteriza los siguientes efectos como producto de la senescencia en flores:

- a) Declinación en el contenido de ARN, proteínas, fosfolípidos y otras macromoléculas.
- b) Aumento de la actividad de la ARNasa, y otras enzimas hidrolíticas.
- c) Incremento en la producción de etileno.
- d) Aumento de la microviscosidad de las membranas.
- e) Incremento de la permeabilidad de las membranas provocando pérdida de iones y agua.

Por otro lado, Mayak y Faragher (1986) comentan que a temperaturas bajas la biosíntesis de etileno sigue un curso típicamente climatérico, sin embargo el ascenso de la tasa de producción de etileno es retrasado, aunque las tasas máximas de producción son similares a las observadas a temperatura ambiente, también, las altas tasas son mantenidas por un largo tiempo sin un desarrollo visible de síntomas de senescencia.

2.14. Parámetros de calidad de las flores cortadas.

La calidad de las flores cortadas es un término aplicable a algún rasgo o característica que incluye grados de excelencia o superioridad en el tipo, forma, color, tamaño, fragancia u otra medida subjetiva de las flores, tallos y follaje que constituye a las flores cortadas, estos parámetros pueden ser observados al cosechar, y algunos otros tales como la apertura y longevidad (vida en florero), pueden ser evaluados de acuerdo a su presentación solo por el consumidor final. Sin embargo cada uno de los parámetros

de calidad es determinado por condiciones específicas en pre y postcosecha y varían para las diferentes especies y cultivares. Por eso cuando se quieren definir normas de calidad es muy difícil pues se tiene que considerar las siguientes razones:

i) Las normas pueden variar entre países, culturas y sociedades y pueden cambiar con el tiempo y en este sentido el criterio de preferencia para la calidad está cercano a aquellos establecidos por la moda.

ii) Las flores difieren de todos los otros productos hortícolas en que ellas son cosechadas no como un producto final para el consumo como ocurre en otras mercancías o para un procesamiento industrial, ya que se cosechan antes de que se desarrollen completamente, en estado de botón esperándose que continúen su desarrollo y abran completamente en el florero como si estuvieran unidas a la planta, (Conover, 1986; Halevy, 1989; De Gelder, 1989).

A continuación se exponen algunos criterios para la determinación de la calidad de las partes que constituyen a las flores cortadas (flor, tallo y follaje) propuestos por Halevy, 1989; Conover, 1986 y De Gelder, 1989.

2.14.1. Flores.

2.14.1.1. Formas: Para cada flor existe una cierta forma que es aceptada como deseable y "normal". La desviación de esta forma se considera como una malformación aunque es difícil definir de manera objetiva que es normal, pues en alcatraz una malformación doble y coloración fasciada se vendió a precios premium en comparación a las flores normales, por lo que ahora se intenta desarrollar un tratamiento para aumentar la tasa de esta malformación.

2.14.1.2. Color: Los defectos de color son muy difíciles de establecer pues se habla de una desviación del color normal de un cultivar particular cuando crece bajo condiciones óptimas y es considerado indeseable. Algunos de estos defectos incluyen el verdeamiento o tonos amarillos en rosas, el color rosado del crisantemo blanco y el bronceado de crisantemos amarillos, así como el ennegrecimiento del verticilio completo de los pétalos externos en rosas rojas y claveles debido a temperaturas bajas y radiación ultra violeta (U.V.) en pétalos fríos, también el azulamiento de las rosas y

claveles intactos causado por altas temperaturas y baja intensidad luminosa o el azulamiento de muchas flores cortadas que representa un signo de senescencia temprana, esto puede ser retrasado por soluciones pulso que contengan una concentración óptima de azúcar, en el caso de alcatraz se ha reportado el fenómeno de reverdecimiento por un incremento de la clorofila total .

2.14.1.3. Fragancia: La fragancia es una cualidad dada por múltiples componentes los cuales son difíciles de definir y cuantificar, la intensidad y calidad de la fragancia puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales y puede reducirse o modificarse después de la cosecha. Así algunas flores como los narcisos pueden tener fragancia agradable, pero puede ser considerada pesada cuando se conservan en un lugar mal ventilado y caliente. No es fácil evaluar un olor o aroma como agradable o desagradable, ya que esta característica es subjetiva y depende de la cultura, pues el nardo (*Polianthus tuberosa*), es una flor cortada de escasa importancia en las sociedades occidentales mientras que es de gran demanda en países de América Latina, del Mediterráneo y la India.

2.14.1.4. Tolerancia al estrés: Este aspecto de la calidad se refiere al comportamiento de las flores a bajas temperaturas o la sequía durante el periodo de almacenamiento.

2.14.1.5. Susceptibilidad a enfermedades: Las especies y variedades de flores presentan diferente grado de susceptibilidad a enfermedades tales como *Botrytis cinerea*, durante su vida de postcosecha.

2.14.2. Tallo.

Los tallos florales deben ser normalmente rectos y fuertes para sostener el peso de la flor sin curvarse, sin embargo son indeseables los tallos excesivamente gruesos, algunas flores cortadas son seleccionadas de acuerdo a su longitud, el cual da un mayor parámetro de calidad, aunque debe existir un balance entre el tamaño de la flor y la longitud del tallo, este balance es subjetivo.

2.14.3. Follaje.

El follaje debe ser limpio, libre de manchas o signos de plagas y/o enfermedades, las hojas deben ser de tamaño y forma óptima y preferiblemente brillantes, suaves y no quebradizas, en algunas flores la calidad y la longevidad están determinadas por la

vida del follaje pues éste es susceptible de presentar amarillamiento prematuro, tal es el caso de ciertos cultivares de lilis, alstroemeria, crisantemo y estatices, afortunadamente dicho amarillamiento puede ser reducido y retrasado por tratamientos con citocininas o giberelinas.

2.14.4. Apertura y longevidad.

Estos aspectos son importantes pues muchas flores son cosechadas cuando aun estan en estado de botón o cuando algunas florecillas de la inflorescencia estan en botón, y la falta de apertura es a menudo un poblema, pero tambien la apertura excesivamente rápida es indeseable, pués el consumidor quiere que esten abiertas tanto como sea posible sin marchitarse, senecer o despetalarse, por ello es necesario establecer para cada cultivar los primeros sintomas visibles de senescencia, número de flores abiertas por tallo, tratamientos con soluciones preservativas, (Halevy, 1989; De Gelder, 1989). Otros criterios de calidad son la uniformidad completa de las flores lo que indica ausencia de mezcla de los cultivares, su vigor, y frescura.

En tanto que Conover (1986), propone la siguiente escala para establecer la calidad específica de las flores cortadas.

Criterio y porcentaje	Descripción
Condición (25)	Ausencia de daños mecánicos o por insectos, ácaros o enfermedades tanto en flores, tallos y follaje (10); apariencia fresca, buena consistencia sin indicios de senescencia (15).
Forma (30)	Forma correcta (10); ni tan abierta o cerrada (5); follaje uniforme (5); buen balance entre el tamaño de la flor y la longitud del tallo y su diametro (10).
Color (25)	Definido y claro (10); uniforme, parejo todo el cultivar (5); sin desteñir (5); sin residuos de aspersiones (5).
Tallo y follaje (20)	Tallos fuerte y rectos (10); color apropiado del follaje sin clorosis o necrosis (5); sin residuos de pesticidas foliares (5).

2.15. Estudios de enzimas e isoenzimas.

A principios de los 50's, numerosos estudios fueron conducidos para obtener evidencias de que las enzimas vegetales presentan formas múltiples, por lo que para demostrar que las manchas producidas por las enzimas múltiples no eran artificiales,

se tomó y mezcló peroxidasa original y se separó en dos fracciones por precipitación con ácido pícrico saturado encontrándose que el precipitado contenía solo manchas A y B; mientras que el sobrenadante contenía C y D y cuando la peroxidasa purificada fue analizada utilizando un filtro de electroforesis de papel, se observaron dos componentes de peroxidasa, uno de ellos migró al ánodo y otro migró al catodo, sugiriendo que los componentes tienen propiedades distintas, (Mc Millin, 1983; y Vallejos, 1983).

Shields, *et. al.*, (1983) comentan que el término "isozima" se estableció para describir diferentes formas moleculares de enzimas con el mismo sustrato, mientras que a la forma de las bandas desarrolladas en el gel de almidón se le conoce como "zimograma".

Lehninger, (1985) menciona que las isoenzimas difieren en su pH isoelectrónico y en su composición de aminoácidos, la existencia de estas formas múltiples conocida actualmente en un gran número de enzimas se debe a que están constituidas por mezclas íntimamente relacionadas de diferentes clases de cadenas polipeptídicas en las que están combinadas las propiedades cinéticas y de enlace específicos aportados por cada tipo de cadena.

Mc Millin (1983) indica que las formas múltiples de las enzimas (isoenzimas), presentan propiedades químicas distintas, diferente actividad durante el año (variación estacional), así como expresiones diferentes en células, tejidos y órganos, estas diferencias también se manifiestan entre especies y dentro de especies, considera también que el patrón complejo de la expansión de enzimas puede ser controlado por los loci regulatorios, dicha regulación ocurre a nivel transcripcional, post-transcripcional, traslacional, y post-traslacional, con base en lo anterior, las isoenzimas (isozimas) pueden utilizarse para estudiar el efecto de infecciones virales en plantas, aunque su expresión puede ser alterada por la adición de hormonas vegetales. Por su parte Dennis y Emes (1993), señalan que en algunos casos las isoenzimas tienen propiedades cinéticas y físicas muy similares, aunque en otras son muy diferentes.

Smith y Feinberg (1979) concluyen que los aminoácidos de sustancias naturales pueden separarse por electroforesis, pero su resolución no es tan buena como la obtenida por cromatografía, dado que los aminoácidos tienden a moverse en grupos en vez de hacerlo individualmente, pues la separación se dá entre aminoácidos básicos y ácidos, pero raramente por aminoácidos neutros.

Considerando que las isoenzimas son proteínas y éstas son el producto inicial de los genes estructurales mediante su identificación se puede buscar si durante el proceso de senescencia se presentan variaciones en su contenido, en el tipo presente, tomando en cuenta que los cambios en la secuencia base de su codificación, en muchas aunque no en todas las circunstancias, provocan un cambio correspondiente en la estructura primaria de las proteínas, al respecto Borochoy, *et. al.*, (1986) mencionan que la senescencia de las flores está asociada con una disminución de varios parámetros de las proteínas de la membrana que incluyen la actividad enzimática en la membrana, el contenido de proteína de la membrana y de los grupos tiol en las proteínas de la membrana, esto es apoyado por Paulin (1973), quien señala que un período de estrés hídrico provoca una disminución en el contenido de proteínas, aunque al realizarse la rehidratación se dá una nueva síntesis de proteína por un período muy corto, la cual es limitada en intensidad y duración por la temperatura, posteriormente a este incremento prevalece la proteólisis previa al envejecimiento. Sin embargo bajo condiciones desnaturalizantes (pH 9.0), la situación de un aminoácido simple es difícil de detectar, por que la separación esta basada casi exclusivamente en el tamaño (peso molecular), sin embargo, si la electroforesis es conducida en condiciones nativas (pH= 7.0 a 8.5 y temperaturas bajas), las sustituciones de aminoácidos simples puede tener efectos marcados en migración, aunque aquí surge un problema pues los extractos de tejido crudo contienen un gran número de proteínas, y los colorantes no específicos de proteínas tales como coumassie azul producen un manchado formado por un complejo de bandas que dificultan la distinción de las proteínas (alélicas) homólogas y no homólogas. Este problema puede ser resuelto por pruebas de gel después de la electroforesis con colorantes de enzimas específicos. Si la electroforesis ha sido apropiada, tales colorantes dan un aumento a muchos

patrones de bandas simplificadas, (Shields, *et al*; 1983). Al respecto Carfantan y Daussant (1973), encontraron que el contenido de proteínas de extractos de tejido obtenidos de pétalos de tulipán, aumentó hasta la apertura total de la flor y disminuyó al desarrollarse la senescencia. Los datos obtenidos cualitativamente y semicuantitativamente de patrones electroforéticos de glutamato deshidrogenasa, glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, malato deshidrogenasa, enzima málica, ácido fosfatasa, esterasa y peroxidasa indican la naturaleza polimórfica de muchas de estas enzimas y mostraron claramente su variación durante la senescencia. La actividad de la glutamato deshidrogenasa, glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, enzima málica, peroxidasa, las cuales son muy discretas o indetectables en extractos de pétalos en pre-senescencia, se volvieron muy marcados al desarrollarse la senescencia, aunque para la peroxidasa y la enzima málica el incremento puede corresponder al fenómeno de envejecimiento o a otras causas como infección bacterial o a daños ocurridos hacia el final de la senescencia en el estado tardío del envejecimiento. Por su parte Halaba y Rudnicki (1986) indican que los pétalos de las flores, en comparación con otros órganos tienen una alta actividad de invertasa, y comentan que la actividad de esta enzima disminuye gradualmente durante la senescencia de los pétalos de clavel pues durante el marchitamiento de los mismos hay un incremento de la sacarosa en relación a los azúcares reductores, indicando una desactivación de la invertasa por la formación de un inhibidor en el tejido, también señalan que la fase de marchitamiento total de los pétalos es precedida por la acumulación de proteína en ellos, estos resultados obtenidos de la separación de moléculas de proteína por electroforesis, y la degradación de algunos grupos de enzimas existentes durante la senescencia de los tejidos de los pétalos, indican que este proceso no es accidental sino que está programado genéticamente en la célula.

Droillard y Paulin (1990), al analizar electroforéticamente la presencia de superóxido dismutasa (SOD) en mitocondrias y peroxisomas en pétalos de clavel cultivar Ember encontraron que existían dos tipos de SOD una de manganeso y otra de fierro, y la actividad de estas dos isoenzimas disminuyó durante la senescencia en la mitocondria pero permaneció alta en los peroxisomas de los tejidos senescentes, sugiriendo esto

que los peroxisomas juegan un papel particular en los procesos de senescencia, por otro lado, la presencia de SOD de Fierro localizada en la mitocondria y peroxisomas es única porque esta enzima usualmente se encuentra en los cloroplastos. En tanto que Wang, *et.al.*, (1992) utilizando electroforesis en gel de poliacrilamida detectaron la acumulación de proteínas durante el desarrollo de las anteras de *Lilium longiflorum* aunque la aparición ó desaparición de 10 a 17 polipéptidos se correlacionó con la transición entre las fases de desarrollo de las anteras.

2.16. Electroforesis.

La electroforesis consiste en el movimiento de sustancias disueltas o en estado coloidal, cargadas eléctricamente bajo influencia de un campo eléctrico y se basa en las diferentes velocidades de movimiento que tienen dichas sustancias, llegando a separarlas. Este fenómeno es el mismo que en electródos, por la adición de sales conductoras en forma de reguladores de pH, (Santos-Moreno y Esparza-Torres 1995). Michl, (1959) y Bloemendal, (1961) indican que la electroforesis se ha utilizado para separar proteínas, enzimas, hormonas y sustancias no proteicas, aminoácidos, péptidos, aminas, carbohidratos y alcoholes polivalentes, alcoholes cíclicos, purinas, nucleotidos, nucleósidos, ácidos orgánicos y alcaloides.

Shields, *et al.*, (1983) indican que la electroforesis es una técnica cromatográfica ampliamente usada para la separación de mezclas de compuestos iónicos y comentan que la electroforesis de zona o de gel combina elementos de electroforesis de limite - libre (separación basada en la carga), y filtración por gel (separación basada en tamaño), por lo que ha sido adoptada extensamente como una herramienta en preparativos y análisis bioquímicos. Braithwaite y Smith (1985) describen así a estas dos técnicas :

- a) Electroforesis libre: en esta modalidad las sustancias separadas, que están en disolución, son libres para dispersarse en cuanto se interrumpe la corriente, este método se aplicó inicialmente en la separación de proteínas.
- b) Electroforesis de zona: aquí las sustancias a probar se aplican como una mancha o como una raya de la solución sobre un soporte relativamente inerte. El medio

empleado como soporte puede ser papel filtro, membrana de acetato de celulosa, gel de almidón, gel de agar, gel de acrilamida entre otros y reciben el nombre de medios estabilizados. En esta modalidad de electroforesis las sustancias prueba se hallan en áreas limitadas sobre una estructura soporte, siendo posible detener y estabilizar la separación en una determinada etapa, secando en seguida o fijando químicamente el electroforetograma. Las sustancias separadas quedan entonces localizadas como manchas o bandas coloreadas. Waldman-Meyer (1963) dice que esta forma de electroforesis se utiliza para el fraccionamiento de mezclas y estimación cuantitativa de los componentes obtenidos, las sustancias son convenientemente identificadas por su movilidad electrofretica y si algún proceso produce alteraciones en la carga neta de la molécula puede en principio, ser evaluado cuantitativamente desde los cambios correspondientes en la movilidad.

Smith y Feinberg (1979), dicen que cuando las sustancias de una mezcla son ionizables o cuando algunas se ionizan y otras no, puede obtenerse algún grado de separación de las sustancias solo sometiendo a un campo eléctrico una solución de la mezcla, ya que las sustancias que se ionizan en disolución tienen una carga eléctrica, y expuestas a los dos polos de un campo eléctrico, cada ion se dirigirá a un polo o al otro, según el signo de la carga que lleve. Como las cargas opuestas se atraen, un ion con carga negativa irá a parar al ánodo, cargado positivamente, mientras que uno con carga positiva se moverá hacia el cátodo, cargado negativamente. Chemla (1959) comenta que la electroforesis superimpone un movimiento unidireccional sobre el movimiento fortuito normal de los iones causado por la agitación térmica. Por esto la electroforesis, es una forma incompleta de la electrólisis, en la que los productos deseados no se liberan en los electrodos, si no que en distintos movimientos quedan detenidos simultáneamente en un punto intermedio entre los electrodos. La fuerza de migración es resultante de la fuerza electrostática de atracción, entre el campo eléctrico y la carga de la molécula, y la fuerza de retraso se debe a la fricción y repulsión electrostática de las moléculas del medio de transporte. Por otro lado, Waldman-Meyer (1963), mencionó que la velocidad de migración es directamente proporcional al gradiente del voltaje aplicado.

Smith y Feinberg (1979) indican que la separación de las sustancias varia en función de las siguientes características:

a) tamaño del ión: este aspecto supone que cuanto mayor sea el tamaño más despacio se trasladará el ión, b) cantidad de carga del ion, aqui se establece que a mayor carga del ión su movimiento será más rápido, estas dos características pueden ser opuestas en función del tipo de sustancia a probar.

Otros factores que influyen en la separación son:

i) la forma de la molécula, en decir si es globular o alargada, y si es un coloide (macromolécula) o un cristaloiide (molécula), los cristaloides son pequeños y apenas son afectados por el medio estabilizador, mientras que los coloides con frecuencia son absorbidos parcialmente y pueden dejar un trazo arrastrado detrás de la banda principal de su trayectoria.

ii) Voltaje aplicado y efecto de calentamiento: El medio estabilizador al estar humedecido con la solución "buffer" tiene una resistencia que depende de la naturaleza de la solución y de la cantidad de ésta en el medio estabilizador, estas dos influyen primero sobre la velocidad con que pasa la corriente a través del medio, lo que genera calor, que a voltajes muy altos podrían secar el medio estabilizador por evaporación, es por ello que se deben buscar condiciones uniformes, eligiendo un voltaje tan alto como sea posible para alcanzar la máxima separación en el más breve tiempo aceptable sin que produzca excesivo calor en el medio, con la consiguiente evaporación.

iii) concentración de la solución "buffer": el aumento de la concentración trae consigo la disminución de la movilidad del ión, además de que aumenta la conductividad y por ende el calentamiento del medio estabilizador.

iv) pH de la solución "buffer": el pH influye considerablemente sobre las sustancias que se quieren separar sobre todo aquellas que presenten carga positiva y negativa (anfolitos), pues estas varían en función del pH en el que se encuentran, de tal forma que a un cierto pH irán al ánodo y en otro pH al catodo, es decir un cambio de pH puede hacer variar las cargas originales de la muestra en estudio.

v) Efecto electroosmotico: este efecto puede producirse al ponerse en contacto, el agua y el medio estabilizador adquiriendo cada uno una carga diferente, sin embargo el

agua podrá moverse hacia algún polo formando una corriente que alteraría el desplazamiento a favor de algunas sustancias y contrario a otras de carga distinta, aunque este efecto es ignorado en electroforesis pues el interés de la mayor parte de los operantes se centra en conseguir buenas separaciones.

vi) Efectos de difusión: al aplicar una sustancia sobre el medio estabilizador humedecido sin aplicar ningún potencial, la sustancia se difundirá en él de manera lenta (dependiendo del tamaño molecular del ión) este fenómeno también se presenta después de aplicar un potencial y mientras la sustancia se halla en migración, esta difusión será menor cuanto mayor sea el potencial ya que el tiempo de corrimiento será menor, considerando lo anterior se debe procurar aplicar el potencial tan pronto sea posible después de que las sustancias hallan sido aplicadas al medio estabilizador.

vii) Tipo de corriente: para la electroforesis es preciso utilizar corriente continua, esto permite que cada una de las sustancias cargadas se moverá de modo invariable en una dirección; con corriente alterna, los electrodos estarían cambiando continuamente de signo y la sustancia a probar no iría a ningún sitio.

2.17. Medios de soporte.

Diferentes medios de soporte pueden ser utilizados para la electroforesis. Los soportes pueden ser clasificados ampliamente como laminas (placas), geles, y capas delgadas; pueden ser totalmente inertes o pueden tener un efecto físico en la separación. Los materiales pueden ser papel filtro, acetato de celulosa, geles hechos de almidón, agar, o poliacrilamida, y sus capas finas de sílice y alúmina han sido utilizados como medio de soporte para la solución electrolito y la muestra.

2.17.1. Acetato de celulosa.

El acetato de celulosa contiene 2-3 grupos acetil por unidad de glucosa y su capacidad adsorptiva es substancialmente menor que el papel. Así para muchos propósitos las placas de acetato de celulosa son preferidas ya que dan bandas nítidas, y son más fáciles de ponerse transparentes para el rastreador fotoeléctrico. La menor capacidad solvente de las bandas cromatograficas de acetato de celulosa facilitan la utilización de

voltajes altos, adicionalmente realzan la resolución, en la practica, no forman cola de proteínas o materiales hidrofílicos.

Vallejos (1983), indica que la técnica de coloración (tinción) de la actividad enzimática (ENACTS) es utilizada para localizar la posición relativa de las formas múltiples de las enzimas con una actividad catalítica común, descomponiéndola después por medio de electroforesis en una matriz sólida, tanto en almidón o en poliacrilamida. Esta técnica se basa en la producción de un precipitado cromogénico no difundible en el sitio de la actividad enzimática. Sin embargo, la introducción de nuevos procedimientos han ampliado este concepto al incluir alguna reacción o conjunto de reacciones que revelan una zona discreta (una banda) de actividad enzimática por algún medio químico o físico. La reacción colorimétrica depende principalmente de las propiedades de la mezcla en reacción y de las condiciones de incubación (pH, temperatura y luz).

2.18. Algunas características de las enzimas estudiadas.

A continuación se mencionan algunas características de las enzimas que fueron estudiadas en el presente trabajo, citadas por Vallejos, 1983; Shields, *et. al.*, 1983; Anonimo, 1979; Dennis and Emes, 1993; Nuñez-Cachaza, 1968.

2.18.1. Esterasa (EST).

Aril ester hidrolasa (E.C.3.1.1.2.).

Las isoenzimas Esterasa han sido sometidas a numerosos estudios de polimorfismo en maíz, e incluye a una multitud de ester-hidrolasa, muchos estudios electroforéticos de esteresa no han utilizado el método requerido para diferenciarlas entre clases específicas. El polimorfismo de la esterasa ha sido detectado por electroforesis en gel de almidón con buffers en rango pH de 8.2 a 8.6; algunas migran al ánodo y otras al cátodo en el mismo rango de pH. Las isoenzimas de esterasa son de síntesis y se encuentran en los plastidios y el reticulo endoplásmico.

Las isoenzimas de esterasa tienen la siguiente reacción:

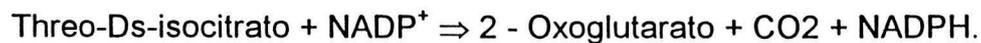
Aril acetato + H₂O = Aril alcohol + Acetato.

2.18.2. Isocitrato dehidrogenasa (IDH).

Threo-Ds-isocitrato (E.C.1.1.1.42).

Esta es una de las enzimas involucradas en la oxidación del ácido cítrico, participa en las reacciones del ciclo de Krebs en mitocondria, y se encuentra en diversas estructuras de las plantas incluyendo, raíz, hojas, coleoptilos, escutelum y polen, puede ser trabajada con electroforesis en gel de almidón con un sistema buffer de pH 6.5 consistente en L - histeina y ácido cítrico, a este pH migra al ánodo, sin embargo se sabe que existen cuatro isoenzimas separables por electroforesis. Lehninger, (1985) dice que la IDH se inhibe fuertemente por los moduladores negativos como el NADH y ATP, mientras que su velocidad de oxidación aumenta a medida que aumenta la concentración de ADP.

La presente isoenzima tiene la siguiente reacción:



2.18.3. Malato dehidrogenasa (MDH).

L-malato (E.C.1.1.1.37).

Esta enzima esta localizada en microcuerpos, mitocondria y citoplasma; las formas citoplasmica y mitocondrial son activas en raíz, brotes, endospermo, escutelum, hipocotilo, hojas adultas y polen, aunque existen diferencias distintivas entre las formas citoplasmica y mitocondrial. Se sintetizan en el poliribosoma citoplásmico, para estudiar efectivamente la MDH se utiliza electroforesis de gel de almidón y sistema buffer con pH de 5.7 y sistema de ácido cítrico L-histidina de pH 5.0, se conoce que algunas isoenzimas requieren de la presencia de NAD y otras de NADP para su actividad óptima, esta enzima participa en el ciclo de Krebs y en el sistema formador de Urea.

La reacción de esta enzima es: L-Malato + NAD⁺ ⇒ Oxaloacetato + NADH.

2.18.4. Peroxidasa (PER ó PX).

Donador: Hidrógeno peróxido oxidoreductasa (E. C. 1.11.1.7).

Esta enzima se encuentra en varias estructuras de la célula como son los peroxisomas, pared celular, retículo endoplásmico, corpúsculos de Golgi y en el espacio perinuclear.

Giese, (1983) comenta que la primera etapa en la producción parcial de Oxígeno por los organismos fotosintéticos se obtiene superóxido (O_2^-) un oxidante venenoso, el cual es transformado a peróxido de hidrogeno (H_2O_2) por medio de las enzimas dismutasa del superoxido y catalasa, sin embargo este compuesto aun mantiene el caracter oxidante que daña a las moléculas orgánicas, por lo que debe ser regulado por la enzima peroxidasa ubicada principalmente en corpusculos intercelulares unidos a las membranas denominados peroxisomas.

Su reacción es: Donador + $H_2O_2 \Rightarrow$ Donador oxidado + 2 H_2O .

2.18.5. Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PH).

D-Glucosa-6-Fosfato (E.C.1.1.1.49)

Esta enzima cataliza el primer paso de la transformación oxidativa directa de la glucosa, ya que oxida la D-glucosa-6-fosfato a D-glucono- δ -lactona-6-fosfato en presencia de $NADP^+$ en la ruta de las pentosas fosfato, la máxima actividad catalítica ocurre a un pH de 7.4 , localizándose dos enzimas en las células vegetales, una en el citoplasma y otra en los plastidios, aunque esta ausente de los mismos en el endospermo en desarrollo del frijol castor. Por otro lado, los cationes bivalentes Mg^{+2} , Ca^{+2} y Mn^{+2} son activadores necesarios, en tanto que los iones Cu^+ y Zn^+ son inhibidores ligeros, mientras que el Hg^+ la inhibe completamente, las sulfonamidas son inhibidores competitivos de la enzima.

Su reacción es: D-Glucosa-6-P + $NADP^+ \Rightarrow$ D-Glucono- δ -lactona-6-P + NADPH.

2.18.6. 6-Fosfogluconato deshidrogenasa (PGD ó 6PGH).

6-fosfo-D-gluconato (E.C.1.1.1.44.).

Existen múltiples isoenzimas de la 6-fosfogluconato deshidrogenasa en las células vegetales con un mínimo de ellas en los plastidios y compartimientos citoplásmicos, aunque su presencia se incrementa al 70% del total celular en plastidios durante el desarrollo del endospermo del frijol castor. Durante su reacción requiere de $NADP^+$ como aceptor de Hidrógeno en la oxidación de 6-p-gluconato el cual se descarboxila obteniéndose ribulosa-5-fosfato, más CO_2 y NADPH, actúa tanto en la oxidación y en la

descarboxilación , la reacción catalizada recuerda a la realizada por la IDH y la enzima málica pues requiere de iones de Mg^{+2} y Mn^{+2} para alcanzar la máxima actividad, la que es inhibida por Zn^{+2} y Cu^{+2} .

Su reacción es: 6-fosfo-D-gluconato + $NADP^+$ \Rightarrow D-ribulosa-5-P + CO_2 + NADPH.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Localización del experimento.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de usos múltiples (FITO-INIA) del Departamento de Fitotecnia ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo.

3.2. Material vegetativo.

Se utilizaron tallos florales de alcatraz blanco (*Zantedeschia aethiopica*) obtenidos en el poblado de la "Perla" ubicado en Orizaba, Veracruz que fueron transportados al laboratorio el mismo día del corte. La cosecha de las "flores" ocurrió entre las etapas de desarrollo 3 y 4 de acuerdo con la clasificación propuesta por Plummer *et al.*, (1990). Al momento del corte (entre las 10:00 y 11:00 horas) las espatas fueron cubiertas con bolsitas de plástico y fueron agrupadas en decenas con una liga en la parte inferior del tallo para luego ser atadas en gruesas como los productores entregan el producto a mayoristas, quienes transportan las flores en seco a la central de abastos en la ciudad de México. Al llegar los tallos florales al laboratorio (a las 20 horas) se colocaron en agua buscando su rehidratación, durante un periodo de 13 horas. Los tallos florales fueron recortados de la base para obtener tallos de 50 cm de longitud para luego ser agrupados de acuerdo al grado de apertura.

3.3. Factores de estudio.

3.3.1. Soluciones pulso.

Una vez seleccionados los tallos florales (120) por su grado de apertura se agruparon en cuatro conjuntos de 30, cada uno de éstos fué introducido sólo 3 horas en un recipiente de plástico que contenía 500 ml de una de las siguientes soluciones pulso:

Solución 1. Sacarosa + Tiosulfato de plata + Sulfato de aluminio.

Solución 2. Sacarosa + 8 - citrato de hidroxiquinoleína + Sulfato de aluminio.

Solución 3. Sacarosa + 8 - citrato de hidroxiquinoleína. -

Solución 4. Solo agua.

La forma de preparación se menciona en el apartado 3.9.

3.3.2. Temperaturas de almacenamiento.

Al término del procedimiento anterior cada conjunto de flores fué dividido en dos subconjuntos de 15 tallos florales; cada uno de ellos se mantuvo a temperatura ambiente (sin frio), en tanto que el resto fueron cubiertos con papel periódico colocándose luego en una caja de cartón que fue introducida en una cámara de refrigeración con una temperatura de 4° C durante 68 horas (con frio).

3.4. Diseño de tratamientos.

Considerando los factores de estudio anteriores se obtuvo un diseño factorial 4 x 2, generando ocho tratamientos los cuales se describen en el Cuadro 2.

Cuadro: 2. Diseño de tratamientos considerando productos químicos y las concentraciones de los mismos, utilizados como soluciones pulso.

Identificación	Cond. de almacén.	Solucion
1s	Sin Frio	Sacarosa (3%)+STS*+Al ₂ (SO ₄) ₃ (50ppm)
2s	Sin Frio	Sacarosa (3%)+8-HQC(200ppm)+Al ₂ (SO ₄) ₃ (50ppm)
3s	Sin Frio	Sacarosa (3%)+8-HQC(200ppm)
4s	Sin Frio	Agua
1c	Con Frio	Sacarosa (3%)+STS*+Al ₂ (SO ₄) ₃ (50ppm)
2c	Con Frio	Sacarosa (3%)+8-HQC(200ppm)+Al ₂ (SO ₄) ₃ (50ppm)
3c	Con Frio	Sacarosa (3%)+8-HQC(200ppm)
4c	Con Frio	Agua

*Concentración: 8 mM Ag NO₃ + 32mM Na₂S₂O₃.

3.5. Unidad experimental.

La unidad experimental consistió en cinco tallos florales los cuales después de la aplicación de los tratamientos, se trasladaron a frascos de cristal transparente a manera de florero que contenian 250 ml de agua limpia.

3.6. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones (evaluando 15 tallos en total) y un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela

correspondía a los niveles de temperatura de almacenamiento (con y sin frio) y las subparcelas a las cuatro soluciones pulso.

3.7. Variables evaluadas.

Durante la vida de postcosecha se evaluaron cada 24 horas durante 14 días las siguientes variables.

3.7.1. Peso fresco: Cada una de las flores era pesada en una báscula electrónica marca Sartorius 120MP con precisión de décimas de gramo.

3.7.2. Consumo de agua: Para determinar el consumo de agua a cada frasco se le añadió inicialmente 250ml de agua, después de 24 horas se medía el volumen final, luego se volvía a aforar a 250ml con agua limpia.

3.7.3. Presencia de Polen: Esta variable se determinó visualmente, y se consideraron como presencia de polen el día que apareció polen en el espádice.

3.7.4. Perfiles isoenzimáticos: También se realizaron corrimientos electroforéticos de isoenzimas para determinar si hay cambios asociados con el proceso de senescencia y para ver el efecto de los tratamientos, la metodología se describe posteriormente en el apartado 3.10.

3.8 Análisis estadístico.

Con los datos obtenidos de las variables peso fresco, consumo de agua e inicio de polinización se realizó el análisis de varianza considerando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_a + S_j + T_i * S_j + E_b.$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta correspondiente a la k -ésima repetición de la solución j en la temperatura i .

μ = Media general.

T_i = efecto de la i -ésima temperatura de almacenamiento.

S_j = efecto de la j -ésima solución pulso.

$T_i * S_j$ = efecto de la interacción de los niveles de temperatura de almacenamiento i y la solución pulso j .

E_a y E_b = Errores a y b.

También se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) así como un análisis de correlación lineal de Pearson, utilizando el paquete computacional de análisis estadístico SAS versión 6.04.

3.9 Metodología para preparar las soluciones pulso.

Para preparar el citrato de hidroxiquinoleína se pesaron cantidades iguales de ácido cítrico y de 8-hidroxiquinoleína (8-HQ), el ácido cítrico se diluyó en agua y por separado se disolvió la 8-HQ en un poco de agua, calor y KOH ó NaOH, a esta solución se agregó lentamente el ácido cítrico por las paredes del recipiente para luego aforar a un litro.

Las sustancias que dieron origen al tiosulfato de plata (STS) $Ag_2S_2O_3$, fueron 8 mM de nitrato de plata ($AgNO_3$, 0.6796 g), adicionados con 32 mM de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, 2.5296 g), cada uno de los componentes se diluyó por separado y luego se mezclaron lentamente.

3.10 Metodología para la evaluación de isoenzimas.

3.10.1. Momento de muestreo: Se realizó un primer muestreo de espádices de una de las flores de cada repetición que estaban bajo tratamiento cinco días después de ser sacadas del refrigerador y se realizó otro muestreo semejante el último día del experimento (diez días después de ser sacadas de la cámara de refrigeración). Estas muestras fueron introducidas en nitrógeno líquido para después ser mantenidas en el congelador hasta el momento de realizarse el análisis electroforético.

En pruebas preliminares se analizaron trozos de tallo, espata y espádice, con el fin de determinar la estructura que mejor resultado daba en electroforesis, detectándose que la parte masculina del espádice mostró las mejores características para las enzimas buscadas.

3.10.2. Pasos para el corrimiento electroforetico.

3.10.2.1. Peso de muestra: Se tomaron muestras de espádices (0.5 a 1.0 g de peso fresco de la parte masculina) de una flor de cada tratamiento a los 5 y a los 10 días de iniciado el experimento.

3.10.2.2. Forma de extracción: Cada muestra fue molida por separado en un mortero frío al que se le agregó 1 ml de amortiguador de extracción Tris HCl frío, constituido por Tris base (0.067 g / l) + Tris HCl (7.02 g / l) a pH 7.1, esto para las enzimas esterasa (est), 6-fosfogluconato deshidrogenasa (6-fgdh), malato deshidrogenasa (mdh) y peroxidasa (per), mientras que para las enzimas glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (g-6-fdh) e isocitrato deshidrogenasa (idh) la maceración se realizó en presencia de 1 ml de NADP (10 mg / ml).

3.10.2.3. Inmediatamente después las muestras se colocaron en un soporte con 8 ranuras (super Z de Helena laboratories) con una micropipeta.

3.10.2.4. Las muestras se aplicaron sobre una placa de acetato de celulosa (60 x 76 mm titan III) previamente remojada en solución amortiguadora de corrimiento (tris - glicina pH 8.5) que consistió en 30 g / l de trizma base y 144 g / l de glicina esta mezcla antes de usarse se diluyó a una relación de 1:9 con 50 ml de amortiguador concentrado más 450 ml de agua destilada, a la placa se le eliminaron los excedentes de la solución amortiguadora con papel secante (titan blotter pads de 102 x 72 mm).

3.10.2.5. La placa de acetato de celulosa con las muestras fue colocada en la tina de corrimiento (titan gel chamber de Helena laboratories) cuidando que la parte opaca donde se encontraban las muestras estuviera hacia abajo (la cara brillante debe estar en la parte superior) y en contacto con las bandas de papel que a su vez estaban remojadas y en contacto con la solución de corrimiento.

3.10.2.6. A continuación se tapó el tanque y se aplicó una corriente de 190 volts durante 18 minutos utilizando una fuente de poder marca Buchler Instruments Division.

3.10.2.7. Transcurrido el tiempo señalado se apagó y desconectó la fuente de poder, se extrajeron las placas de la tina y se colocaron cada una en una caja de petri.

3.10.2.8. Inmediatamente se añadió sobre las placas (parte opaca) las sustancias reveladoras respectivas a cada enzima.

3.10.2.9. Se esperaron entre 10 y 20 minutos para observar las bandas coloreadas dejadas por las enzimas.

3.10.2.10. A continuación se elaboraron los zimogramas de los distintos corrimientos realizados.

3.10.3. Elaboración de sustancias reveladoras:

3.10.3.1. Esterasa.

Solución a.

50 mg de α -Naftil acetato conservado a 0° C

1 ml de acetona.

Solución b.

5 mg de Fast blue RR conservado a 0° C

5 ml de Buffer de fosfatos 0.1 M a pH 6.5 y conservado a 0-5° C

En un frasco de vidrio se mezclaron 0.15 ml de la solución "a" y 3 ml de la solución "b".

Antes de que estos 3.15 ml de mezcla sean vertidos sobre la placa con las muestras se le añadieron 2 ml de agar caliente formado por 1.8 g de agar en polvo y 125 ml de agua.

3.10.3.2. 6-fosfogluconato deshidrogenasa.

0.6 ml de Tris HCl pH 8.0

1.5 ml de NADP

6 gotas de ácido 6-fosfogluconico

6 gotas de MgCl₂

5 gotas de MTT

5 gotas de PMS

A esta mezcla antes de ser vertida sobre la placa se le agregaron 2 ml de agar como en la solución reveladora anterior. De la misma manera se aplicaron a las demás soluciones.

3.10.3.3. Malato deshidrogenasa.

1.0 ml de Tris HCl pH 8.0

1.5 ml de NAD

13 gotas de sustrato málico

5 gotas de MTT

6 gotas PMS

Se mezclaron los reactivos en el orden que se enlistan y aplicaron en la placa.

3.10.3.4. Peroxidasa.

Solución "a"

50 mg de 3-amino-9-etil-carbazol (disuelto en 2.5 ml de N-N-dimetil formamida)

Solución "b"

50 ml de amortiguador de acetatos 0.1 M y 0.25 ml de peróxido de hidrógeno al 30 %.

Se mezclaron las dos soluciones anteriores y de ésta sólo se tomaron 1.0 ml al que se le agrega el agar y se vierten sobre la placa.

3.10.3.5. Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.

0.6 ml Tris HCl pH 8.0

0.5 ml de NADP

12 gotas de glucosa-6-fosfato

12 gotas de MgCl₂

5 gotas de MTT

5 gotas de PMS

2 ml de agar (1 g / 70 ml)

Se mezclaron los reactivos en el orden que se enlistan y se aplicaron sobre la placa.

3.10.3.6. Isocitrato deshidrogenasa.

1.0 ml de Tris HCl pH 7.0

1.5 ml de NADP (2 mg / ml)

15 gotas de ácido isocitrónico (100 mg / ml)

8 gotas de MgCl₂ (20 mg / ml)

5 gotas de MTT

5 gotas de PMS

2 ml de agar

Se mezclaron los reactivos en el orden que se enlistan y se aplicaron sobre la placa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Peso fresco.

En el Cuadro 3 se muestran los cuadrados medios de peso fresco de flores de alcatraz en postcosecha obtenidos durante los catorce días que permanecieron en evaluación. De los datos allí anotados se observa que el factor frío influyó de manera significativa durante los días 3, 4 y 5, mientras que no se detectaron diferencias significativas debidas a las soluciones, y sólo para el día 8 se encontraron diferencias en la combinación frío por solución.

Cuadro: 3. Cuadrados medios de peso fresco (g) de flores de alcatraz en postcosecha con y sin frio y tratadas con cuatro soluciones pulso.

		Días													
F. V.	G. L.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Frio	1	4.75	18.13	42.40*	52.84*	68.07**	22.89	9.25	19.03	7.87	2.16	8.14	9.43	6.42	12.00
E. a	4	13.93	12.76	13.69	17.76	13.4	12.74	25.55	15.91	24.96	20.92	23.42	21.56	20.47	18.55
Sol	3	19.12	14.97	15.41	14.78	15.85	14.07	14.88	24.83	16.20	17.58	13.86	9.57	7.70	4.12
F x S	3	8.08	4.46	9.40	9.81	8.87	9.98	15.45	29.24*	16.53	25.15	14.60	14.59	13.58	14.99
E. b	12	0.00	9.37	8.26	8.65	8.29	8.30	7.82	11.24	7.42	11.53	7.29	7.79	7.89	10.29
C.V		7.42	7.95	7.49	7.66	7.58	7.52	7.34	9.10	7.58	9.87	8.09	8.83	9.37	11.13

F.V.= Factores de variación; E. a = Error a; Sol = Solución; FxS = Frío por solución; E. b = Error b; C.V. = Coeficiente de variación; G.L. = Grados de libertad; * Significancia con $\alpha \leq 0.05$; ** Significancia con $\alpha \leq 0.01$.

Al realizar la comparación de medias no se encontraron diferencias significativas para ningún día en relación a la variable peso fresco debidas a las dos condiciones de temperatura (Cuadro 4), aunque el peso fresco de las flores mantenidas a temperatura ambiente aumentó en los días 2, 3, 4, 5 y 6 en relación al peso inicial, disminuyendo paulatinamente a partir del día 7. En el caso de las flores sometidas a 4° C su peso disminuyó durante los días 2, 3, 4 y 5, para luego aumentar en los días 6 y 7 despues de los cuales estas flores perdieron peso (Figura 1A). Este comportamiento, al parecer es el que provocó que se detectaran diferencias significativas en los días 3, 4 y 5 dado que las flores mantenidas a temperaturas bajas no estuvieron en agua, lo cual condujo a la pérdida de peso, esto coincide con lo encontrado en rosa por Accati-Garibaldi y Deambrogio (1993).

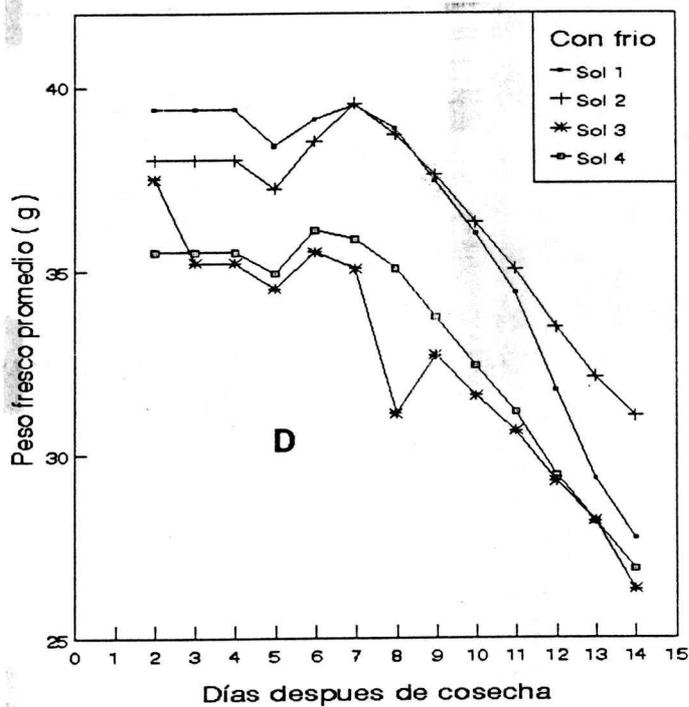
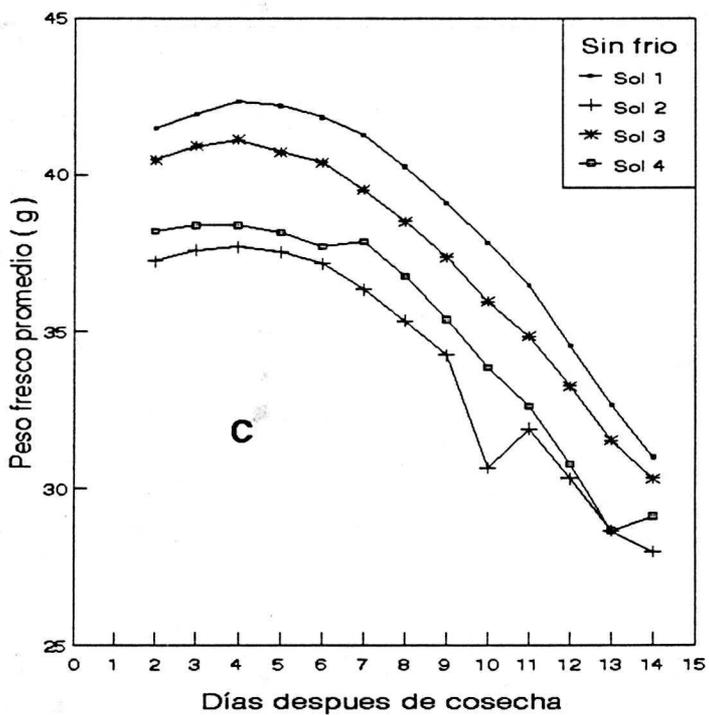
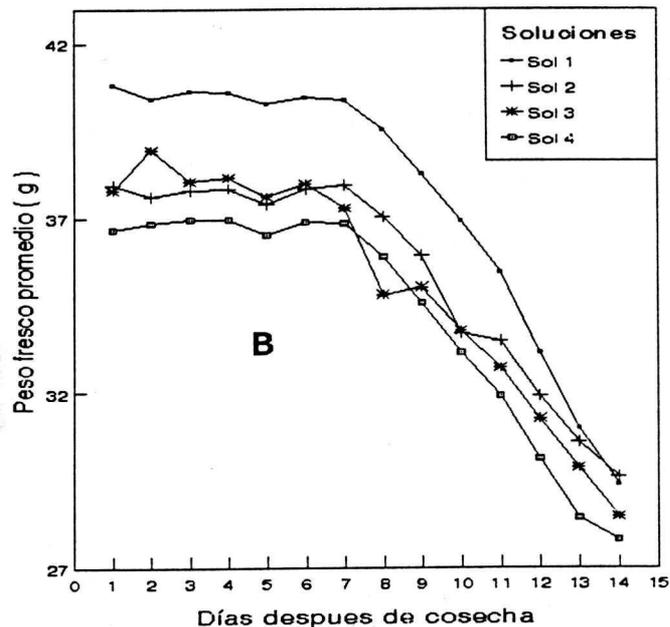
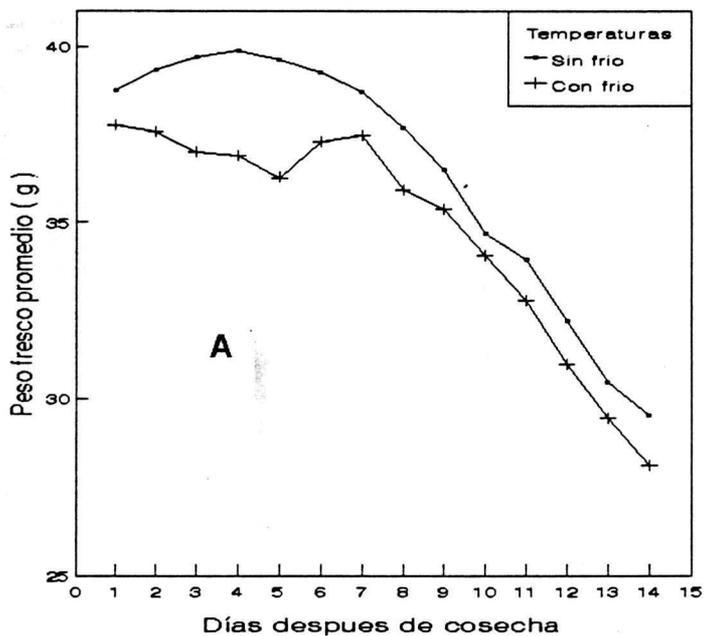


Figura 1. Variación del peso fresco promedio de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.

Cuadro: 4 . Comparación de medias de peso fresco (g), consumo de agua (ml) y presencia de polen de flores de alcatraz en postcosecha con y sin tratamiento de frio.

Días														
Frio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Peso fresco														
Sin	38.76a	39.34a	39.69a	39.88a	39.64a	39.27a	38.73a	37.71a	36.51a	34.68a	33.95a	32.22a	30.49a	29.52a
Con	37.78a	37.60a	37.03a	36.91a	36.27a	37.32a	37.49a	35.93a	35.37a	34.08a	32.79a	30.97a	29.45a	28.10a
DMS	97.4	95.6	93.2	92.7	93.1	95.1	96.6	95.2	96.7	98.2	96.4	95.9	96.7	95.2
Consumo de agua														
Sin	0a	2.14a	1.93a	2.0a	2.36a	2.37b	1.45a	1.79a	2.33a	1.25a	1.38a	2.40a	2.42a	2.54a
Con	0a	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	4.59a	2.18a	1.75a	2.20a	1.08a	1.27a	1.54b	1.5b	1.83b
DMS	0	0.28	0.09	0.0	0.51	0.67	1.00	0.36	0.43	0.50	0.42	0.47	0.47	0.65
Presencia de polen														
Sin	0a	0a	0a	.08a	0a	0a	.39a	.16b	.85a	0a	.22a	.25a	0a	0a
Con	0a	0a	0a	.00a	0a	.05a	.10b	.41a	.75a	0a	0.0a	.02a	0a	0a
DMS	0	0	0	.12	0	.08	.19	.16	.30	0	.6	0.69	0	0

DMS = Diferencia minima significativa al 5%.

Por otro lado, considerando la diferencia en porcentaje entre los pesos promedio acumulados (Cuadro 5) de las flores que no fueron tratadas con frio, éstas mostraron pesos mayores al inicio del trabajo lo cual se mantuvo durante todo el experimento; aunque la diferencia inicial fue de 3.9 %, en los siguientes días (2 al 5) la diferencia tuvo un incremento paulatino pues tomó valores de 5.7, 6.5, 7.1 y 7.6 %, respectivamente. Para el día 6 la diferencia disminuyó a 5.8 %, mientras que para los días 7 al 14 la diferencia nuevamente aumentó a 7.6, 7.7, 7.4, 7.5, 7.6, 7.6 y 7.6 %, respectivamente. Esto coincide con lo reportado por Mares, *et. al.*, (1995). En la Figura 2A se aprecia este comportamiento, que indica que el tratamiento de frío reduce el peso de las flores. Sin embargo, al graficar los datos obtenidos de las ecuaciones de regresión (Cuadro 6) se puede observar que las flores mantenidas a temperatura ambiente presentaron un incremento definido en los primeros días del experimento pero con tendencia a disminuir rapidamente. Lo contrario sucede en las flores mantenidas a 4° C cuya perdida de peso es más atenuada (Figura 3A).

Aqui se debe mencionar que algunas inflorescencias al ser sacadas de la cámara, mostraban cierta flacidez del tallo y arrugamiento en la espata, estos sintomas desaparecen después de que las flores son rehidratadas. Este comportamiento puede ser semejante al que ocurre en anturio como lo reportan Criley y Paull (1993).

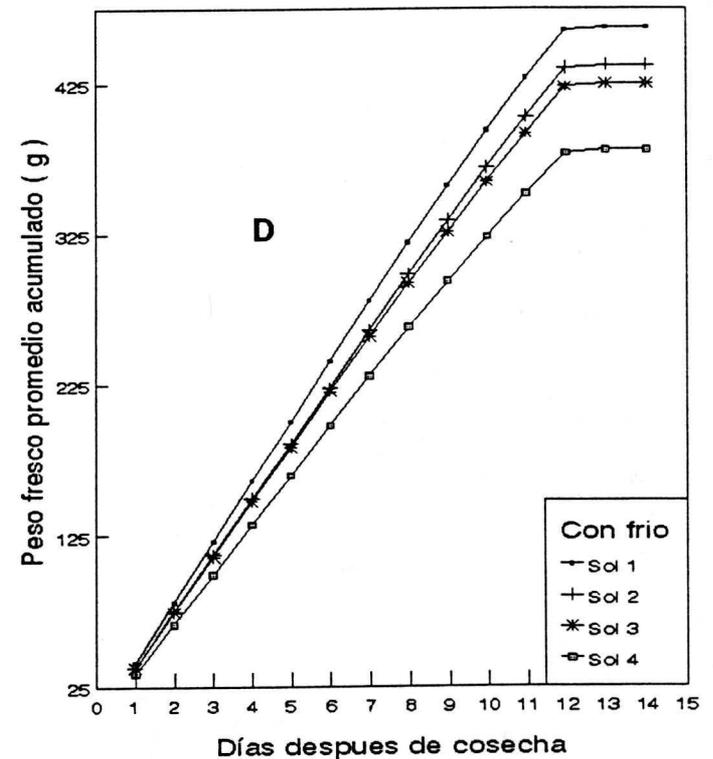
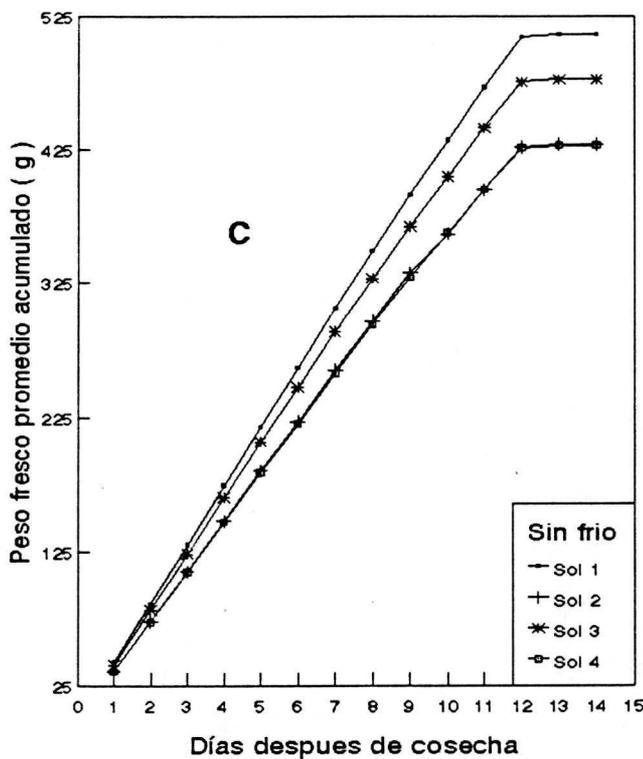
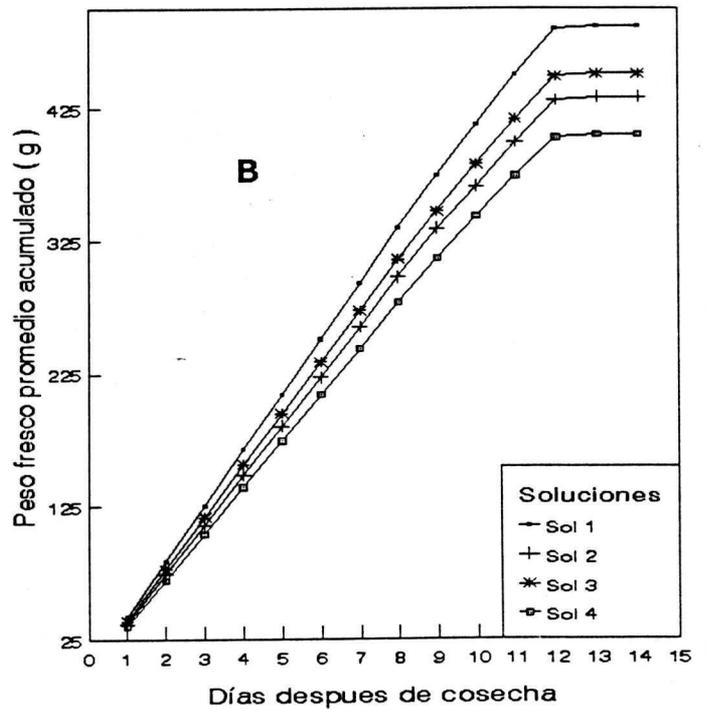
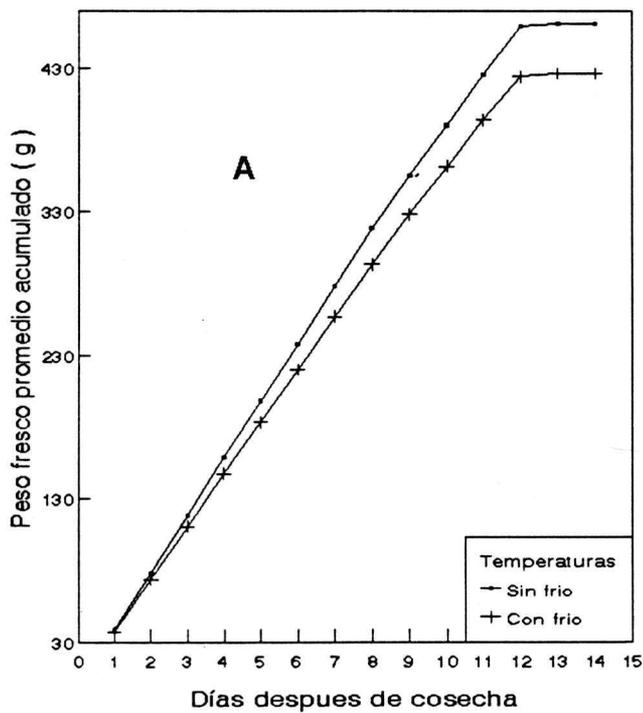


Figura 2. Peso fresco acumulado de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.

Cuadro: 5. Peso fresco acumulado promedio (g) de flores de alcatraz en postcosecha en dos condiciones de temperatura y cuatro soluciones pulso.

Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Temperaturas														
Sin frío	38.9	78.5	118.5	158.5	198.4	238	278.1	318.2	355.2	390.4	425.7	459.3	461.3	461.3
Con frío	37.4	74.1	110.8	147.4	183.4	220.3	257.2	293.4	328.2	361.6	394	424.5	426.5	426.5
Dif. %	3.9	5.7	6.5	7.1	7.6	5.8	7.6	7.6	7.7	7.4	7.5	7.6	7.6	7.6
Soluciones														
1	42	83.7	125.6	167.7	209.3	251.2	293.3	334.5	374.4	412.9	450	485	486.9	486.9
2	37	74	111.3	148.5	185.3	222.3	260.4	297.7	333.7	365.8	399.1	430.9	433	433
3	39	77.9	117	156.3	194.9	234.1	272.8	310.5	347	382.3	416.5	449.2	451.1	451.1
4	34.7	69.6	104.5	139.5	174.1	209	244.2	278.6	311.5	343.2	373.7	402.5	404.6	404.6
Temperaturas x solución														
1s	43	86.3	130.1	174.2	218.2	261.8	306.2	349.4	391.4	432.1	471.4	509.1	511	511
1c	41	81.1	121.2	161.3	200.5	240.7	280.5	319.6	357.5	393.8	428.7	460.9	462.8	462.8
2s	36.3	73.2	110.4	147.8	185.1	222.2	260	296.9	332.7	362.1	395.1	426.8	428.9	428.9
2c	37.8	74.9	112.2	149.2	185.6	222.4	260.9	298.5	334.8	369.6	403.1	435.1	437.2	437.2
3s	40.5	81.7	123.4	165.3	206.7	247.8	288.7	328.6	367.4	404.8	441	475.5	477.4	477.4
3c	37.6	74.2	110.7	147.3	183.2	220.4	256.9	292.5	326.7	359.8	392.1	423	424.9	424.9
4s	36	72.9	109.9	147	183.8	220.3	257.7	294.2	329.3	362.9	395.3	426.1	428.2	428.2
4c	33.4	66.3	99.2	132.1	164.5	197.8	230.8	263	293.8	323.5	352.1	379	381.1	381.1

1s, 2s, 3s, 4s = Soluciones sin frío; 1c, 2c, 3c, 4c = soluciones con frío;

No se encontraron diferencias significativas entre las medias de peso fresco por solución (Cuadro 6), aunque el peso medio inicial (40.84 g) de las flores tratadas con la solución 1 fue superior al peso medio inicial de las flores tratadas con las soluciones pulso 2, 3 y 4, pues éstas pesaban 7.0, 7.6 y 10.3 % menos, respectivamente. Esta diferencia disminuyó al final del trabajo pues fue de +0.4, 3.1 y 5.2 %, lo que indica que el peso de las flores tratadas con las soluciones pulso varía de manera distinta; así podemos apreciar que las flores de las soluciones 3 y 4 en los días 2, 3 y 4 tuvieron pesos ligeramente mayores al peso inicial (esto fué más notorio en la solución 3 aunque en el día 3 su peso disminuyó con respecto al día 2 pero fue superior al peso inicial), para luego disminuir en el día 5 y aumentar nuevamente en los días 6 y 7 (en este último día sólo las flores del tratamiento 4 presentaron este comportamiento), pero el tratamiento 3 volvió a aumentar ligeramente en el día 9, para el caso de los tratamientos 1 y 2 presentaron la misma tendencia, aunque el momento de aumentar su peso fue distinto pues el peso inicial bajó en el día 2 para incrementarse ligeramente en los días 3, 4, 6 y 7 (Figura 1B). También se observó que el peso inicial de las flores de la solución 1 disminuyó un 28.1 % al finalizar el experimento al pasar de 40.84 a 29.38 g, en tanto que las flores tratadas con la solución 2 le siguieron en el peso medio inicial (37.96 g) teniendo un peso medio final

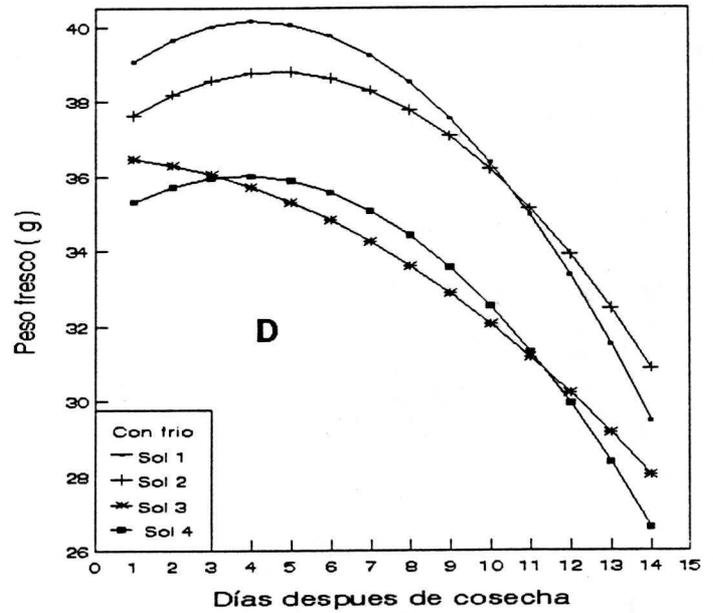
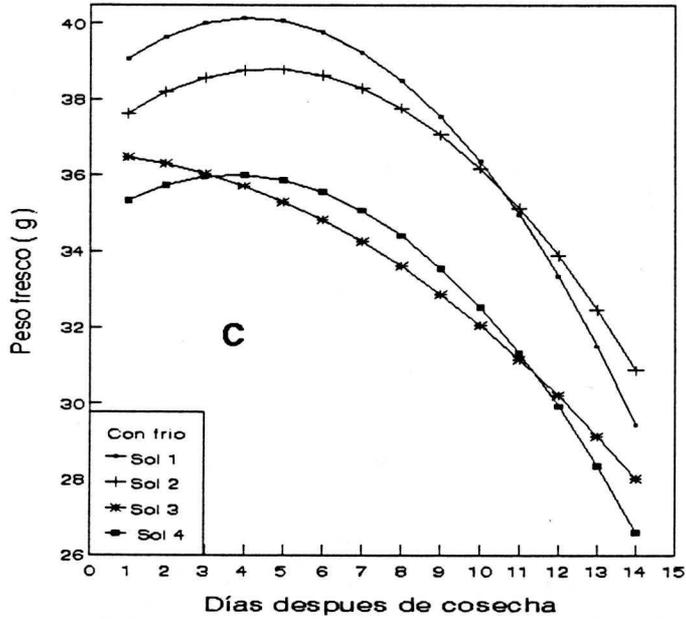
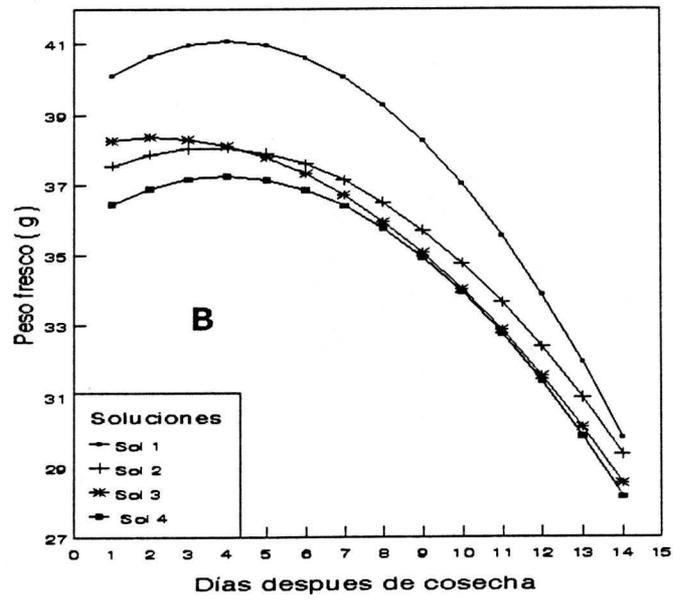
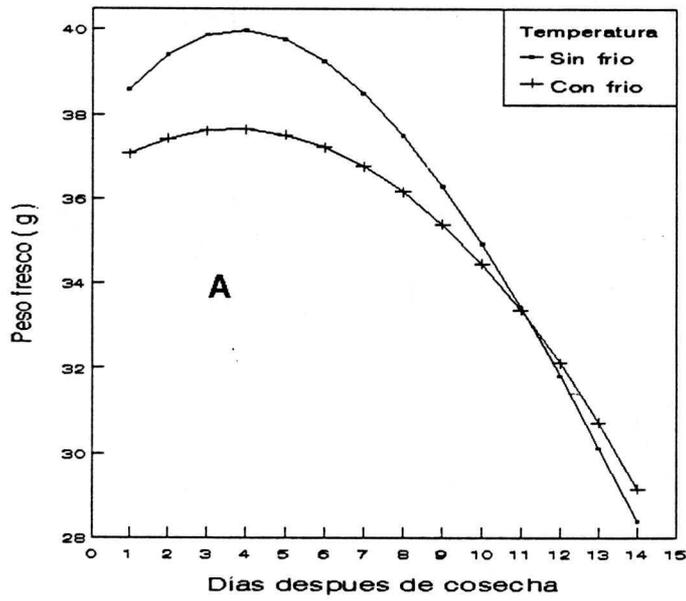


Figura 3. Curvas de regresión de peso fresco de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.

de 29.59 g que representó una pérdida de peso del 22.1%, en tanto que las flores tratadas con la solución 3 tuvieron un peso medio inicial de 37.79 g con una disminución del 24.7% al final del trabajo, mientras que las flores mantenidas solo en agua (testigo) tuvieron un peso medio inicial de 36.65g y al final fue de 27.81g disminuyendo un 24.2%.

Cuadro: 6. Comparación de medias de peso fresco (g), consumo de agua (ml) y presencia de polen de flores de alcatraz en postcosecha con cuatro soluciones pulso.

Dias														
Sol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Peso fresco														
1	40.84a	40.43a	40.66a	40.61a	40.29a	40.48a	40.38a	39.56a	38.26a	36.91a	35.44a	33.14a	31.0a	29.38a
2	37.96a	37.62a	37.79a	37.85a	37.38a	37.84a	37.93a	37.02a	35.92a	33.70a	33.46a	31.89a	30.60a	29.59a
3	37.79a	38.98a	38.06a	38.17a	37.61a	37.97a	37.29a	34.81a	35.03a	33.78a	32.70a	31.26a	29.86a	28.46a
4	36.65a	36.84a	36.94a	36.94a	36.53a	36.89a	36.85a	35.91a	34.56a	33.13a	31.89a	30.11a	28.42a	27.81a
DMS	4.87	5.24	4.92	5.04	4.93	4.93	4.79	45.74	4.67	5.82	4.62	4.78	4.81	5.49
Consumo de agua														
1	0a	0.70b	0.86a	1.06a	1.13a	3.83a	2.16a	1.66a	2.25a	0.83b	0.97b	1.75a	1.66a	2.08a
2	0a	1.06a	0.93a	0.86a	1.06a	3.41a	2.75a	1.75a	2.25a	1.33ab	1.41ab	2.08a	1.96a	2.25a
3	0a	1.20	1.00a	1.06a	1.20a	3.50a	1.70a	1.91a	2.25a	1.50a	1.58a	2.08a	2.16a	2.25a
4	0a	1.31a	1.06a	1.00a	1.33a	3.18a	1.66a	1.75a	2.33a	1.00ab	1.3ab	1.97a	2.05a	2.16a
DMS	0	0.28	0.38	0.27	0.58	0.74	0.96	0.75	0.62	0.50	0.56	0.60	1.28	0.78
Presencia de polen														
1	0a	0a	0a	0a	0a	0a	.12a	.41a	.70a	0a	.45a	0a	0a	0a
2	0a	0a	0a	0a	0a	0a	.20a	.33a	.83a	0a	0a	0a	0a	0a
3	0a	0a	0a	0a	0a	0a	.29a	.12a	.83a	0a	0a	0a	0a	0a
4	0a	0a	0a	0a	0a	0a	.37a	.29a	.83a	0a	0a	.5a	0a	0a
DMS	0	0	0	0	0	0	.45	.62	.42	0	.96	1.0	0	0

DMS = Diferencia minima significativa al 5 %.

Lo anterior indica que el material tratado con la solución 2 presentó una tendencia a perder menos peso fresco durante la vida de postcosecha, aunque esta perdida de peso fue paulatina y atenuada como se puede observar en la Figura 3B obtenida de los datos de las ecuaciones de regresión (Cuadro 7), lo anterior coincide parcialmente con lo reportado por Castillo-Martínez (1995) quien reporta que las flores tratadas con una solución de sacarosa más 8-HQC más BA presentaron la menor pérdida de peso después de 10 días de cosecha debido quizá a la disminución de la síntesis de proteasas.

Cuadro: 7. Ecuaciones de regresión para la variable peso fresco por los factores frío, solución y sus combinaciones.

Tratamiento	Ecuación	R ²
Temperatura		
Sin refrigeración	$P= 37.34^{***}+1.46^{**}(x)+(-0.22^{**})(x^2)+0.005^{**}(x^3)$	0.99
Con refrigeración	$P= 36.57^{***}+0.59^{**}(x)+(-0.08^{**})(x^2)$	0.97
Solución		
1	$P= 39.32^{***}+0.89^{**}(x)+(-0.11^{**})(x^2)$	0.98
2	$P= 37.06^{***}+0.57^{**}(x)+(-0.08^{**})(x^2)$	0.97
3	$P= 38.04^{***}+0.30^{*}(x)+(-0.07^{**})(x^2)$	0.98
4	$P= 35.84^{***}+0.71^{**}(x)+(-0.09^{**})(x^2)$	0.98
Frio x solución		
1s	$P=41.75^{*}+0.07(x)+(-0.05)(x^2)$	0.65
1c	$P=38.27^{**}+0.91^{**}(x)+(-0.11^{**})(x^2)$	0.96
2s	$P= 36.96^{**}+0.4^{*}(x)+(-0.07^{**})(x^2)$	0.95
2c	$P= 36.89^{**}+0.83^{**}(x)+(-0.09^{**})(x^2)$	0.91
3s	$P= 39.67^{**}+0.63(x)+(-0.09^{**})(x^2)$	0.99
3c	$P=36.56^{**}+(-0.05)(x)+(-0.04^{**})(x^2)$	0.93
4s	$P= 37.06^{**}+0.69^{**}(x)+(-0.09^{**})(x^2)$	0.97
4c	$P= 34.73^{**}+0.68(x)+(-0.09^{**})(x^2)$	0.97

1s, 2s, 3s, 4s, = Soluciones sin frío; 1c, 2c, 3c, 4c, = Soluciones con frío; P = peso fresco; X = días; * Significancia con $\alpha \leq 0.05$; ** Significancia con $\alpha \leq 0.01$.

En la Figura 2B se puede observar el comportamiento del peso fresco acumulado promedio de flores de alcatraz tratadas con las soluciones pulso. En ellas se nota que tienen un comportamiento estable y mantienen la diferencia de peso que tenían desde el inicio del experimento por lo que no se detectaron diferencias significativas, debidas a las soluciones pulso.

Al realizar las comparaciones de medias para las combinaciones de frío por solución se encontraron diferencias significativas para todos los días (Cuadro 8). Sin embargo, en cada uno de los días las combinaciones sobresalientes variaron pero las que mostraron ser consistentes para todos los días fueron las siguientes: sin refrigeración y solución 1 (1s), sin refrigeración y solución 3 (3s) ver Figura 1C, así como con refrigeración y solución 1 (1c) como se aprecia en la Figura 1D. Esto indica que la solución 1 responde bien tanto a temperatura ambiente como a temperaturas bajas. Por otro lado el tratamiento con frío y solución 2 (2c) cuando permaneció en refrigeración su peso tendió a disminuir pero se recuperó cuando las flores fueron sacadas del refrigerador, lo que coincide parcialmente con lo reportado por De Stigter (1980b) y Awad *et al.*, (1986) pues ellos no incluyeron los tratamientos de frío en sus trabajos con rosa. Se debe señalar también que la combinación frío por solución 3 (3c que incluía sacarosa más 8-HQC) y el tratamiento testigo con frío (4c) fueron afectados de manera significativa (Figura 1D).

Cuadro: 8 . Comparación de medias de peso fresco (g) de flores de alcatraz en postcosecha en ocho combinaciones de niveles (dos de temperatura y cuatro soluciones pulso).

		Dias											
FxS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1s	41.4a	41.9a	42.3a	42.1a	41.8a	41.2a	40.2a	39.0a	37.8a	36.4a	34.5a	32.6a	31.0a
1c	39.3abc	39.3ab	39.3ab	38.4abc	39.1abc	39.5ab	38.8ab	37.4ab	36.0abc	34.4abc	31.7abc	29.3abc	27.7ab
2s	37.2bc	37.5bc	37.6bc	37.5bcd	37.1bc	36.3bc	35.3bc	34.2bc	30.6b	31.8bcd	30.3bc	28.6bc	28.0ab
2c	38.0abc	38.0bc	38.0bc	37.2bcd	38.5abc	39.5ab	38.7ab	37.6ab	36.3ab	35.0ab	33.4ab	32.1ab	31.0a
3s	40.4ab	40.8ab	41.1ab	40.7ab	40.3ab	39.5ab	38.5ab	37.3ab	35.9abc	34.8ab	33.2ab	31.5abc	30.3ab
3c	37.4abc	35.2c	35.2c	34.5d	35.5c	35.0c	31.1c	32.7c	31.6cd	30.6d	29.2c	28.1c	26.3b
4s	38.1bc	38.3abc	38.3bc	38.1bcd	37.6bc	37.8abc	36.7ab	35.3bc	33.8abcd	32.6bcd	30.7bc	28.6bc	29.1ab
4c	35.5c	35.5c	35.5c	34.9cd	36.1c	35.8bc	35.0bc	33.7c	32.4bcd	31.1cd	29.4c	28.1c	26.8ab
DMS	4.0	3.7	3.8	3.8	3.8	3.6	4.4	3.6	4.4	3.5	3.6	3.7	4.2

F x S = Frío por solución; 1s, 2s, 3s, 4s = Soluciones sin frío; 1c, 2c, 3c, 4c = Soluciones con frío; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5 %.

En la Figura 2C se puede apreciar el peso acumulado de las flores mantenidas a temperatura ambiente para las cuatro soluciones pulso donde se observa que las soluciones 1 y 3 presentan un mayor peso acumulado, en tanto que en la Figura 2D destaca nuevamente la solución 1 seguida de la solución 2.

Por otro lado, en la Figura 3C obtenida de ecuaciones de regresión (Cuadro 6) se puede apreciar que las flores de las soluciones 3 y 4 mantenidas a temperatura ambiente presentan la tendencia a incrementar su peso en los primeros días pero su pérdida es mas rápida que las flores de las soluciones 1 y 2 cuya tendencia es perder peso desde el inicio del experimento. Mientras que en la combinación de soluciones pulso y refrigeración, las flores mantenidas en la solución 2 tiende a perder menos peso que las flores mantenidas en otras soluciones (Figura 3D).

4.2. Consumo de agua.

En relación al consumo de agua (Cuadro 9), el factor frío influyó considerablemente sobre esta variable, pues se encontraron diferencias altamente significativas para nueve de los catorce días muestreados (2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13 y 14), mientras que para las soluciones sólo existieron diferencias en los días 2, 10 y 11. El efecto de interacción entre las temperaturas y las soluciones resultó ser significativa en los días 2, 6 y 12. Al respecto se puede mencionar que el factor frío también resultó significativo

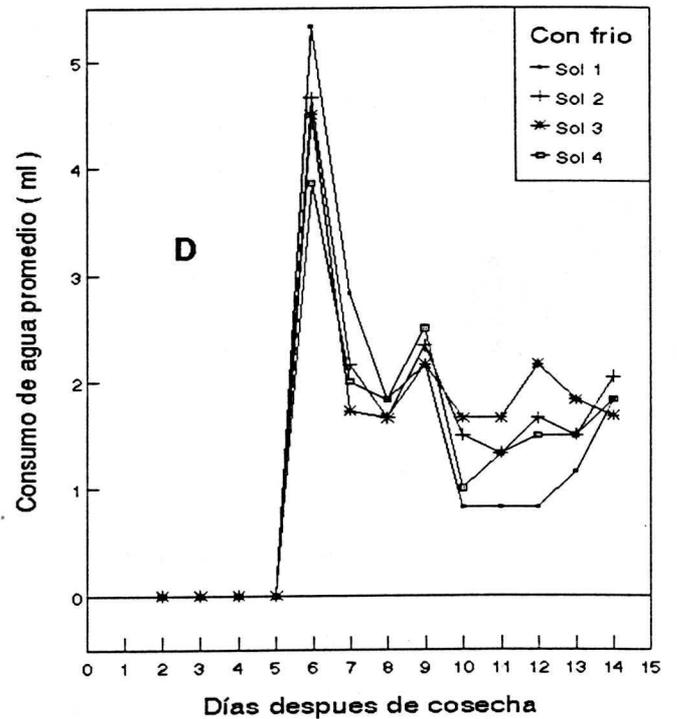
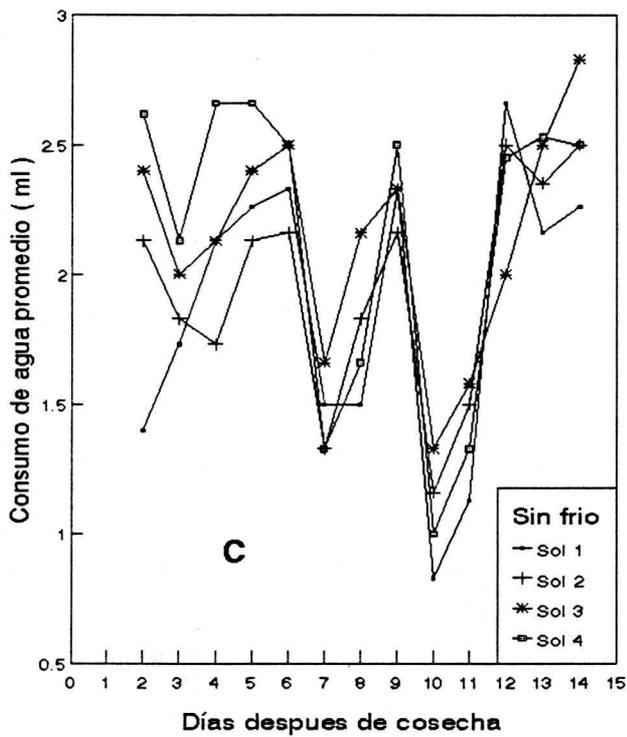
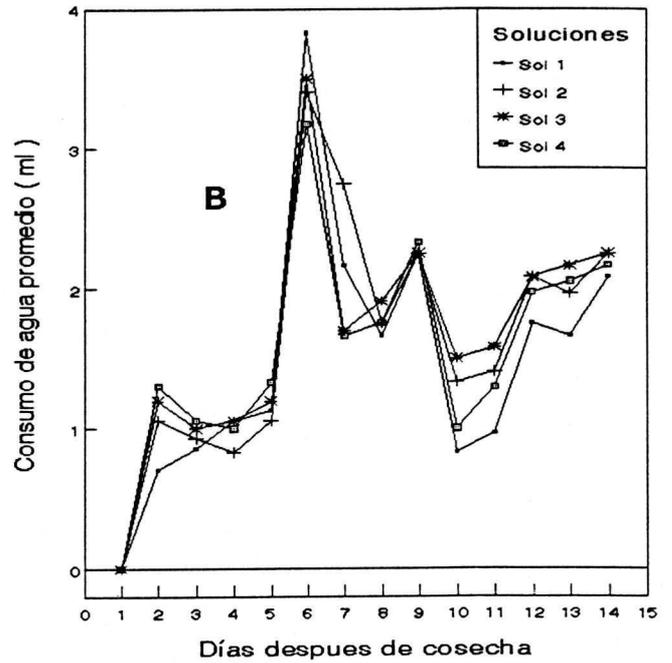
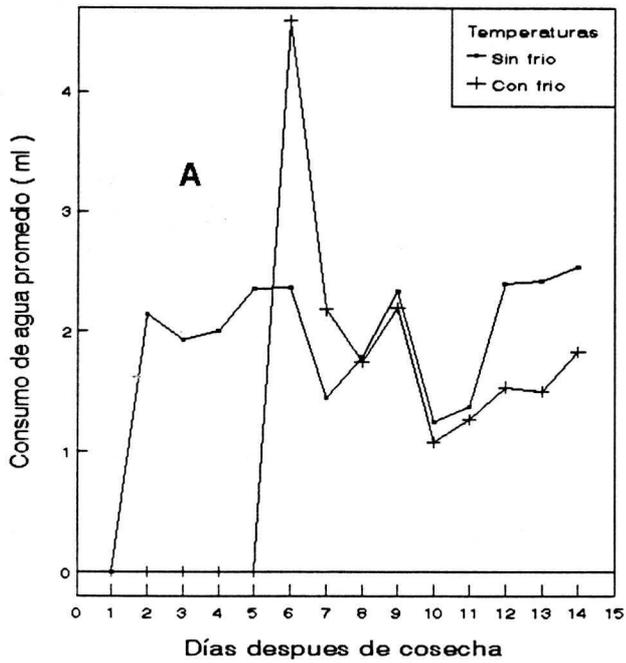


Figura 4. Variación del consumo de agua de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones: C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.

en estos tres días por lo que quizá este factor es el de mayor influencia en el fenómeno.

Cuadro: 9 . Cuadrados medios de consumo de agua (ml) de flores de alcatraz en postcosecha con y sin frío y tratadas con cuatro soluciones pulso.

		Dias													
F V	GL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Frio	1	0	27.47**	22.42**	24.0**	33.60**	29.48**	3.15**	0.01	0.93	0.16	0.07	4.48**	5.13**	3.03**
E. a	4	0	0.06	0.00	0.00	0.20	0.35	0.78	0.10	0.14	0.19	0.13	0.17	0.17	0.33
Sol	3	0	0.42**	0.04	0.05	0.07	0.43	0.32	0.06	0.01	0.55**	0.39*	0.14	0.27	0.03
FxS	3	0	0.42**	0.04	0.05	0.07	0.73*	0.40	0.20	0.06	0.05	0.03	1.00**	0.05	0.14
E. b	12	0	0.028	0.051	0.026	0.117	0.19	0.319	0.312	0.131	0.086	0.108	0.123	0.564	0.208
C.V.		0	15.74	23.38	16.32	29.00	12.53	31.05	31.56	15.99	25.25	24.81	17.83	38.29	20.86

F.V. = Fuentes de variación; E. a = Error a; Sol. = Solución; F x S = Frío por solución; E. b = Error b; C.V. = Coeficiente de variación; G.L. = Grados de libertad; * Significancia con $\alpha \leq 0.05$; ** Significancia con $\alpha \leq 0.01$.

Lo anterior tendrá sentido si se considera que el frío actúa sobre los procesos metabólicos de forma diferente a las soluciones pulso probadas, dado que las temperaturas bajas disminuyen la velocidad de los procesos fisiológicos en los tejidos tales como la tasa de respiración, la utilización de carbohidratos y de otras sustancias almacenadas en los mismos; además inducen desórdenes celulares, disminuyen la actividad enzimática, modifican la permeabilidad de la membrana, pues los lípidos de la misma son más rígidos lo cual provoca una redistribución de las proteínas (Nowack y Rudnicki, 1979, 1990; Come, 1991), mientras que con las soluciones pulso se busca mantener un suministro de energía a la inflorescencia al utilizar sacarosa, en tanto que al incluir 8-HQC y $Al_2(SO_4)_3$, se trata de impedir o controlar el crecimiento de poblaciones bacterianas en la solución, en tanto que con el uso de STS se busca inhibir la producción de etileno.

Al realizar la comparación de medias del consumo de agua de flores mantenidas a 4°C (Cuadro 4) se encontraron diferencias significativas para los días 2 al 5 las cuales se deben a que las flores mantenidas en frío estuvieron sin agua durante los mismos (Figura 4A), pero también existió diferencia en el día 6 debido a que estas flores absorbieron agua rápidamente siendo el consumo promedio más alto que se presentó durante todo el experimento (4.5 ml por flor / día). Este fenómeno parece ser ocasionado por una violenta absorción de agua del tallo después de un período de

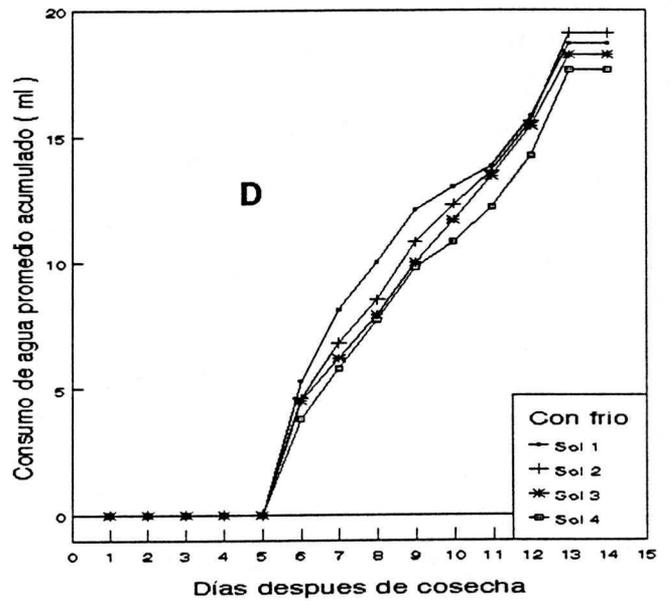
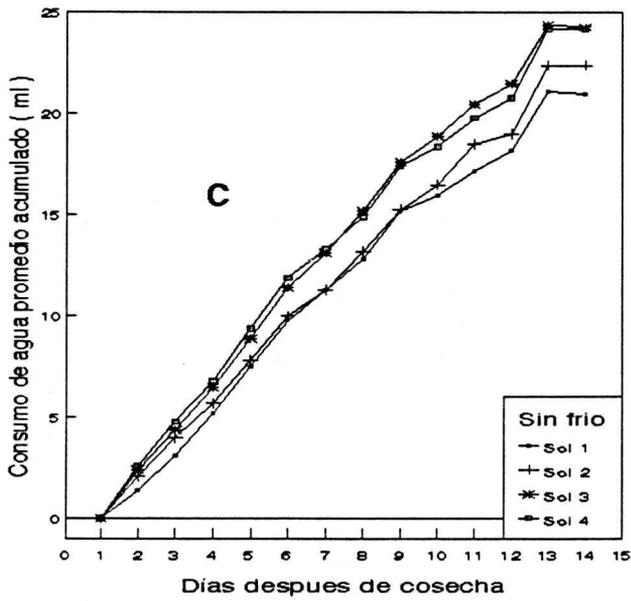
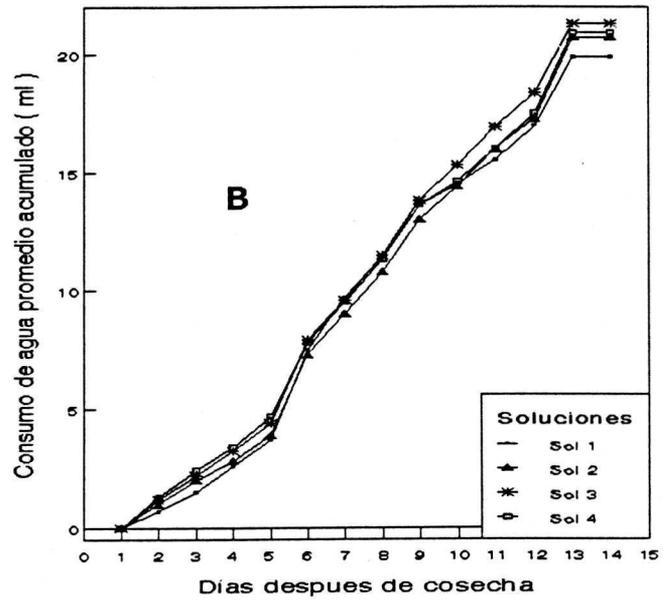
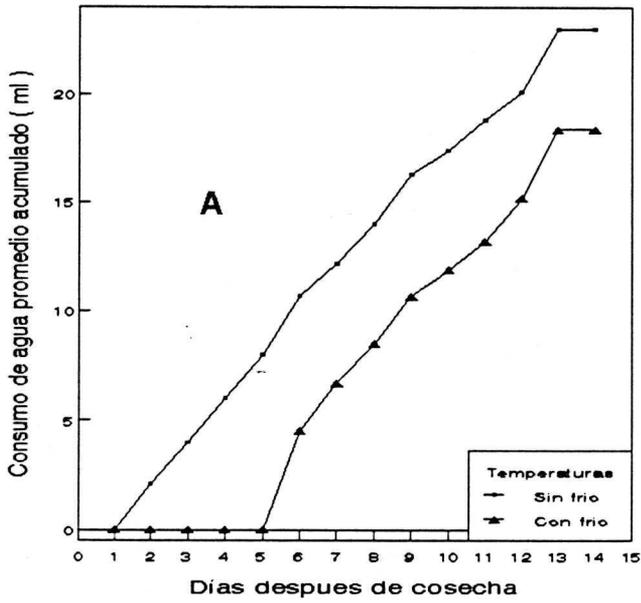


Figura 5. Consumo de agua acumulado de flores de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.

estrés hídrico, este fenómeno coincide con lo reportado por Hardenburg *et al.*, (1988), aunque no se presentaron fracturas y enrrollamiento de tallo como lo reporta Funnell (1993). En los días 7 al 11 no existieron diferencias pero en los días 12 al 14 el consumo de agua de las flores mantenidas a temperatura ambiente fueron superiores confirmando lo encontrado en el análisis de varianza. Esta diferencia quizá se deba a una pérdida del control celular provocado por el fenómeno de senescencia.

Cuadro: 10. Consumo de agua acumulado promedio (ml) de flores de alcatraz en postcosecha en dos condiciones de temperatura y cuatro soluciones pulso.

Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Temperaturas														
Sin frío	0	2.1	4	6	8	10.7	12.2	14	16.3	17.4	18.8	20.1	23	23
Con frío	0	0	0	0	0	4.5	6.7	8.5	10.7	11.9	13.2	15.2	18.4	18.4
Soluciones														
1	0	0.7	1.5	2.6	3.7	7.5	9.7	11.4	13.6	14.5	15.5	17	19.9	19.9
2	0	1	2	2.8	3.9	7.3	9	10.8	13	14.4	16	17.3	20.7	20.7
3	0	1.2	2.2	3.2	4.4	7.9	9.6	11.5	13.8	15.3	16.9	18.4	21.3	21.3
4	0	1.3	2.4	3.4	4.7	7.8	9.5	11.3	13.6	14.6	16	17.5	20.9	20.9
Temperaturas x solución														
1s	0	1.4	3.1	5.2	7.5	9.8	11.3	12.8	15.2	16	17.2	18.2	21.1	21.1
1c	0	0	0	0	0	5.3	8.1	10	12.1	13	13.8	15.8	18.7	18.7
2s	0	2.1	4	5.7	7.8	10	11.3	13.2	15.3	16.5	18.5	19	22.4	22.4
2c	0	0	0	0	0	4.6	6.8	8.5	10.8	12.3	13.6	15.6	19.1	19.1
3s	0	2.4	4.4	6.5	8.9	11.4	13.1	15.2	17.6	18.9	20.5	21.5	24.4	24.4
3c	0	0	0	0	0	4.5	6.2	7.9	10	11.7	13.4	15.4	18.2	18.2
4s	0	2.6	4.8	6.8	9.4	11.9	13.3	14.9	17.4	18.4	19.8	20.8	24.2	24.2
4c	0	0	0	0	0	3.8	5.8	7.7	9.8	10.8	12.2	14.2	17.6	17.6

1s, 2s, 3s, 4s = Soluciones sin frío; 1c, 2c, 3c, 4c= Soluciones con frío.

En el Cuadro 10 se anotaron los valores de consumo acumulado promedio para las dos condiciones de temperatura y se puede observar también que las flores mantenidas en refrigeración presentaron un consumo alto después de ser colocadas en agua (Figura 5A). Sin embargo, al observar la Figura 6A producto del desarrollo de ecuaciones de regresión (Cuadro 11) se nota que las flores mantenidas a temperatura ambiente tienen la tendencia a aumentar su consumo a medida que avanza el proceso de senescencia, mientras las flores sometidas a 4° C presentan una disminución a partir del día 11.

También se realizaron pruebas de medias para consumo de agua por solución, encontrándose diferencias sólo en los días 2, 10 y 11 (Cuadro 6) donde la solución 1 produjo el menor consumo. Esto quizá se debe al efecto de la combinación de $Al_2(SO_4)_3$ y glucosa que reducen la pérdida de agua por el cierre de estomas como lo reporta De Stigter (1980b), sin embargo, el efecto de las soluciones pulso sigue un

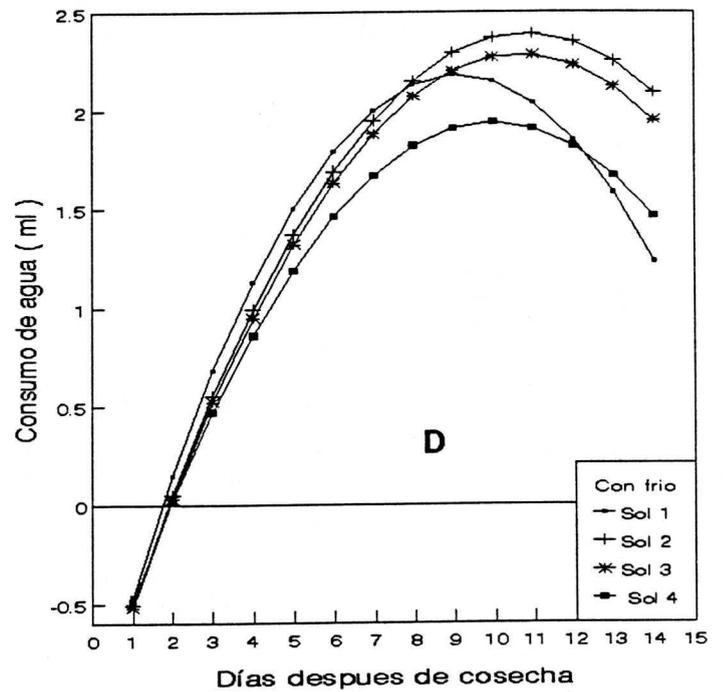
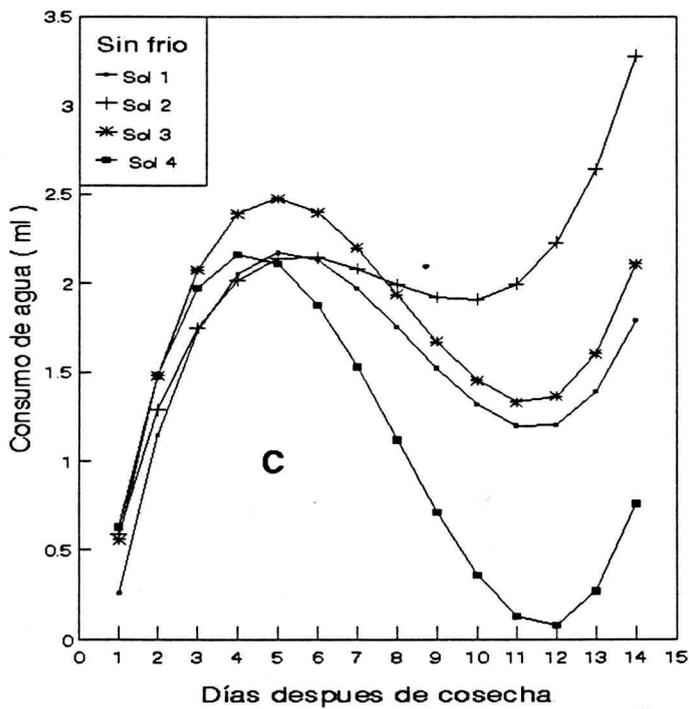
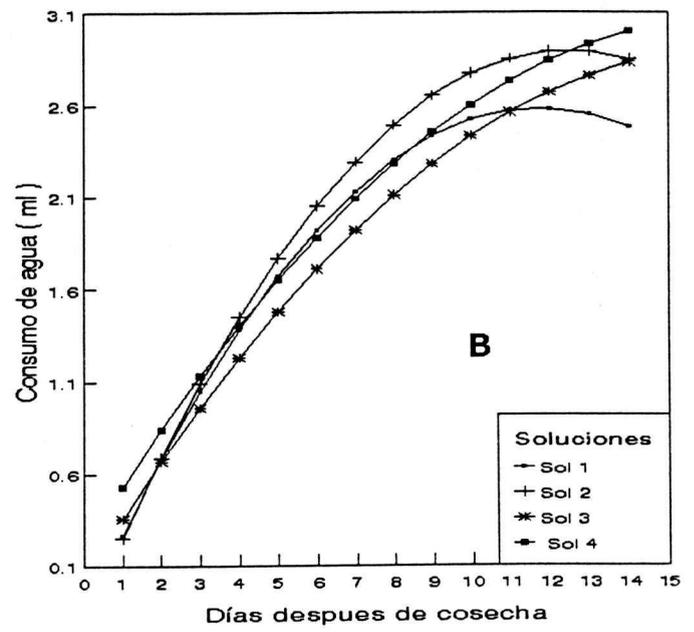
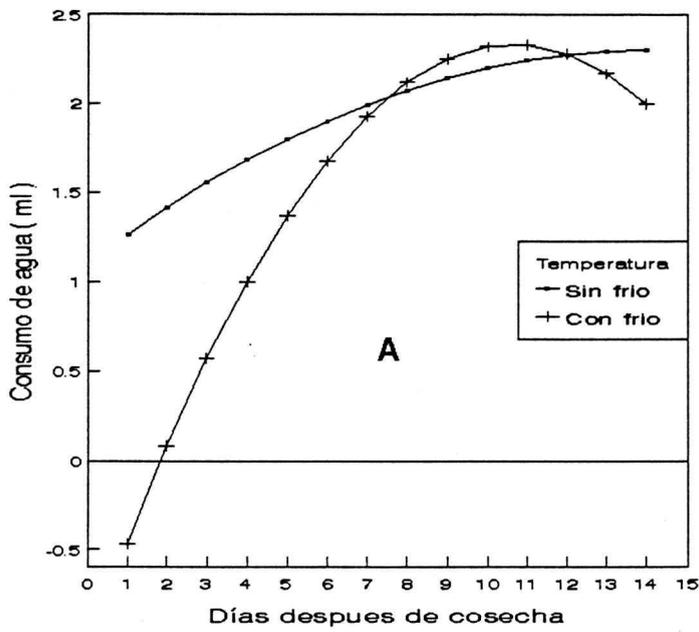


Figura 6. Curvas de regresión de consumo de agua de flores de alcatraz en vida postcosecha: A: Efecto de las temperaturas. B: Respuesta a las soluciones. C: Combinación sin frio y soluciones. D: Combinación con frio y soluciones.

comportamiento similar al del testigo (solucion 4) como se ve en la Figura 4B, por lo que podemos señalar que la solución 1 tiende a disminuir el consumo de agua; esto se aprecia mejor en la Figura 5B, creada con los valores de consumo acumulado promedio del Cuadro 10. Otro aspecto a destacar aqui es que a partir del onceavo día se da un incremento en el consumo de agua en todas las soluciones probadas coincidiendo esto con lo reportado por Castillo-Martinez (1995).

Cuadro: 11. Ecuaciones de regresión para la variable consumo de agua por los factores frio, solución y sus combinaciones.

Tratamiento	Ecuaciones	R ²
Temperatura		
Sin refrigeración	$C = 1.04^{**}(x) + (-0.156)(x^2) + 0.006^{**}(x^3)$	0.94
Con refrigeración	$C = 0.28^{**}(x) + (-0.0009^{**})(x^3)$	0.65
Soluciones		
1	$C = 0.63^{**}(x) + (-0.071^*)(x^2) + 0.0024(x^3)$	0.80
2	$C = 0.54^{**}(x) + (-0.053^*)(x^2) + 0.0018(x^3)$	0.88
3	$C = 0.58(x) + (-0.058^{**})(x^2) + 0.002(x^3)$	0.89
4	$C = 0.64^{**}(x) + (-0.074^{**})(x^2) + 0.002^{**}(x^3)$	0.89
Frio x solución		
1s	$C = 0.94^{**}(x) + (-0.13^{**})(x^2) + 0.0059^{**}(x^3)$	0.91
1c	$C = 0.309^{**}(x) + (-0.0012^{**})(x^3)$	0.51
2s	$C = 0.943^{**}(x) + (-0.138^{**})(x^2) + 0.006^{**}(x^3)$	0.91
2c	$C = 0.285^{**}(x) + (-0.0009^{**})(x^3)$	0.66
3s	$C = 1.134^{**}(x) + (-0.17^{**})(x^2) + 0.007^{**}(x^3)$	0.94
3c	$C = 0.277^{**}(x) + (-0.0008^*)(x^3)$	0.69
4s	$C = 1.17^{**}(x) + (-0.18^{**})(x^2) + 0.008^{**}(x^3)$	0.91
4c	$C = 0.252^{**}(x) + (-0.00075^{**})(x^3)$	0.70

1s, 2s, 3s, 4s = soluciones sin frío; 1c, 2c, 3c, 4c = soluciones con frío; C = consumo de agua; X = días;

Sin embargo, al graficar los datos obtenidos de las ecuaciones de regresión (Cuadro 11) se puede observar que la solución 1 tiende a disminuir el consumo de agua a partir del día 11 en tanto que las flores testigo mantienen definida la tendencia a aumentar su consumo (Figura 6B).

En el Cuadro 12 se indican las diferencias encontradas al realizar la comparación de medias de las combinaciones entre las dos condiciones de temperatura y las soluciones pulso relativas al consumo de agua. Se encontraron diferencias significativas en 11 de los 14 días muestreados (2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14), encontrándose que entre los días 2 al 5 el tratamiento testigo (4s) sin refrigeración presentó el mayor consumo, en tanto que la combinación sin refrigeración y solución 1 (1s) presentó el menor consumo en los días 2, 3, 6, 10 y 11; la combinación de temperatura ambiente y solución 2 presentó el menor consumo en los días 4, 5, 6 y 7,

como se puede apreciar en la Figura 4C. Por otro lado a partir del día 10 al 14 el menor consumo fue producido por la combinación con refrigeración y solución 1 (1c).

Cuadro: 12 . Comparación de medias de consumo de agua (ml) de flores de alcatraz en postcosecha en ocho combinaciones de niveles (dos de temperatura y cuatro de soluciones pulso).

Dias													
FxS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1s	1.40d	1.73b	2.13a	2.26ab	2.33d	1.50bc	1.50a	2.33a	0.83d	1.13bc	2.66a	2.16ab	2.26abc
1c	0.0e	0.0c	0.0c	0.0c	5.33a	2.83a	1.83a	2.16a	0.83d	0.83c	0.83f	1.16cb	1.83c
2s	2.13c	1.83ab	1.73b	2.13b	2.16d	1.33c	1.83a	2.16a	1.16bcd	1.50ab	2.50ab	2.35ab	2.50ab
2c	0.0e	0.0c	0.0c	0.0c	4.66b	2.16ab	1.66a	2.33ab	1.50ab	1.33ab	1.66de	1.50bc	2.04bc
3s	2.40b	2.0ab	2.13a	2.40ab	2.50d	1.66bc	2.16a	2.33a	1.33abc	1.58a	2.00cb	2.50a	2.83a
3c	0.0e	0.0c	0.0c	0.0c	4.50b	1.73bc	1.66a	2.16a	1.66a	1.66a	2.16bc	1.83ab	1.68c
4s	2.62a	2.13a	2.66a	2.66a	2.50dbc	1.33c	1.66a	2.50a	1.00de	1.33ab	2.45ab	2.53a	2.50ab
4c	0.0e	0.0c	0.0c	0.0c	3.86c	2.00bc	1.83a	2.50a	1.00cd	1.33ab	1.50e	1.50bc	1.83cab
DMS	0.22	0.29	0.21	0.45	0.57	0.74	0.73	0.47	0.38	0.43	0.46	0.99	0.60

F x S = Frio por solución; 1s, 2s, 3s, 4s = soluciones sin frío; 1c, 2c, 3c, 4c = soluciones con frío; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales al 5 %.

El comportamiento de las combinaciones con refrigeración y las soluciones pulso fue similar en los días 5 y 6, pero el tratamiento 1c presentó mayor consumo en los días 6 y 7, e indujo el menor consumo del día 10 al 13, como se puede apreciar en la Figura 4D. Lo anterior nos lleva a pensar que la solución 1 tiene la mejor respuesta en cuanto a disminuir el consumo de agua de las flores de alcatraz ya sea con o sin refrigeración, sin embargo al graficar el comportamiento del consumo de agua promedio acumulado para temperatura ambiente y las soluciones pulso esta afirmación se confirma (Figura 5C) en tanto que no resulta cierta para la combinación con refrigeración, pues en ella se nota que las flores testigo fueron las que consumieron menos agua al final del experimento, (Figura 5D). Quizá esto nos indique que la combinación 1c actúa como un regulador del consumo de agua, ya que al ser sacadas las flores del refrigerador les permitió consumir agua para rehidratarse adecuadamente para posteriormente disminuir lentamente su consumo. Por otro lado, de las ecuaciones de regresión de la combinación temperatura ambiente por solución (Cuadro 11) se obtuvieron los datos para la Figura 6C que muestra una variación pronunciada del consumo de agua entre los primeros días y la última fase de la vida de postcosecha en las flores testigo y las flores de la solución 2, en tanto que las flores de las soluciones 1 y 3 presentan una

tendencia menos contrastante. Mientras que de las ecuaciones de regresión debidas a la combinación 4° C y las soluciones mostradas en la Figura 6D se puede señalar que las flores de la solución 1 a partir del día 9 presentan la tendencia a disminuir el consumo, en tanto que las flores testigo son las que tienen el menor consumo durante el experimento excepto en los ultimos dos días.

4.3. Polen.

En relación a la aparición de polen en las inflorescencias del alcatraz no se encontraron diferencias significativas para ningun factor de variación, como se puede apreciar en el Cuadro 13, aunque al realizar la comparación de medias para el factor frio se encontraron diferencias significativas para los días 7 y 8 (Cuadro 4), siete días despues de cosecha las flores sin tratamiento de frio presentaron significativamente más polen que las mantenidas en refrigeración, pero un día despues se presentó más polen en estas flores, lo que indica que el tratamiento de frio retrasa ligeramente la emisión de polen por las flores. Cuando se realizó la comparación de medias por solución no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 6).

Cuadro: 13. Cuadrados medios de cantidad de polen de flores de alcatraz en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.

F. V.	G. L.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Frio	1	0	0	0	.04	0	.01	.51	.37	.06	0	.31	.31	0	0
E. a	4	0	0	0	.01	0	0	.11	.02	.07	0	.31	.37	0	0
Sol.	3	0	0	0	.02	0	.01	.20	.09	.02	0	.31	.44	0	0
F. x S.	3	0	0	0	.02	0	.01	.44	.006	.06	0	.31	.31	0	0
E. b	12	0	0	0	0	0	0	.07	.13	.06	0	.31	.37	0	0
C. V.	--	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	282.8	106.0	124.5	31.1	999.9	489.8	453.7	999.9	999.9

F.V. = Fuente de variación; E. a = Error a; Sol = solución; F.x S. = Frío por solución; E. b = Error b; C.V. = Coeficiente de variación; G. L. = Grados de libertad; * Significativa con $\alpha \leq 0.05$; **Significativa con $\alpha \leq 0.01$.

Finalmente, las variables peso fresco y consumo de agua se encontró que durante los días 2 al 5 tuvieron una correlación con signo positivo, aunque con valores menores al 50 %, lo cual nos indica que tanto el peso como el consumo presentan una respuesta similar a los tratamientos en esos primeros días, sin embargo el valor de la correlación disminuye para los siguientes días y es de caracter negativo, debido a que el peso disminuye y el consumo tiende a incrementarse ligeramente, excepto en los días 8 y 14 (Cuadro 14).

Cuadro: 14. Coeficiente de correlación entre las variables, Peso fresco, Consumo de agua y Polen de flores de alcatraz en postcosecha, tratadas con cuatro soluciones pulso y dos condiciones de temperatura.

Día	Peso x Consumo	Peso x Polen	Consumo x Polen
1	--	--	--
2	0.26NS	--	--
3	0.44*	--	--
4	0.49**	-0.13NS	0.35NS
5	0.47**	--	--
6	-0.14NS	-0.42*	0.08NS
7	-0.01NS	0.06NS	-0.30NS
8	0.34NS	-0.03NS	-0.04NS
9	-0.01NS	-0.03NS	-0.29NS
10	-0.03NS	--	--
11	-0.26NS	0.05NS	-0.18NS
12	-0.02NS	-0.33NS	-0.004NS
13	0.18NS	--	--
14	0.12NS	--	--

NS= No Significativo; * Significativo con $\alpha \leq 0.05$; ** Significativo con $\alpha \leq 0.01$.

Por otro lado, cuando se correlacionaron las variables peso fresco y aparición de polen, no se tuvo una tendencia clara entre estas variables además de que su relación es muy baja al menos para las condiciones de este trabajo, lo mismo ocurrió al correlacionar el consumo de agua y la presencia de polen.

4.4. Perfiles enzimáticos.

En el Cuadro 15 se muestra la existencia o no de diferencias entre los corrimientos electroforéticos de los soluciones pulso 1, 2 y 3 contra el testigo (4) para las condiciones de frío y durante el primer y segundo muestreo y en el Cuadro 16 se anotan las comparaciones del primer muestreo contra el segundo del mismo tratamiento, de tal forma que podemos señalar lo siguiente:

Cuadro: 15. Presencia de diferencias en el corrimiento electroforético entre los tratamientos pulso y el testigo de flores de alcatraz en vida de postcosecha.

Enzima	1s	1c	2s	2c	3s	3c
Per 5	Si	No	Si	Si	Si	Si
Per 10	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Est 5	Si	Si	No	Si	Si	Si
Est 10	Si	Si	Si	Si	Si	No
6pg 5	Si	Si	Si	Si	Si	Si
6pg 10	Si	Si	Si	No	Si	No
G6p 5	Si	Si	Si	No	Si	No
G6p 10	Si	Si	No	No	Si	No
Mdh 5	No	No	No	No	No	No
Mdh 10	Si	Si	Si	Si	Si	No
Idh 5	No	No	No	No	No	No
Idh 10	No	No	No	No	No	No

Per = peroxidasa; Est = esterasa; 6pg = 6-fosfogluconato deshidrogenasa; G6p = glucosa-6-fosfato deshidrogenasa; Mdh = malato deshidrogenasa; Idh = isocitrato deshidrogenasa; 5 y 10 = primer y segundo muestreo.

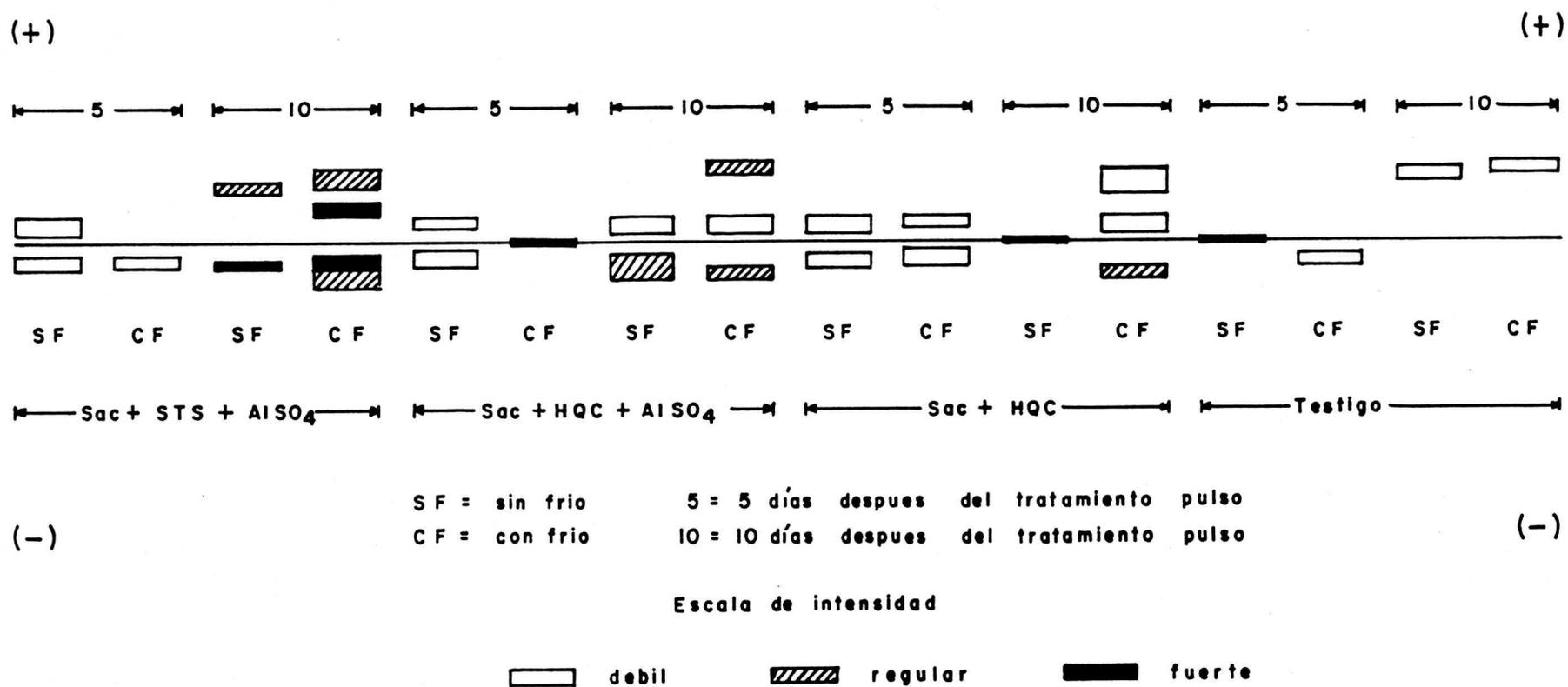


Figura: 7. Zimograma de peroxidasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.

4.4.1. Peroxidasa.

Para la peroxidasa en el primer muestreo se detectaron diferencias en los corrimientos tanto con y sin refrigeración de las tres soluciones pulso con respecto al testigo y en el segundo también excepto para la solución pulso 1 que estuvo en refrigeración, lo que nos indica que las soluciones pulso sí provocaron cambio en el comportamiento de esta enzima. Por otro lado al comparar el corrimiento del primer muestreo con el del segundo, se detectó que esta enzima sí presentó cambios en cada tratamiento, es así que las flores testigo sin frío no manifestaron su existencia en el primer muestreo (Figura 7).

Sin embargo, sí existió al final del trabajo con corrimiento hacia el anodo (+), lo que nos indica que al principio del experimento la cantidad de enzima fue muy pequeña haciéndola indetectable como lo mencionan Carfantan y Daussant (1973) en tanto que para las flores con frío inicialmente corrió hacia el cátodo (-) y al final se dirigió al anodo, indicando un posible cambio en la estructura de la enzima que afectó su carga eléctrica y así su comportamiento como lo comenta Paulin (1973). Lo anterior contrasta con las flores que fueron tratadas con la solución pulso de sacarosa, STS y $Al_2(SO_4)_3$, pues presentaron alto contenido de la enzima la cual tuvo corrimiento hacia ambos polos, lo cual indica que este tratamiento permitió la formación rápida de la enzima con sus dos componentes como lo indica Mc Millin (1983), el incremento de esta enzima al final de la vida en florero quizá se deba a que las células la formen y liberen como una medida para evitar daños debidos a la presencia de compuestos oxidantes en la misma, dado su proceso de degradación es aquí donde podría considerarse el planteamiento de Droillard y Paulin (1990) en el sentido de que los peroxisomas juegan un papel importante durante el proceso de senescencia.

4.4.2. Esterasa.

Para esta enzima se encontraron ligeros cambios en los corrimientos de los tratamientos pulso en relación al testigo, destacando el tratamiento 3 con y sin refrigeración en el primer muestreo, estos cambios disminuyen en el segundo muestreo, aunque se acrecentan en el tratamiento 1, por lo que al comparar el

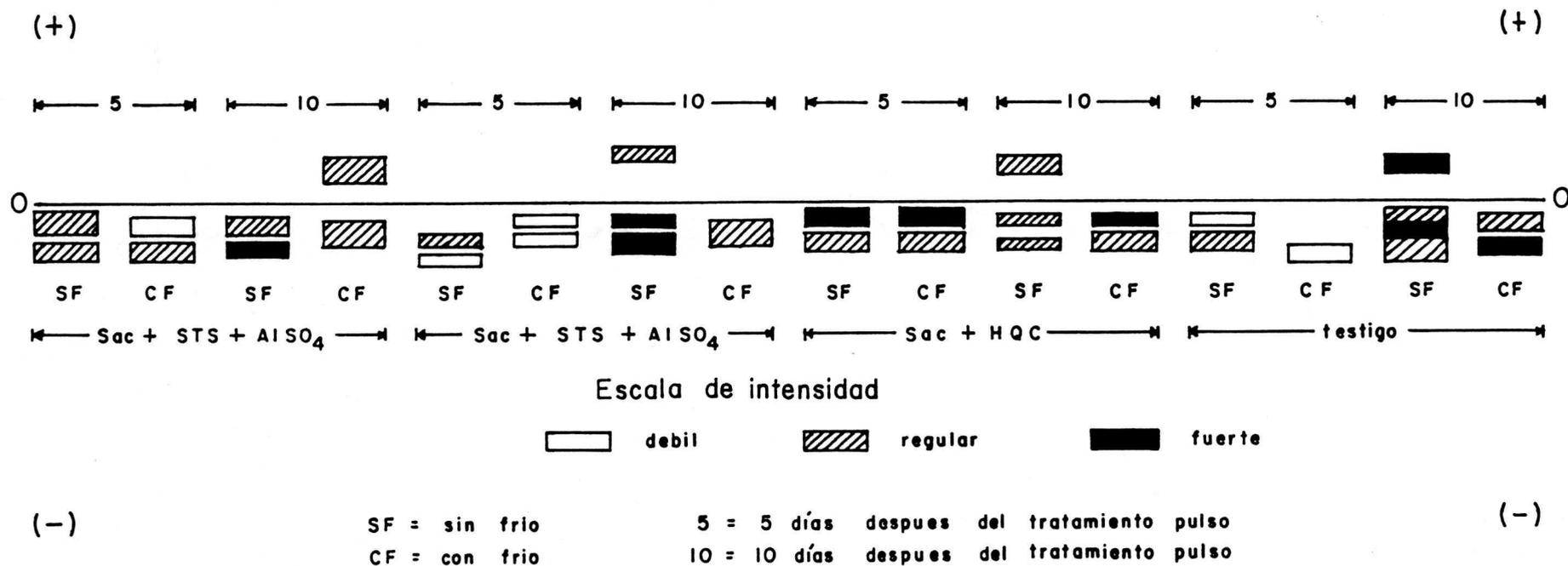


Figura: 8. Zimograma de esterasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.

comportamiento de los corrimientos del primer muestreo contra los del segundo referidos a los mismos tratamientos, se encontraron diferencias en los tratamientos tanto con y sin refrigeración excepto en el tratamiento 3 con frío.

Cuadro: 16. Presencia de diferencias en el corrimiento electroforético entre el primer y segundo muestreo de flores de alcatraz en postcosecha tratadas con soluciones pulso.

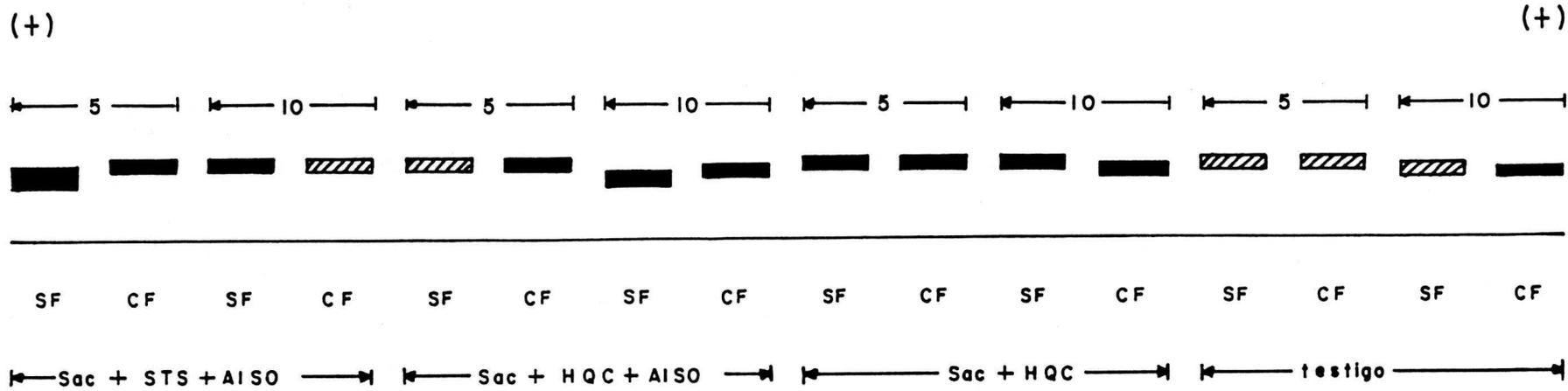
	1s	1c	2s	2c	3s	3c	4s	4c
Per	Si							
Est	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
6pg	No	Si	Si	No	No	No	No	Si
G6p	Si							
Mdh	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
Idh	Si							

Per = peroxidasa; Est = esterasa; 6pg = 6-fosfato deshidrogenasa; G6p = glucosa-6-fosfato deshidrogenasa; Mdh = malato deshidrogenasa; Idh = isocitrato deshidrogenasa; 1s, 2s, 3s, 4s = soluciones sin frío; 1c, 2c, 3c, 4c = soluciones con frío.

Aquí debemos señalar que existió una forma enzimática cuya tendencia fue la de correr hacia el anodo (+) en el segundo muestreo en las flores que no estuvieron en refrigeración. En el segundo muestreo la intensidad de las bandas fue mayor en los tratamientos 1, 2 y 4, probablemente se deba a una pérdida de control en la permeabilidad y en consecuencia de regulación por las membranas celulares lo cual haya disgregado la enzima en todo el citoplasma y no sólo en los plastidios y el retículo endoplásmico (Figura 8).

4.4.3. 6-fosfogluconato deshidrogenasa.

Al comparar los corrimientos de 6pg de los tratamientos pulso contra el testigo, encontramos para el caso del primer muestreo que las soluciones pulso 1 y 3 sin frío y las tres en presencia de frío aumentaron la intensidad de las bandas, esto mismo ocurrió en el segundo muestreo sin tratamiento de frío, sugiriendo que las soluciones pulso inducen el incremento en la concentración de la enzima, sin embargo este efecto se reduce en presencia de frío dado que en el segundo muestreo las soluciones pulso tienen un comportamiento similar al testigo. Así las diferencias encontradas se deben principalmente a la intensidad de la banda en el zimograma y no a la distancia o tamaño del corrimiento del primer muestreo respecto al segundo, lo que nos conduce a pensar que existe un aumento en la concentración de esta enzima en el ciclo de las



(-) (-)

SF = sin frio 5 = 5 días despues del tratamiento pulso
 CF = con frio 10 = 10 días despues del tratamiento pulso

Escala de intensidad

debil
 regular
 fuerte

Figura: 9. Zimograma de 6 - fosfogluconato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratadas con soluciones pulso.

pentosas fosfato, que permite un aumento en la cantidad de NADPH necesario para reducir O_2^- , producido en el proceso de senescencia.

Al analizar el comportamiento de la enzima en las condiciones de temperatura dentro de las soluciones se encontró que en el primer tratamiento el frío disminuye la concentración de la enzima en el segundo muestreo, mientras que para el tratamiento 2 la temperatura ambiente reduce la presencia de la enzima en el primer muestreo, en tanto que en el segundo muestreo la concentración de la enzima aumentó en el tratamiento testigo, esto no muestra una tendencia clara del efecto de las temperaturas sobre el comportamiento de la enzima (Figura 9).

4.4.4. Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.

Los corrimientos obtenidos para esta enzima nos indican que existieron diferencias entre los tratamientos pulso y el testigo, pues en el primer muestreo considerando las flores mantenidas a temperatura ambiente existió un mayor recorrido de las bandas respecto del testigo, mientras que para aquellas sometidas a condiciones de frío la distancia recorrida fue similar a la del testigo, aunque la intensidad de las mismas fue menor en los tratamientos 1 y 2. En el segundo muestreo se presentó un comportamiento parecido, pero la distancia recorrida por las bandas fue ligeramente mayor a las del primer muestreo, esto nos indica que la enzima ha aumentado la cantidad de su carga por lo que su desplazamiento es mayor, o que el tamaño de la molécula ha disminuido lo cual sería producto de su degradación parcial. Este comportamiento puede atribuirse a la naturaleza polimórfica de la enzima que varía durante la senescencia como lo reportan Carfantan y Daussant, (1973).

Finalmente encontramos que las condiciones de temperatura probadas no influyeron en el comportamiento de la enzima (Figura 10).

4.4.5. Malato deshidrogenasa.

Al comparar las bandas del zimograma de los tratamientos de soluciones pulso respecto al testigo, encontramos que no existieron diferencias para el primer muestreo pero sí para el segundo donde se detectó una forma de signo positivo (+) que corría

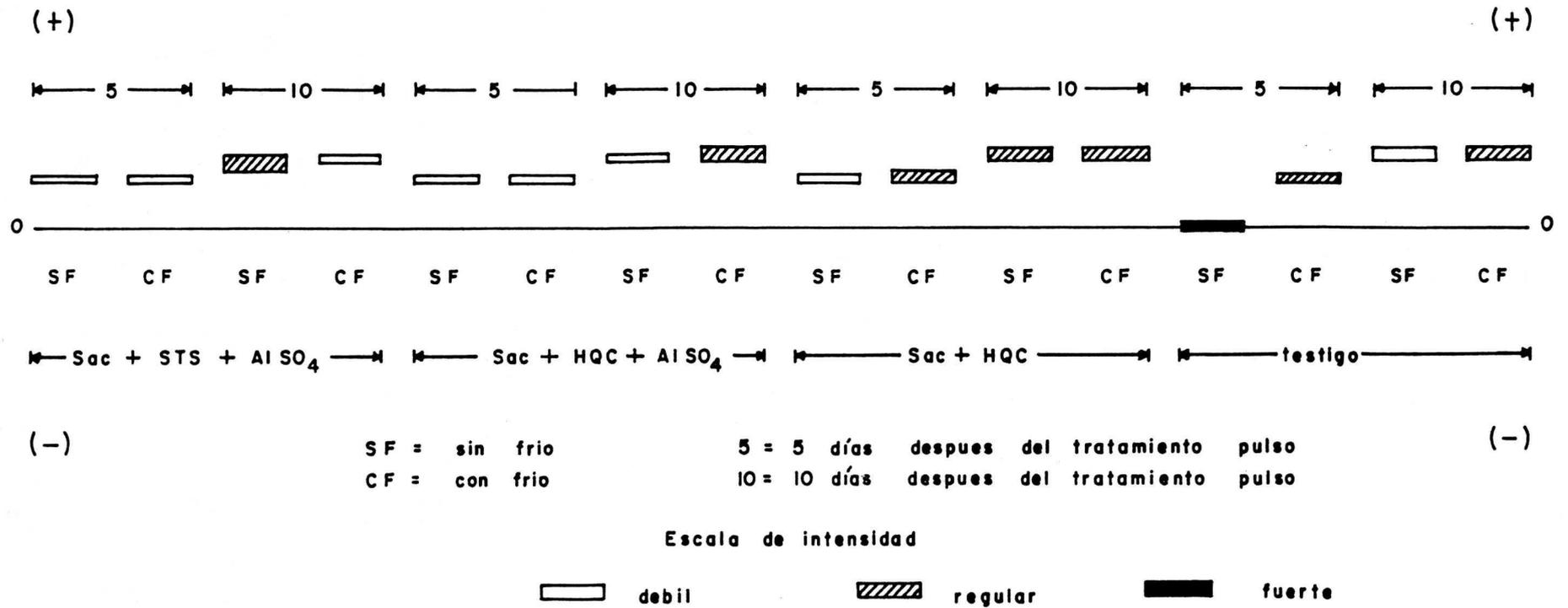


Figura: 10. Zimograma de glucosa -6- fosfato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frio y tratados con soluciones pulso

hacia el catodo (-) complementando el corrimiento hacia el anodo (+) encontrado en el primer muestreo con una tendencia más acentuada en las flores que fueron mantenidas en refrigeración excepto en el tratamiento 1 y el testigo, al parecer esta forma de signo positivo aparece durante la senescencia y quizá no esté estrictamente relacionada con el ciclo de Krebs y más bien tenga otra función (Figura 11).

4.4.6. Isocitrato dehidrogenasa.

En relación a esta enzima no se encontraron diferencias entre las flores tratadas con las soluciones pulso y el testigo en ninguno de los muestreos. Sin embargo al comparar el primer muestreo con respecto al segundo de cada tratamiento, se encontró que la enzima estuvo presente aunque de manera muy ligera en el primer muestreo pero no apareció en el segundo (Figura 12), lo cual nos indica que las concentraciones de las soluciones pulso y el frío no influyen en el comportamiento de esta enzima, y que su degradación sigue el mismo destino del resto de componentes celulares, de manera semejante como ocurre con la enzima superóxido dismutasa comentada por Droillard y Paulin (1990).

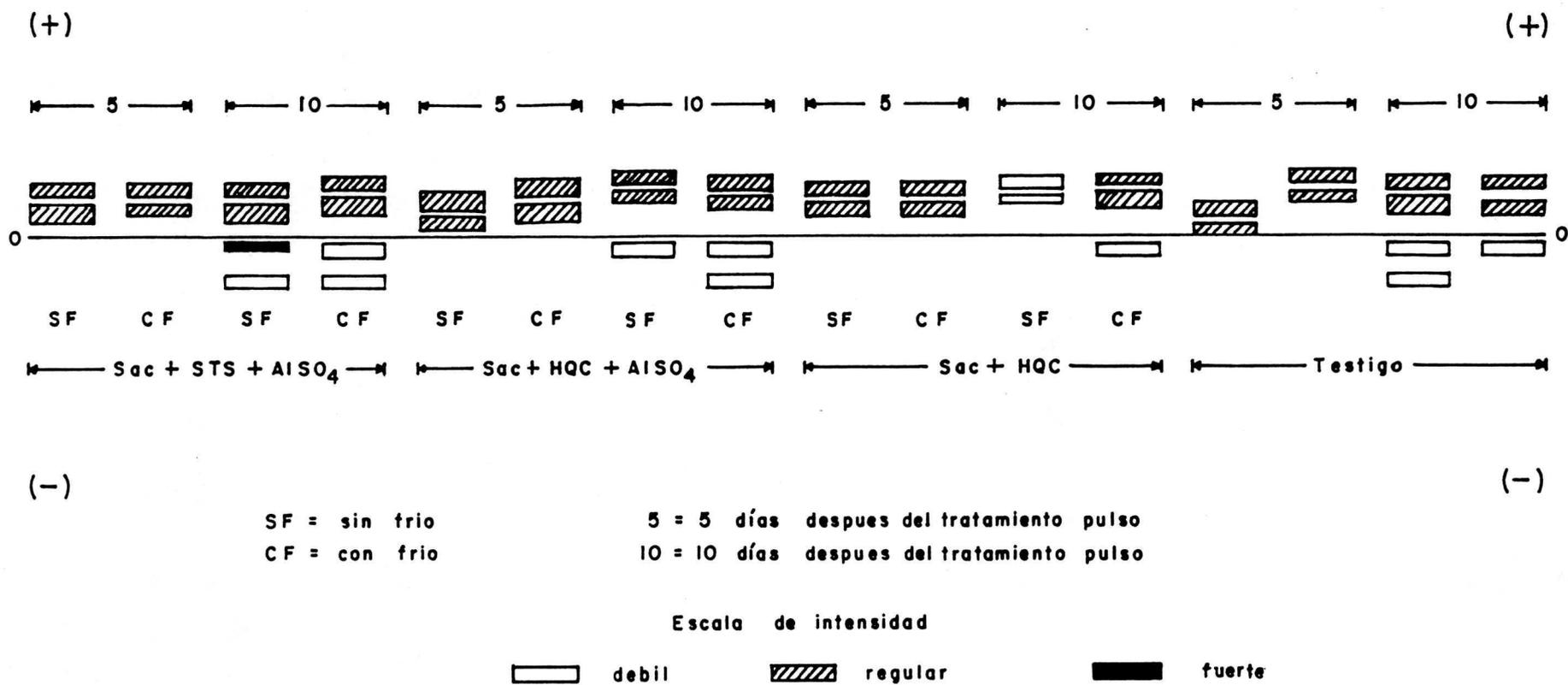


Figura: II. Zimograma de malato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frío y tratadas con soluciones pulso

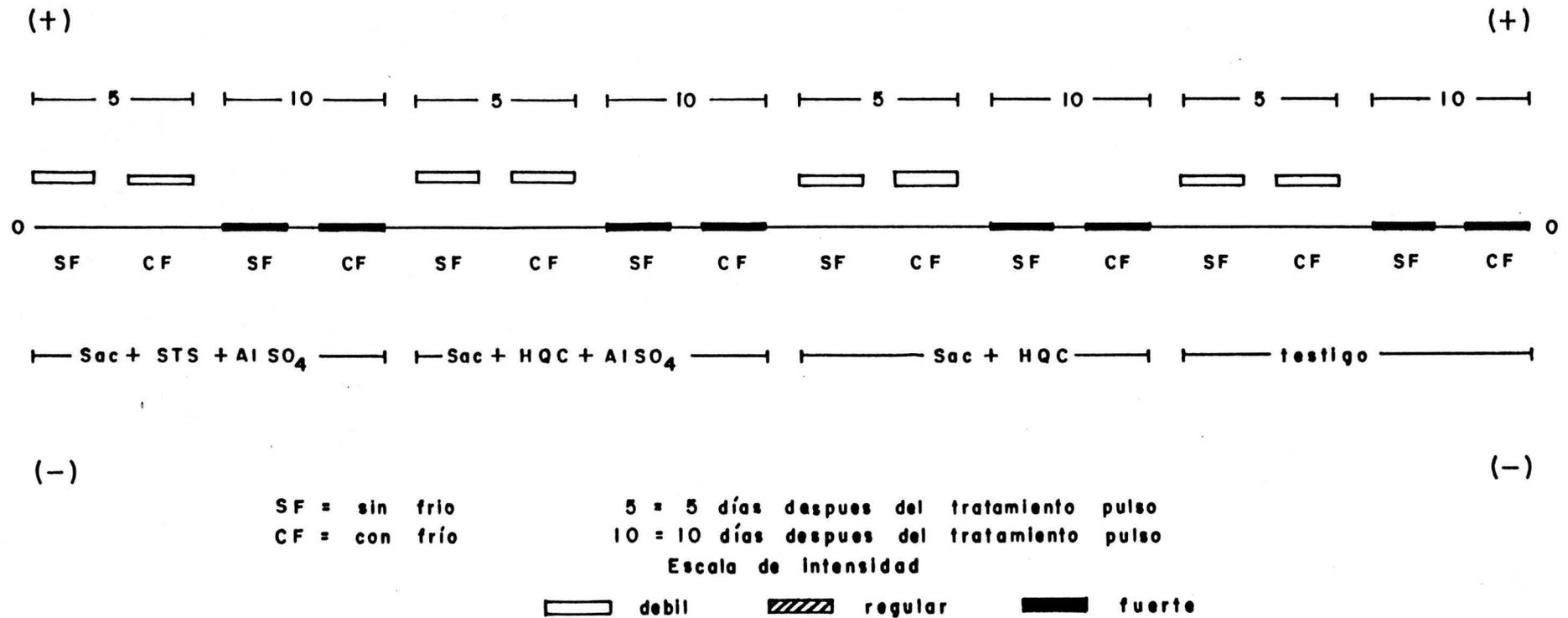


Figura: 12. Zimograma de isocitrato deshidrogenasa obtenido de flores de alcatraz (espadices) en postcosecha con y sin frío y tratadas con soluciones pulso.

5. CONCLUSIONES.

- 5.1. El peso fresco y el consumo de agua de flores de alcatraz tiende a disminuir al ser sometidas a temperaturas de 4° C.
- 5.2. El peso fresco de las flores tiende a aumentar al ser tratadas con una solución pulso de sacarosa, tiosulfato de plata y sulfato de aluminio pero disminuye el consumo de agua en forma paulatina.
- 5.3. Se encontró que flores tratadas con una solución pulso de sacarosa, 8-citrato de hidroxiquinoleina y sulfato de aluminio pierden menos peso a bajas temperaturas y aumentan el consumo de agua, constituyendo una ventaja comercial.
- 5.4. Temperaturas de 4° C retrasan un día la aparición de polen en flores de alcatraz, esto constituye una ventaja que puede retrasar la senescencia.
- 5.5. Las soluciones pulso en combinación con las temperaturas provocaron cambios en el corrimiento electroforético de las enzimas peroxidasa y esterasa, tanto en la distancia recorrida, la intensidad de las manchas como en la carga de las mismas, esto debido al proceso de senescencia.
- 5.6. La enzima 6-fosfogluconato deshidrogenasa presentó diferencias en la intensidad de las bandas pero no en la carga o distancia de corrimiento de la misma, haciendo posible una mayor cantidad de NADPH que reduce el efecto oxidativo de O_2^- producido en senescencia .
- 5.7. Al final de la vida postcosecha la distancia recorrida por las bandas de la enzima glucosa-6-fosfato deshidrogenasa aumento ligeramente, debido al proceso de senescencia.
- 5.8. Se detectó una forma de la enzima malato deshidrogenasa que corrió al cátodo al final de la senescencia, cuyo papel no está relacionado estrictamente con el ciclo de Krebs.
- 5.9. La isocitrato deshidrogenasa desaparece durante la senescencia, como consecuencia de la degradación de los componentes celulares.

6. LITERATURA CITADA.

Accati-Garibaldi; E. y F. Deambrogio. 1993. Effect of sucrose on postharvest physiology of rose cv serena. *Acta Horticulture* 337: 105-113.

Accati, E.G. y R. Jona. 1989. Parameters influencing gerbera cut flower longevity. *Acta Horticulturae* 261: 63-68.

Anonimo. 1979. Enzyme nomenclature 1978. Recommendations of the nomenclature committee of the international union of biochemistry on the nomenclature and classification of enzymes. International Union of Biochemistry. Academic Press. USA. 606 p.

Anónimo. 1983. Zantedeschia. En: Un jardín dentro de su casa. Dorling Kindersley Limited (Ed.). Reader'S Digest, S. A. De C. V. México. pp. 396-397.

Armitage, A. M. 1993. Specialty cut flowers. The production of annuals, perennials, bulbs and woody plants for fresh and dried cut flowers. Varsity Press / Timber Press. USA. pp. 250, 317-323, 349-353.

Awad, A. R. E.; A. Meawad; A. Kamel Dawh; M. El-Saka. 1986. Cut flower longevity as affected by chemical pre-treatment. *Acta Horticulturae* 181:177-182.

Baines, J. y K. Key. 1974. El ABC de las plantas de interior. Ediciones H. Blume, México. pp. 180-181.

Ball, Vic. 1985. Ball Red Book. Green house growin. 14th edition. Geo. J. Ball, Inc. A Reston Book. E. U. pp. 390-391.

Baker, J. E. 1988. Preservation of cut flowers. En: Plant Growth Regulating Chemicals.

Chapter 10. Volume II. Nickell, L. G. (Ed.). CRC. Press. pp 177-192.

Beyer, E. M. Jr. 1976a. A potent inhibitor of ethylene action in plants. *Plant Physiol.* 58 (3): 268-271.

Beyer, E. M. Jr. 1976b. Ethylene antidote, *Hort Science* 11(3):174.

Bieleski, R. L.; J. Ripperda; J. P. Newman; M. S. Reid. 1992. Carbohydrate changes and leaf blackening in cut flower stems of *Protea eximia*. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117 :124-127.

Bloemendal, H. 1961. Starch electrophoresis: III starch gel electrophoresis. Chromatographic reviews. *Progress in chromatography, electrophoresis and relateds.* Volume 3. Lederer, M. (Ed). Elsevier Publishing Company. pp 27-37.

Borochoy, A.; T. Tirosh; y S. Mayak. 1986. The fate of membrane proteins during flower senescence. *Acta Horticulturae* 181:75.

Bossard, R. 1983. Floriculture. Collection d'enseigmment horticole. Technique and Documentation. J. B. Bailliere. Lavoiser, France. pp. 179.

Braithwaite, A. y F. J. Smith. 1985. Chromatographic methods. Fourth edition. London New York. Chapman and Hall. pp 70-83.

Broschat, T. K. y H. Donselman. 1988. Production and postharvest culture of red ginger (*Alpinia purpurata*), in South Florida Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 101: 326-327. CAB: OC Horticultural Abstracts.1991 061-07055; 7C Ornamental Horticulture. 1991-017-01140.

Buschman, J. C. M. s/f. Otros cultivos con plantas bulbosas como alternativas a los nuevos cultivos de temporada. Centro Internacional de Bulbos de Flores. Holanda.

Camacho-Ramírez, J. F; Cortez Díaz, B.; García-Fernandez, G; López-Vazquez, M.y Plata-Colin, J. M. 1989. Situación actual y perspectivas de la floricultura en el Edo. México. Tesis Profesional. Dpto. de Sociología Rural. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1, 15.

Carfantan, N. y J. Daussant. 1973. Preliminary study of Tulip proteins during senescence. Acta Horticulturae. 41:31-43.

Castañeda- Escutia, R; J. Arango-Torres; E. Mazin-Zerma. 1985. Manejo postcosecha de flores cortadas. Postcosecha. Boletin Tecnico Informativo. CONAFRUT-SARH. No. 3 (Septiembre-Diciembre): 1-2.

Castillo-Martinez, C. R. 1995. Efecto de diferentes soluciones quimicas en la vida util postcosecha de alcatraz blanco (*Zantedeschia aethiopica* Spreng) Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, Mex. 60 p.

Chant, S. R. 1985. Araceas. En: Las plantas con flores. Heywood V.H. (Ed.) Editorial Reverte, S. A. España. pp. 303-305.

Chemla, M. 1959. Separation of isotopes. En: Chromatographic reviews. Progress in chromatographic, electrophoresis and related methods. Volume 1. Lederer, M. (Ed). Elsevier Publishing Company. pp. 250-267.

Clark, C. J. y H. L. Boldingh. 1991. Biomas and mineral nutrient partitioning in relation to seasonal growth of *Zantedeschia*. Scientia Horticulturae. 47:125-135.

Clemens, J. y T. E. Welsh; 1993. An overview of the New Zealand Calla Industry. *Acta Horticulturae* 337:161-166.

Clerkx, A. C. M.; A. Boekestein; H. M. C. Put. 1989. Scanning electron microscopy of the stem of the cut flowers of rose cv. Sonia and Gerbera cv. Fleur. *Acta Horticulturae* 261: 97-105.

Criley, R. A. y R. E. Paull. 1993. Review: Postharvest handling of bold tropical cut flowers-Anthurium, *Alpinia purpurata*, *Heliconia purpurata*, *Heliconia* and *Strelitia*. *Acta Horticulture* 337: 201-212.

Colinas-León Ma. T.1992. Manejo postcosecha de flores cortadas. En. I Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha. FAO-CONACYT., UAM-I., CP., ENCB-IPN., UACH. México. pp. 70-77.

Colinas-León, Ma. T. y O. Baltazar-Bernal. 1994. Postcosecha de ornamentales. Taller. 4o. Congreso Nacional de Horticultura ornamental. 20-25 de Marzo de 1994. UACH. Chapingo, Mexico. mimeografiado. 4p.

Colinas-León, Ma. T. 1995. Perspectivas y situación actual del manejo de postcosecha de ornamentales. *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 1(3): 99-101.

Come, D. 1991. Biological bases of the use of cold in ornamental horticulture. *Acta Horticulturae* 298: 21-28.

Conover, C. A. 1986. Quality. *Acta Horticulturae* 181: 201-205.

Corr, B.E. 1993. *Zantedeschia* research in the United States: Past, Present and Future. *Acta Horticulturae* 337:177-188.

Dai, J. W. y R. E. Paull. 1991. Effect of water status on *Dendrobium* flower spray postharvest life. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 116(3):491-496. CAB: Horticultural Abstracts 1992 062-01279; 7c Ornamental- Horticulture 1992 018-00054.

Dansereau, B. y H. M. Vines. 1973. In-stem movement, isolation and identification of two bacteria and their antibiotic sensitivity. *Acta Horticulturae* 41: 189-179.

De Gelder, Ir. A. 1989. Components of keeping quality used in variety evaluation. *Acta Horticulturae*. 261: 233.

Dennis, D. T. and M. J. Emes. 1993. Regulation by compartamentation En: *Plant physiology, biochemistry and molecular biology*. (Ed.) Dennis, D. T. and D. H. Turpin. Longman, Scientific and Technical, Singapore. pp. 46-53.

De Hertog, A.A: 1991. Calla Lily. En: *Ball Red Book*. Ball Vic (Ed.)15 edition .Geo J. Ball Publishing U. S. A. pp.419-422.

De Stigter, H. C. M. 1980a. Ethephon effects in cut 'Sonia' roses after pretreatment with silver thiosulphate. *Acta Horticulturae* 113:17-31.

De Stigter, H. C. M. 1980b. Water balance aspects of cut and intac Sonia roses plants, and effects of glucose, 8-hidroxiquinoleine sulphate and aluminium sulphate. *Acta Horticulturae* 113:97-107.

De Stigter, H. C. M; y Broekhuysen, A. G. M. 1989. Secondary gas embolism as an effect of disturbed water balance in cut roses. *Acta Horticulturae* 261: 17-26.

De Witte y Van Doorn, 1991. The mode of action of bacteria in the vascular occlusion of cut rose flowers. *Acta Horticulturae* 298: 165-167.

Deambrogio, F. y E. Accati-Garibaldi. 1991. Effect of different rates of sucrose on vase life of rose "serena" at low temperatures. *Acta Horticulturae* 298: 297-302.

Dole, J. M. y H. F. Wilkins. 1989. Basic considerations for the postharvest care of cut flowers. *Minnesota State Florists Bulletin*. 38 (3): 20-23.

Downs, C. G. y M. Reihana. 1988. Factors limiting postharvest display life of *Leucospermum* cv. Firefly. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 16 (4): 375-378.

Droillard, M. J. y A. Paulin. 1990. Isozymes of superoxide dismutase in mitochondria and peroxisomes isolated from petals of carnation (*Dianthus caryophyllus*) during senescence. *Plant physiology. USA*. 94(3): 1187-1192.

Durkin, D. 1981. Factors effecting hydration of flowers. *Acta Horticulturae* 113:109-117.

Durkin, D; V. Vaillant; Ph. Barthe. 1991. Effect of preservative solutions on some indicators of senescence indicators of senescence in cut rose flowers. *Acta Horticulturae* 298: 141-143.

FIRA. 1981. Participación del FIRA en apoyo a la Horticultura Ornamental Area de Horticultura Ornamental y Area de construcciones. División de Agricultura. Banco de México. pp. 9, 21.

Flores-Ruvulcaba, J.S. 1987. Efecto de diferentes productos quimicos en postcosecha de tallos florales de rosal (*Rosa* spp) Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autonoma Chapingo, Chapingo, México. pp.10, 11.

Funnell, K. A. y C.G. Downs. 1987 Effect of ethylene on spathe regreening in *Zantedeschia hybrids*. HortScience 22(6): 1333.

Funell, K. A. 1993. *Zantedeschia*. Chapter 36. En: De Hertogh, A. y M. Le Nard. The Physiology of flower bulbs. A comprehensive treatise on the physiology and utilization of ornamental flowering bulbous and tuberous plants. Elsevier, Netherlands. pp.683-704.

Giese, A. C. 1983. Fisiología celular y general. Quinta edición. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill. México. pp. 44-45.

Goodman, G. 1978. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 4a. Edición. Editorial Medica Panamericana. Argentina. pp. 842.

Goodman, G. 1986. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 7a. Edición. Editorial Medica Panamericana. Argentina. pp.921.

Gomez-Chacon, J. J. y N. Miguel-Lucas. 1991 Efecto de diferentes soluciones químicas bajo dos condiciones de la temperatura de la vida de tallos florales en florero de rosa (*Rosa hybrida* L.) variedad VISA. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México.

Halaba, J. y R. M. Rudnicki, 1986 The role of enzymes during senescence of cut flowers. Acta Horticulturae 181:65-74.

Halevy, A. H. 1986. Pollination-induced corolla senescence. Acta Horticulture 181: 25-32.

Halevy, A. H. 1989. Objective and subjective parameters of quality evaluation of cut flowers. Acta Horticulturae. 261: 227 - 231.

Halevy, A. H. y S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flower, part, 1. En: Horticultural Review Volume 1. Editor Janick, J. AVI Publishing USA. pp. 205-236.

Halevy, A. H. y S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flower. Part II. En: Horticultural review Volume 3. Janick, J. AVI Publishing Company, Inc. USA. pp.59-143.

Halevy, A. H.; H. C. Kohl; A. M. Kofranek. 1984. Senescence and postharvest handling of cyclamen flowers. Hort Science 19(6): 848-850.

Hammer, P. E. y J. J. Marois 1989: Nochemical methods for postharvest control of *Botrytis cinerea* on cut roses. Journal of the American Society for Horticultural Science 114(1): 100-106.

Hammer, P. E.; S. F. Yang; M. S. Reid; J. J. Marois. 1990. Postharvest control of *Botrytis cinerea* infections on cut roses using fungistatic storage. J. Am. Soc. Hort. Sci. 115(1): 102-107.

Han, S. S. 1992. Role of sucrose in bud development and vase life of cut *Liatris spicata* (L) Willd. Hort Science 27(11):1198-1200.

Hansen, J. D. y A. H. Hara. 1994. A review of postharvest desinfestation of cut flowers and foliage with special reference to tropicals. Postharvest Biology and Technology 4:193-212.

Hardenburg, R.; A. E. Watada; Ch. Y. Wang. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerias y viveros. IICA. Colección Investigación y Desarrollo. No 16. Costa Rica. pp. 91-110.

Harkema, H. y W. G. Van Doorn. 1986. The effect of post-harvest handling and climate on transpiration and water uptake of cut flowers. *Acta Horticulturae*. 181:383-387.

Hebert, P. y M. Beaton. 1986. Cellulose acetate gel electrophoresis. Biological Science University of Winsor. Winsor, Ontario. 34 p.

Hoogerwerf, A; and W. G. Van Doorn. 1992. Numbers of bacteria in aquos solutions used for postharvest handling of cut flowers. *Postharvest-Biology and Technology*. 1 (4): 295-304.

Huber, D. J. 1987. Postharvest senescence: An introducción to the Symposium. *Hortscience* 22(5): 853-854.

Huxley, A.; M. Griffiths and M. Levy. 1992. *Zantedeschia*: En Dictionary of gardening. Volume 4. The New Royal Horticultural Society. The Macmillan Press Limited, The Stockton Press, New York. pp. 734.

Irving, D. E. and L. Honnor, 1994. Carnations: effects of high concentrations of carbon dioxide on flower physiology and longevity. *Postharvest Biology and Technology* 4:281-287.

Jenkins, D.H. and Van Pelt, W. H.. 1994. *Enjoy your house plants*. American Book Stratford Press, Inc. New York. U.S.A. pp. 86-90.

Jimenez Mejias, R. y M. Caballero Ruano. 1990. El cultivo industrial de plantas en maceta. Ediciones de Horticultura. S. L. España pp. 45, 147, 162, 293-295.

Johnston, M. E.; J. G. Tisdell; D. H. Simons. 1992. Influences of precooling and silver thiosulphate on leaf abscission of two forms of rice flower. *Postharvest Biology and Technology*. 2(1): 25-30.

Jones, R. and J. Faragher. 1991. Cold storage of selected members of the proteaceae and australian native cut flowers. HortScience. 26(11):1395-1397.

Jones, R. B. and J. K. Truett. 1992. Postharvest handling of cut *Gloriosa rothschildiana* Ó Brien (Liliaceae) flowers. J. Am.Soc. Hortc. Sci. 117(3):442-445.

Jones, R. B.; J. D. Faragher and W. G. van Doorn. 1993. Water relations of cut flowering branches of *Thryptomene calycina* (Lindl.) Stapf. (Myrtaceae). Postharvest Biology and Technology 3(1): 57-67.

Kelly, J. W. y T. W. Starman. 1990. Postharvest handling of *Physostegia purpurea* cut flowers. HortScience 25(5):552-553.

Kranz, F. H. Y J. L. Kranz. 1971. Gardening indoors under lights. The Viking Press. USA. pp. 144.

Kofranek, A. M. and J. L. Paul. 1973. The value of impregnating cut stems with high concentration of silver nitrate. Acta Horticulturae 41: 199-206.

Kramer, J. 1969. 1000 Beautiful house plants and how to grow them. Whilliam Morrow and Company, Inc. New York. U.S.A. p.p. 40 y 154-155.

Lee, J. S; E. S. Song; and P. O. Lee. 1990. Effects of inhibitors of ethylene synthesis and action on ethylene biosynthesis and flower longevity of carnations. Journal of the Korean Society for Horticultural Science 31 (3):284-294. CAB: OC Horticultural-Abstracts 1991 061-11226; 7C Ornamental-Horticulture 1991 017-02000.

Lehninger, A. L. 1985. Bioquímica: Las bases moleculares de la estructura y función celular. Decima reimpresión. Ediciones Omega. España. pp. 467.

Leopold, A. C. 1983. Aging and senescence in plant development. Chapter. 1. En: Senescence in plants. Thimann, K. V. (Ed.). CRC. Press. pp. 1-12.

Litter, M. 1986. Farmacologica experimental y clinica. 7a. Edición. Editorial "El Ateneo". Argentina. pp. 1409.

Mares, S. E.; Ma. T. Colinas-León; y J. Mulato-Brito. 1995. Efecto de las bajas temperaturas e inhibidores de etileno en la vida de postcosecha de tallos florales de gladiola (*Gladiolus communis*). Compendio tecnico-cientifico 3. Resúmenes de artículos científicos de tesis presentadas de Enero-Junio. 1995. UACH. pp. 111.

Marousky, F. J. 1973. Relationship of floral preservatives to water movement, fluoride distribution and injury in gladiolus and other cut flowers. Acta Horticulturae 41: 171-182.

Mayak, S. and J. D. Faragher. 1986. Storage environment related stresses and flower senescence. Acta Horticulturae 181:33-43.

Mayak, S. and A. H. Halevy. 1983. Flower Senescence. En: Senescence in plants. (Ed.) Thimann, K. V. CRC Press. pp. 131-156.

Mc Millin, D. E. 1983. Plant isozymes: A historical perspective. En: Isozymes in plant genetics and breeding part A. Developments in plant genetics and breeding IA. Tanksley, S.D. and T.J. Orton. Elsevier. Science publishers. B.V. pp. 3-13.

Michl, H. 1959. High voltage electrophoresis. En: Chromatographic reviews. Progress in chromatographic, electrophoresis and related methods. Volume 1. Lederer, M. (Ed). Elsevier Publishing Company. pp. 11-37

Moe, R. 1973. The effect of growing temperature on keeping quality of cut roses. Acta Horticulturae 41: 77-92.

Mor, Y.; F. Johnson; J. D. Faragher. 1989 Long term storage of roses. *Acta Horticulturae* 261:271-279.

Mor, Y; A. H. Halevy; A. M. Kofranek; M. S. Reid. 1984. Postharvest handling of Lily of the Nile flowers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 109(4): 494-497. CAB: OC Horticultural Abstracts 1984 054-09328; 7C Ornamental Horticulture 1984 010-01779.

Munk, W. J. y G. A. Kamerbeek. 1973. The effect of pre-harvest conditions on the quality of cut tulips. *Acta Horticulturae* 41: 69-76..

Nelson, P.V. 1985. Greenhouse operation and management. Third Edition. Reston Publishing Co.Inc. A printice Hall. Co. U.S.A. p.958

Nichols, R. 1973. Senescence and sugar status of the cut flower. *Acta Horticulturae* 41: 21-25

Nowak, J. y R. M. Rudnicki, 1979. Long term storage of cut flowers. *Acta Horticulturae* 91: 123-133.

Nowak, J. y R. M. Rudnicki. 1990. Post-harvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. Timber Press, Inc. 210 p.

Nuñez-Cachaza, A. 1968. *Enzimologia clinica practica*. Editorial Acribia, España. 346 p.

País, M.S. y Cháves Neves H. 1982-83. Regreening of *Zantedeschia aethiopica* Spreng. Spathe induced by reapplied cytokinins. *Plant Growth Regulation*. 1:233-242.

Pak, C. y Van Door, W. G. 1991. The relationship between structure and function of surfactants used for rehydration of cut Astilbe, Bouvardia and Roses. *Acta Horticulturae*. 298: 171.

Patron Guerra, F., Russildi Montellano, G.V.; Sánchez Hobbs, E. 1989. La floricultura en México y la comercialización internacional. FIRA. Boletín informativo No. 205 vol. XXI. 8a. Epoca FIRA. Banco de México p. 48.

Paulin, A. 1986. Influence of exogenous sugars on the evolution of some senescence parameters of petals. *Acta Horticulturae* 181: 183-193.

Paulin, A. 1973. Effects of watering following a drought period on nitrogen metabolism of cut iris germanica flowers. *Acta Horticulturae* 41: 13-20.

Paulin, A. and K. Muloway. 1979. Perspective in the use of growth regulators to increase the cut flowers vase life. *Acta Horticulturae* 91:135-141.

Paull, R. E. and T. T. C. Goo. 1985. Ethylene and water stress in the senescence of cut *Anthurium* flowers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 110(1) 84-88. CAB: Oc.Horticultural Abstracts 1985. 055-06240; 7c Ornamental-Horticulture 1985. 011-01259.

Pizetti, M. 1977. *Zantedeschia aethiopica* (araceas) cala. En: *Plantas de interior*. Editorial Grijalbo, España. pp 205

Plummer, J.A.; T.E. Welsh, and A.M. Armitage. 1990. Stages of flower development and post production longevity of potted *Zantedeschia aethiopica* "childsiana". *HortScience* (6): 675-676.

Reid, M. S. and A. M. Kofranek. 1980. Recommendations for standardized vase life evaluations. *Acta Horticulturae* 113: 171.

Reid, M. S. 1989. The role of ethylene in flower senescence. *Acta Horticulturae* 261:157-169.

Reid, M. S.; L. L. Dodge; Y. Mor; R. Y. Evans. 1989. Effects of ethylene on roses opening. *Acta Horticulturae* 261: 215-220.

Reid, M. S. 1991. Effects of low temperatures on ornamental plants. *Acta Horticulturae* 298: 215-223.

Reid, M. S. and M.-J. Wu. 1991. Ethylene in flower development and senescence. En: *The plant hormone ethylene*. Chapter 12. (Ed.) Mattoo, A. K. And J. C. Suttle. CRC. Press. pp. 215-234.

Reiser, R. A. and R. W. Langhans, 1993. Cultivation of *Zantedeschia* species for potted plant production. *Acta Horticulturae* 337: 87-94.

Rogers, N. N. 1973. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flower. *HortScience*. 8: 189-194.

Rosas-Medina, V. 1995. Obtención y propagación de plantas de alcatraz (*Zantedeschia sp*), a partir del cultivo *in vitro* de yemas de bulbo. Tesis Profesional. Depto de Fititecnia. UACH.

Rudnicki, R. M.; D. Goszcynska and J. Nowak. 1986. Storage of cut flowers. *Acta Horticulturae* 181: 285-296.

Rudnicki, R. M.; D. M. Goszczynska; T. R. Pisulewski. 1989. Bud opening and long term storage of spray carnations. *Acta Horticulturae* 261:265-270.

Ruting, A. 1991. Effects of wetting agents and cut flower food on the vase life of cut roses. *Acta Horticulturae* 298: 69-74.

Sacalis, J. N. 1989. Fresh (cut) flowers for designs. Posproduction guide I. Care and handling. Retail and consumer care information. The Ohio State University. USA. pp. X-XIV.

Sacalis, J. N. 1973. Sucrose: patterns of uptake and some effects on cut flower senescence. *Acta Horticulturae* 41: 207-215.

Sacher, J. A. 1973. Senescence and postharvest physiology. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 24: 197 - 224.

Salinger, J. P. 1973. Criteria for the evaluation of postharvest senescence of cut flowers. *Acta Horticulturae* 41:207-215.

Salinger, J. P. 1991. Producción comercial de flores. Editorial Acribia, S. A. España. pp. 203-206.

Salunkhe, D. K.; N. R. Bhat; and B. B. Desai. 1990. Postharvest biotechnology of flowers and ornamental plants. Springer- Verlag. E. U. pp. 129.

Santos-Moreno, A. y F. Esperanza-Torres. 1995. Identificación de RNA por electroforesis practica No. 10. Manual de practicas de Quimica y Bioquimica de alimentos. UACH. pp. 45.

Shields, C. R.; T. J. Orton; and C. W. Stuber. 1983. An outline of general resource needs and procedures for the electrophoretic separation of active enzymes from plant tissue. En: S. D. Tanksley y T. J. Orton. Isozymes in plant genetics and breeding, part A. Elsevier Science Publishers. pp. 443-468.

Smith, I y J.G. Feinberg. 1979. Cromatografía sobre papel y capa fina. Electroforesis. Editorial Alhambra. España. pp. 131-143., 163.

Staby, G. L.; R. M. Basel; M. S. Reid; L. L. Dodge. 1993. Efficacies of commercial antiethylene products for fresh cut flowers. Hort Technology (Apr/June: 199-202).

Swart, A. 1980. Quality of *Lilium* "enchantment" flowers as influenced by season and silver thiosulphate. Acta Horticulturae 113: 45-49.

Sytsema, W. 1973. Conditions for measuring vase life of cut flowers. Acta Horticulturae 41: 217-225.

Sytsema, W. 1980. Vase life and development of carnations of influenced by silver thiosulphate. Acta Horticulturae 113:33-37.

Tayama, K. H. 1991. Producción global de flor fresca para corte, comercio internacional y demandas mundiales de consumo: una panorámica y prospectiva hacia el siglo XXI. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, Pue., México. p 12.

Tija, B. O and K A. Funnell. 1986. Postharvest studies of cut. *Zantedeschia* inflorescences. Acta Horticulturae 181: 451-457.

Tija, B. O. 1989. *Zantedeschia*. En: Handbook of flowering, volume VI. A. H. Halevy (Ed). CRC Press. U. S. A. pp. 697-702.

Underwood, C. J. 1971. Flowering house plants. The Time-Life encyclopedia of Gardening. Time-Life Books. New York. U. S. A. pp. 151 y 154.

Vallejos, E. 1983. Enzyme activity staining. En: Isozymes in plant genetics and breeding, part A. Tanksley, S. D. and T. J. Orton (Ed), Elsevier Science Publishers. pp. 469-516.

Van Doorn W. G. 1989. Role of physiological processes, microorganisms, and air embolism in vascular blockage of cut flowers. *Acta Horticulturae* 261: 27-34.

Van Doorn, W. G.; K. Schurer; and Y. De Witte. 1989a. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. *Journal of Plant Physiology* 134 (3): 375-381.

Van Doorn, W. G.; Y. de Witte; R. R. J. Perik. 1989b. Effect of antimicrobial compounds on the number of bacteria in stems of cut rose flowers. *Journal of Applied bacteriology*. 68 (2): 117-122.

Van Doorn, W. G.; H. C. M. de Stiger; Y de Witte; A. Boekestein. 1991a. Microorganisms at the cut surface and in xylem vessels of rose stems; a scanning electron microscope study. *Journal of Applied Bacteriology*. 70 (1): 34-39.

Van Doorn, W. G.; D. Zagory; Y. de Witte; H. Harkema. 1991b. Effects of vase-water bacteria on the senescence of cut carnation flowers. *Postharvest Biology and Technology* 1 (2): 161-168.

Van Doorn W. G. Y Y. De Witte. 1991. Effect of dry storage on bacterial counts in stems of cut rose flowers. *HortScience* 26(12):1521-1522.

Van Doorn, W. G.; M. S. Reid y Van Doorn, W. G. 1991. Role of ethylene in flower senescence of *Gypsophila paniculata*. L. *Postharvest Biology and Tecnology* 1(3): 265-272.

Van Doorn, W. G. y De Witte. 1991. Effect of dry storage on bacterial counts in stems of cut rose flowers. HortScience 26(12): 1521-1522.

Van Doorn, W. G.; R. J. R. Perik, and P. J. M. Belde. 1993. Effects of surfactans on the longevity of dry-stored cut flowering stems of rose, Bouvardia and Astilbe. Postharvest Biology and Technology 93: 69-76.

Van Meeteren, U. 1989. Water relations and early leaf wilting of cut chrysantemus. Acta Horticulturae 261: 129-135.

Watada, A. E.; R. C. Herner; A. A. Kader; R. J. Romani, and G. L. Staby. 1984. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. Hortscience 19(1): 20-21.

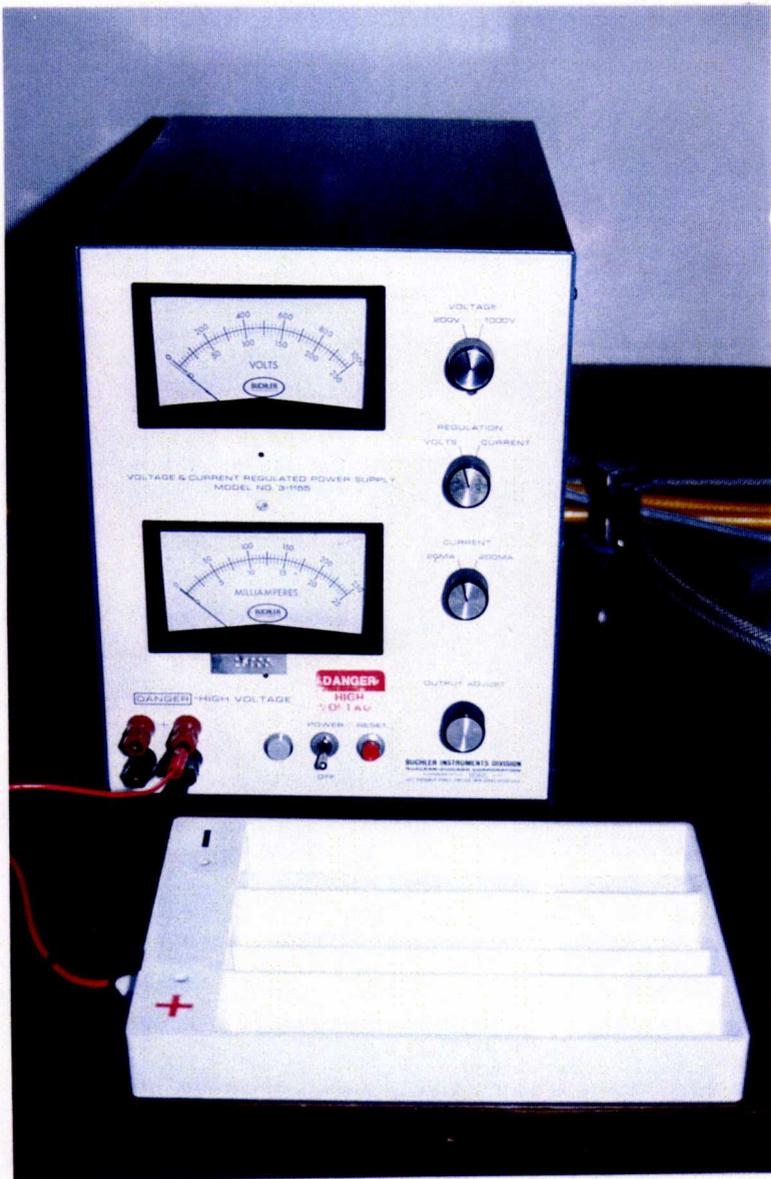
Wang, C. S.; L. L. Walling; K. J. Eckard; E. M. Lord 1992. Patterns of Protein accumulation in developing anthers of *Lilium longiflorum* correlate with histological events. Am. J. Bot. v 79(2):118.127.

Walldmann-Meyer, H. 1963 Protein mobilities and ion binding constants evaluated by zone electrophoresis En: Chromatographic reviews. Progress in chromatography electrophoresis and related methods. Volume 5. Lederer, M. (Ed). Elsevier Publishing Company. pp. 1-43.

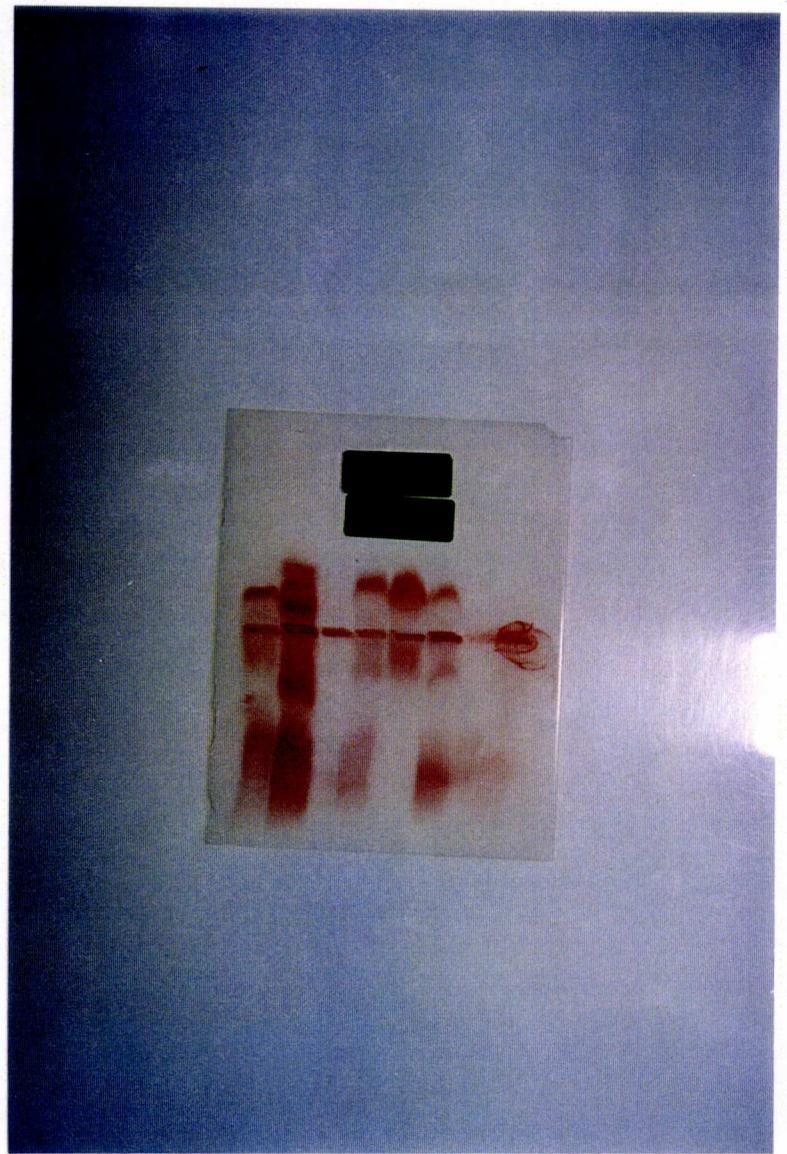
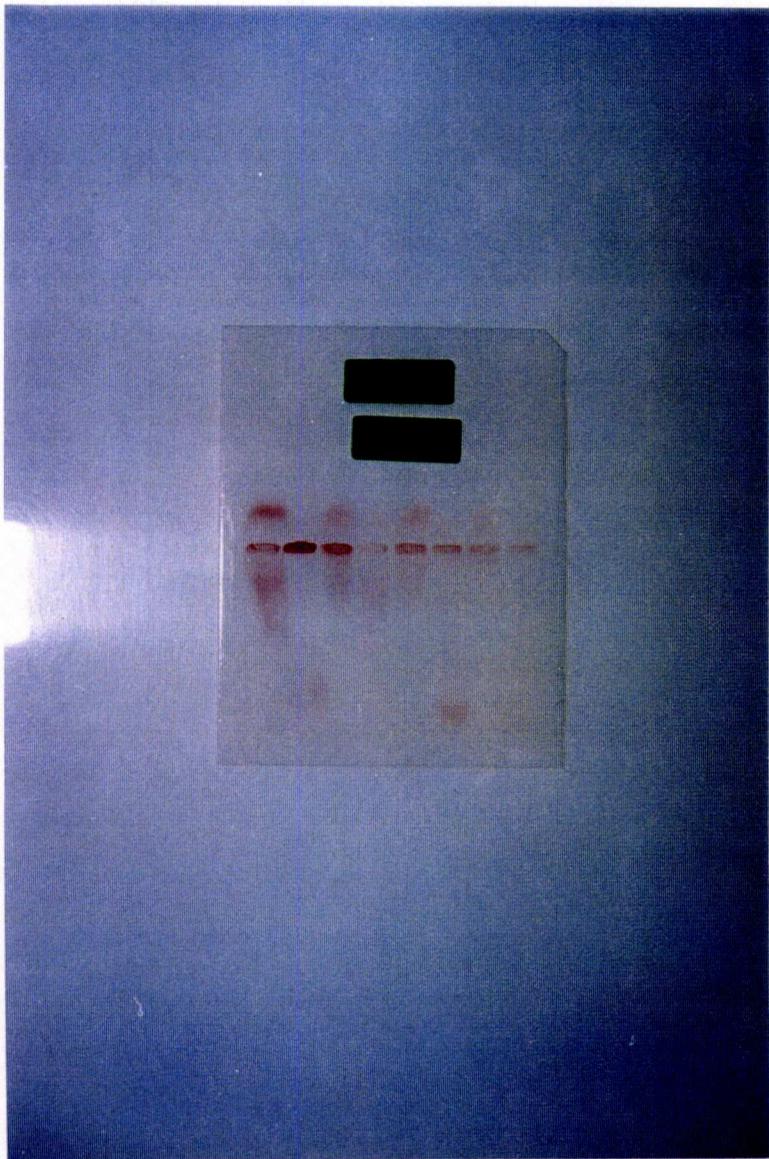
Wilkins. H. F. 1985. Zantedeschia. En: CRC Hanbook of flowering. IV. Halevy, A. H. (De). pp. 523-524.

Zagory, D. and M. D. Reid. 1986. Evaluation of the role of vase micoorganisms in the postharvest life of cut flowers. Acta Horticulturae. 181: 207-217.

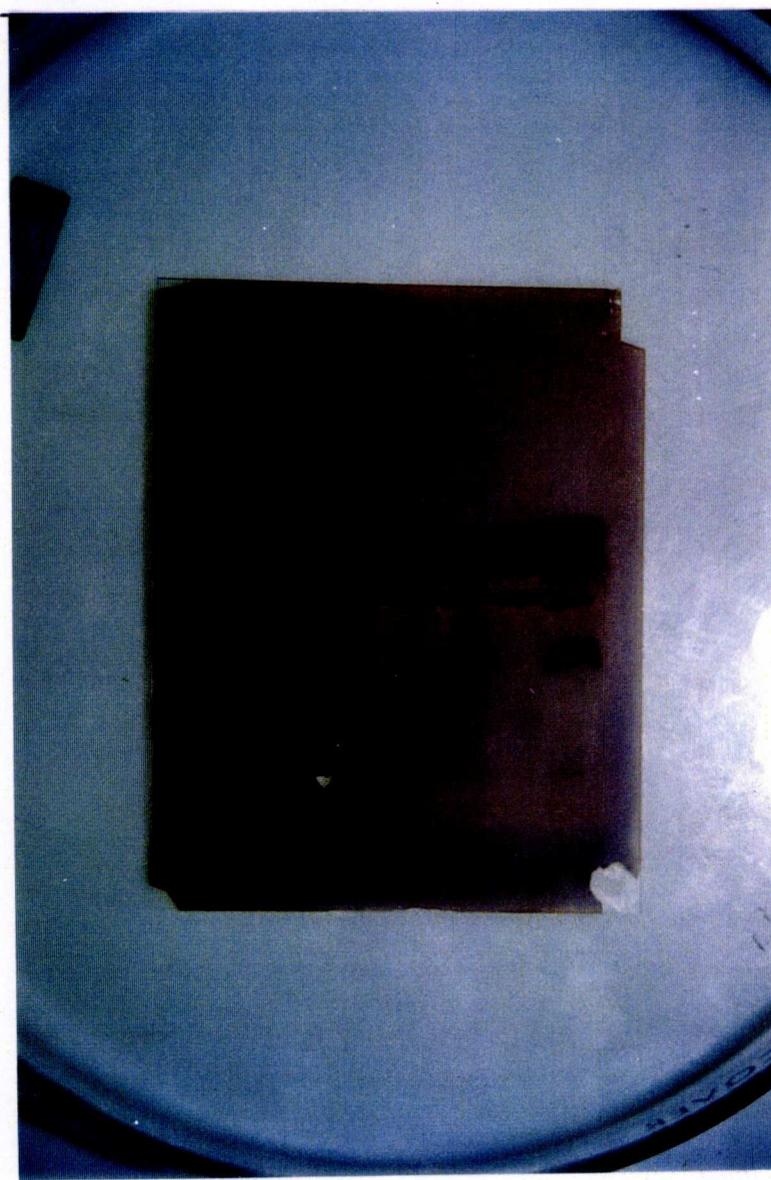
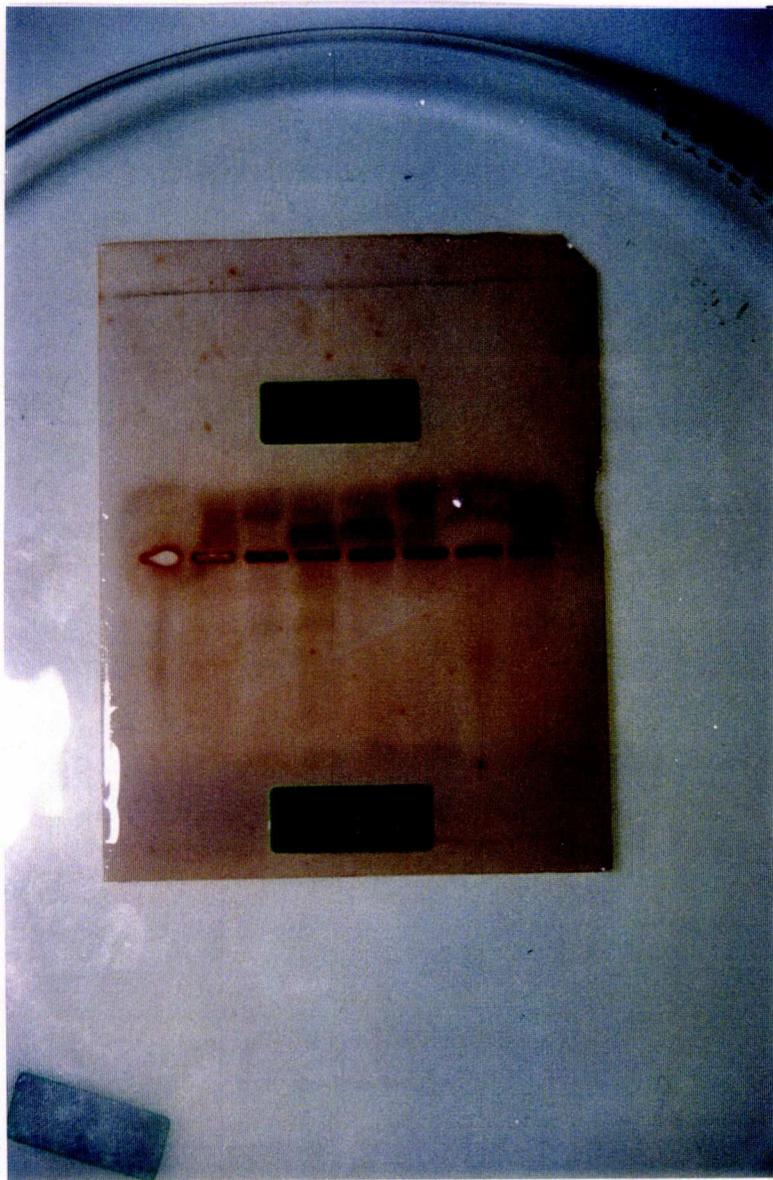
APENDICE



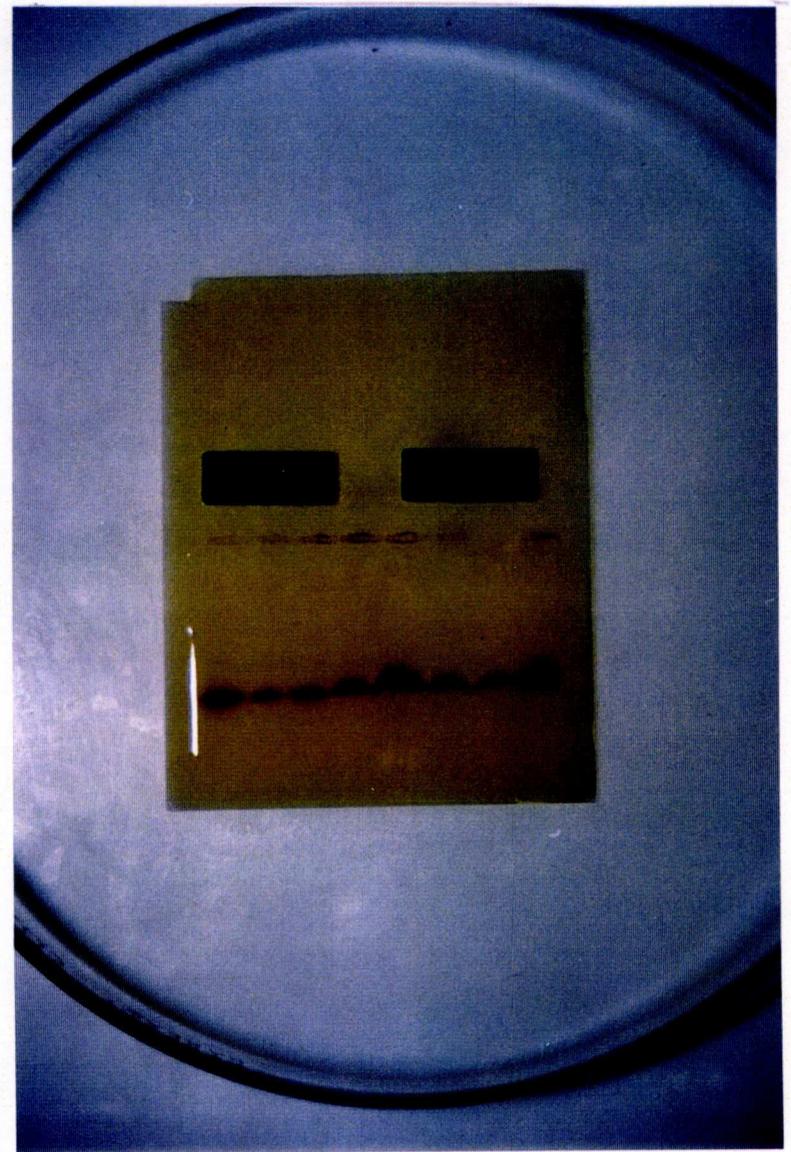
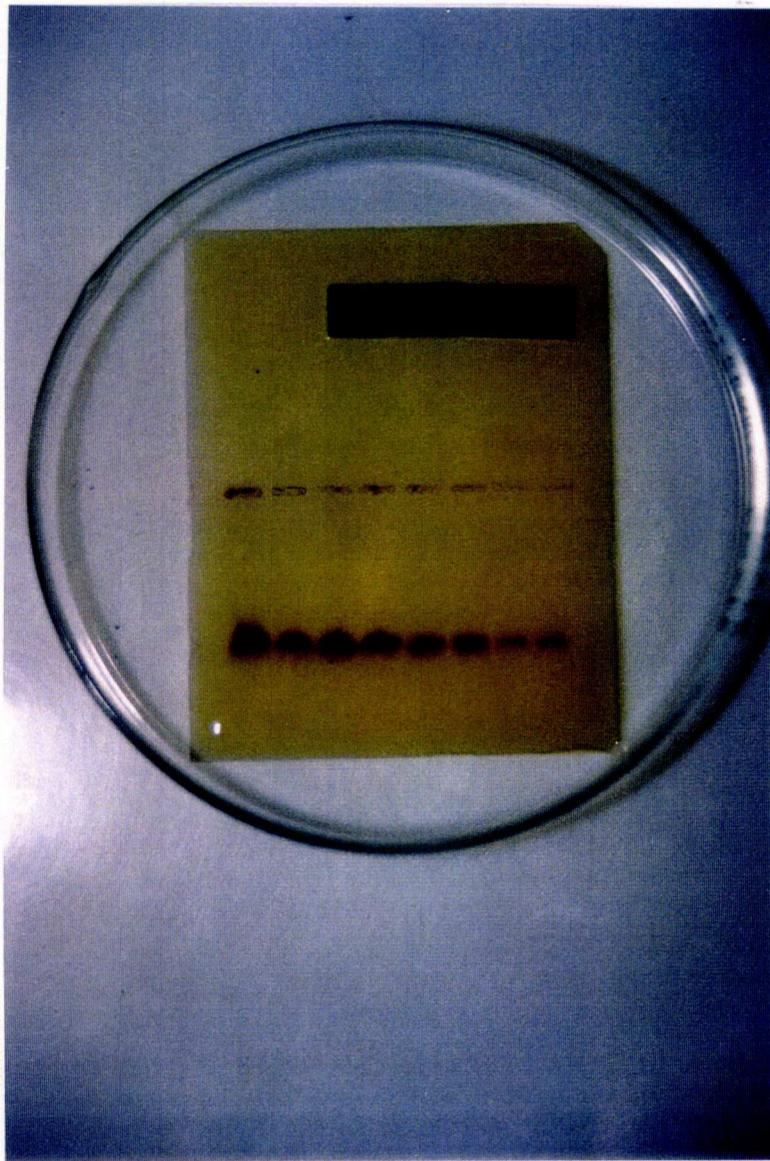
EQUIPO UTILIZADO PARA LA REALIZACION DE LA ELECTROFORESIS DESCRITO EN EL CAPITULO DE MATERIALES Y METODOS



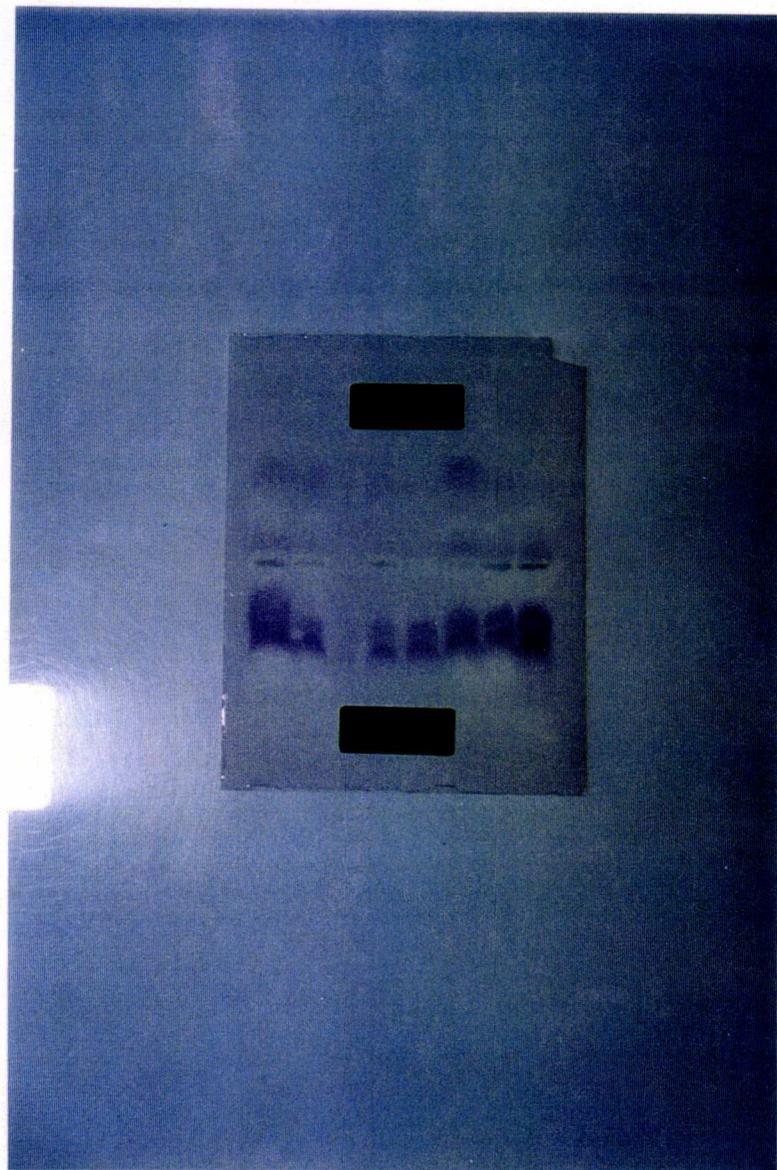
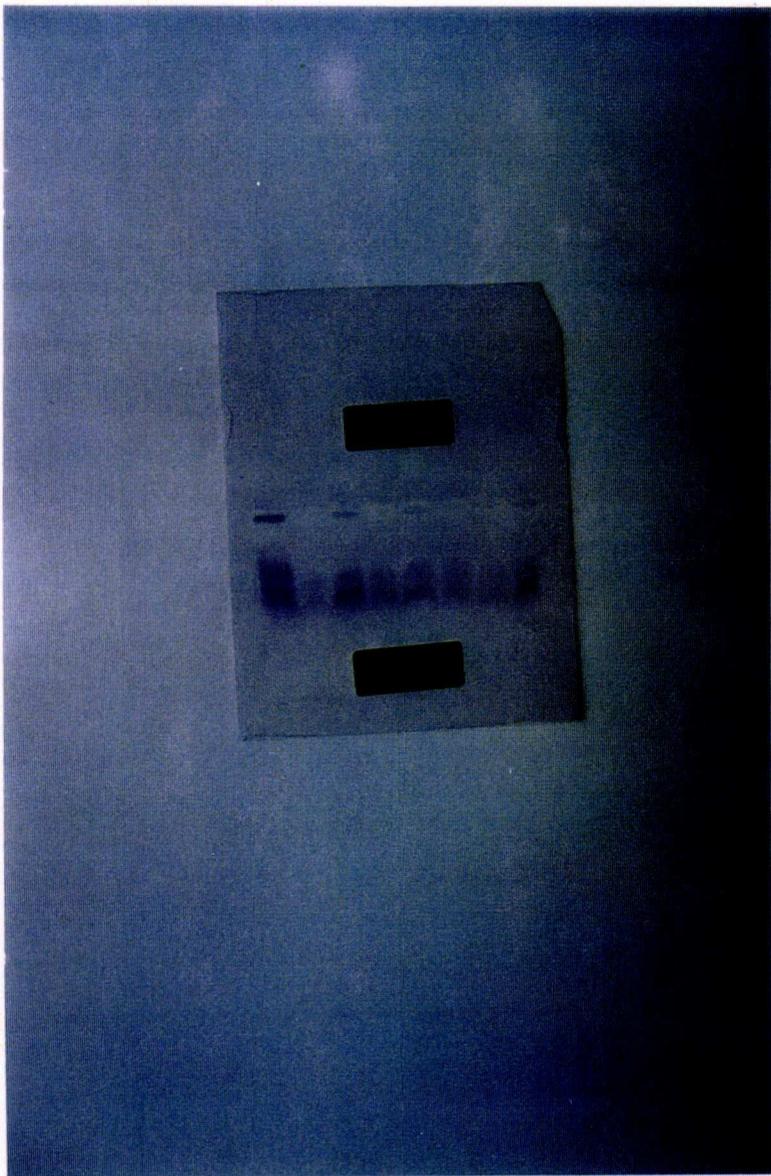
CORRIMIENTO ELECTROFORETICO DE LA ENZIMA PEROXIDASA DURANTE EL PRIMER Y SEGUNDO MUESTREO



CORRIMIENTO ELECTROFORETICO DE LA ENZIMA ESTERASA DURANTE EL PRIMER Y SEGUNDO MUESTREO



CORRIMIENTO ELECTROFORETICO DE LA ENZIMA 6-FOSFOGLUCONATO DESHIDROGENASA DURANTE EL PRIMER Y SEGUNDO MUESTREO



CORRIMIENTO ELECTROFORETICO DE LA ENZIMA MALATO DESHIDROGENASA EN EL PRIMER Y SEGUNDO MUESTREO