

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

Cruz-San Pedro, E.V.; M.T. Colinas-León; J. Sahagún-Castellanos; H. Lozoya-Saldaña

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. C. P. 56230.

RESUMEN. El conocimiento de la vida de postcosecha de la inflorescencia cortada de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* L. Spreng) permitirá alargar su permanencia en florero. En la presente investigación se estudió el efecto de soluciones preservadoras y dos condiciones de temperatura sobre el peso fresco, consumo de agua y presencia de polen (como un indicador de senescencia), así como el comportamiento electroforético de sus enzimas durante la senescencia. Se encontró que el peso fresco de las inflorescencias tiende a disminuir en los días posteriores de ser sometidas a temperaturas de 4°C, sin embargo, el peso fresco de las inflorescencias tiende a aumentar cuando son tratadas con la solución pulso constituida por sacarosa, tiosulfato de plata y sulfato de aluminio, pero disminuye el consumo de agua. Aunque las flores tratadas con la solución pulso de sacarosa, 8-citrato de hidroxiquinoleína y sulfato de aluminio pierden menos peso a bajas temperaturas pero aumentan su consumo de agua. También se observó que temperaturas de 4°C retrasan un día la aparición de polen. Se observó que las soluciones pulso en combinación con la temperatura provocaron cambios en el corrimiento electroforético de las enzimas peroxidasa y esterasa tanto en la distancia recorrida, la intensidad de las bandas, como en la carga de las mismas. Por otro lado, la 6-fosfogluconato deshidrogenasa presentó diferencias en la intensidad de las bandas pero no en la carga y en la distancia de corrimiento, en el caso de la glucosa 6-fosfato deshidrogenasa disminuyó su intensidad de bandas al final del trabajo, en tanto que se detectó una forma de malato deshidrogenasa que corrió al cátodo en el segundo muestreo, mientras que la isocitrato deshidrogenasa tiende a desaparecer durante la senescencia.

PALABRAS CLAVE: Vida postcosecha, flores cortadas, soluciones preservadoras, perfil electroforético.

PRESERVATION SOLUTIONS AND ENZYME PROFILE IN POSTHARVEST OF CALLA LILIES (*Zantedeschia aethiopica* L. Spreng).

SUMMARY. The knowledge about postharvest behavior 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 indicator). Electrophoretic changes in six enzymes during senescence were also studied. Fresh weight of inflorescences stems decreased in the following days after low temperatures (4°C), however there was an increase in fresh weight when inflorescences were treated with a pulse solution of sucrose, STS and $Al_2(SO_4)_3$ but water absorption decreased. Inflorescences 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 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.

KEY WORD: Postharvest life, cut flowers, preservative solutions, electrophoretic profile.

INTRODUCCIÓN

El manejo correcto en postcosecha es de gran importancia particularmente en el caso de la flor cortada, sin embargo, la falta de información sobre el proceso de senescencia floral, en algunas especies hacen que éstas no reciban un manejo adecuado afectando con ello la calidad durante el almacenamiento y el transporte, reduciendo así el potencial de aceptación y comer-

cialización de las inflorescencias en el mercado nacional o extranjero.

En el caso del alcatraz (*Zantedeschia* spp.) que recientemente ha llamado la atención como planta ornamental en jardinería, para la producción de plantas de maceta y aún más para inflorescencia cortada, debido a sus espigas fragantes y decorativas, así como su follaje atractivo.

noleína (200 mg·litro⁻¹); solución 4 testigo sólo agua. Al término de este procedimiento las inflorescencias de cada tratamiento fueron agrupadas en dos conjuntos de 15 tallos. Un conjunto de cada tratamiento, se mantuvo a temperatura ambiente en grupos de 5 en frascos que contenían 250 ml de agua, en tanto que los otros fueron cubiertos con papel periódico colocándose luego en una caja de cartón que fue introducida en una cámara de refrigeración con temperatura de 4°C por 68 horas, sin agua, pero al ser sacadas se les colocó en agua de la misma manera que los otros tallos.

Diariamente se determinó el peso fresco de las inflorescencias así como el consumo de agua, cambiándose y ajustándose a 250 ml al término de cada evaluación. Las variables evaluadas fueron peso fresco, consumo de agua e inicio de liberación de polen.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo de parcelas divididas donde las parcelas fueron las condiciones de temperatura en tanto que las subparcelas fueron las soluciones pulso, teniendo así ocho tratamientos con tres repeticiones, donde cada frasco representaba la unidad experimental.

El procedimiento para conocer el comportamiento electroforético de las enzimas fue: Un primer muestreo de espádices de una de las inflorescencias de cada repetición que estaban bajo tratamiento cinco días después de ser sacadas del refrigerador y se realizó otro muestreo semejante al último día del experimento. Estas muestras fueron introducidas en nitrógeno líquido para después ser mantenidas en congelador hasta el momento de realizarse el análisis electroforético, para el cual se tomaron muestras de espádices (0.5 a 1.0 g de peso fresco de la parte masculina). Las muestras se molieron en amortiguador Tris-HCl pH 7.1 y la electroforesis se realizó en placas de acetato de celulosa con un amortiguador Tris-glicina pH 8.5 de acuerdo con Hebert y Beaton (1986). Con los datos obtenidos se elaboraron los zimogramas para peroxidasa, esterasa, 6-fosfogluconato deshidrogenasa, glucosa-6-fosfato des-hidrogenasa, isocitrato deshidrogenasa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso fresco

El peso fresco de las inflorescencias 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 tanto que en el caso de las inflorescencias sometidas a 4°C su peso disminuyó durante los días 2, 3, 4 y 5, para luego aumentar en los

días 6 y 7 después de los cuales estas inflorescencias perdieron peso (Figura 1A). En los días 3, 4 y 5 las inflorescencias mantenidas a temperaturas bajas (4°C) no estuvieron en agua, lo cual condujo a la pérdida de peso, coincidiendo esto con lo reportado por Accati-Garibaldi y Deambrogio (1993). Por otro lado, considerando la diferencia en porcentaje entre los pesos promedio acumulados de las inflorescencias que no fueron tratadas con frío, éstas mostraron tener pesos mayores al inicio del trabajo, cuya diferencia se mantuvo durante todo el experimento, aunque disminuyó ligeramente el día 6. Este comportamiento nos indica que el tratamiento de frío tiende a reducir el peso de las inflorescencias.

Al respecto, cabe mencionar que algunas inflorescencias al ser sacadas de la cámara, mostraban cierta flacidez del tallo y arrugamiento en la espata, síntomas que desaparecieron después de ser rehidratadas, este comportamiento puede ser semejante al que ocurre en anturio como lo reportaron Criley y Paull (1993).

No se encontraron diferencias significativas entre las medias de peso fresco por solución, aunque el peso medio inicial (40.84 g) de las inflorescencias tratadas con la solución 1 fue superior al peso medio inicial de las inflorescencias 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 inflorescencias tratadas con las soluciones pulso varía de manera distinta (Figura 1B). El peso inicial de las inflorescencias tratadas con la solución 1 disminuyó un 28.1 % al finalizar el experimento al pasar de 40.84 a 29.38 g, las de la solución 2 le siguieron en el peso medio inicial (37.96) teniendo un peso medio final de 29.59 g que representó una pérdida de peso de 22.1 %, el peso medio inicial de las inflorescencias tratadas con la solución 3 pasó de 37.79 a 28.46 disminuyendo un 24.7 %, las flores mantenidas en agua pasaron de 36.65 a 27.81 g disminuyendo un 24.2 %. Esto indica que la solución 2 presentó una tendencia a perder menos peso fresco durante su vida postcosecha, coincidiendo parcialmente con lo reportado por Castillo-Mar-tínez (1995), quien indicó que una solución de sacarosa, 8-HQC y BA presentaron la menor pérdida de peso después de 10 días de postcosecha debido quizá a la disminución de la síntesis de proteínas.

Al realizar la comparación de medias para las combinaciones de frío por solución se encontraron diferencias significativas para todos los días, mostrando ser consistentes las combinaciones siguientes: solución 1 y 3 sin refrigeración (1s y 3s) y solución 1 con

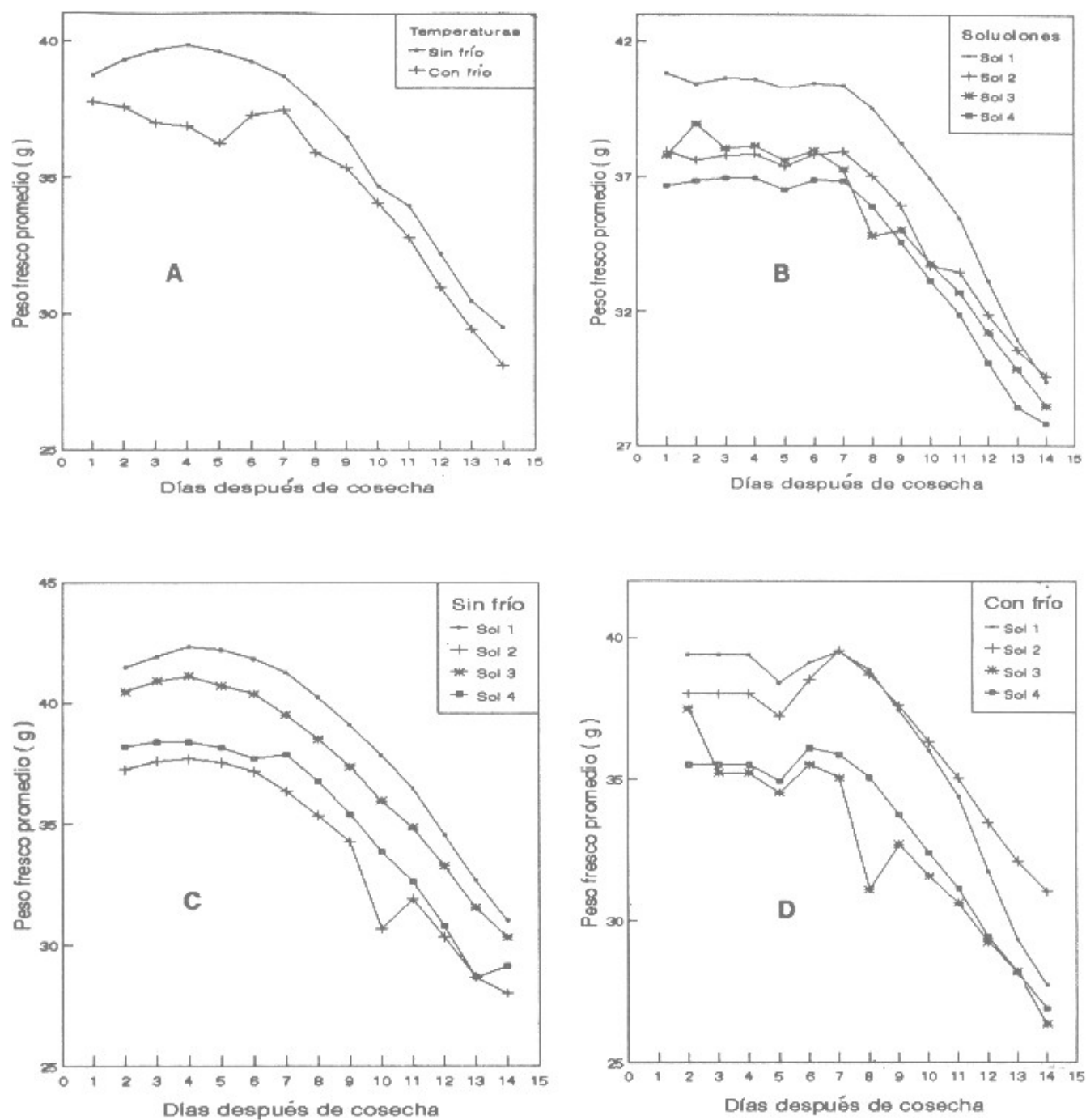


Fig. 1. Variación del peso fresco promedio de inflorescencias de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de las temperaturas, B: Respuesta a las soluciones, C: Combinación sin frío y soluciones, D: Combinación con frío y soluciones.

refrigeración (1c) (Figuras 1C y 1D), esto nos indica que con la solución 1 los tallos responden bien tanto a temperatura ambiente como a temperaturas bajas. Por otro lado, con la solución 2 y frío (2c) cuando las inflorescencias permanecieron en refrigeración su peso disminuyó pero se recuperó cuando las inflorescencias fueron sacadas del refrigerador, lo anterior coincide parcialmente con lo reportado por De Stigter (1980) y Awad *et al.* (1986). Se debe señalar también que la interacción frío por solución 3 (3c) y el tratamiento testigo con frío (4c) fueron afectados de manera significativa (Figura 1D).

Consumo de agua

En relación al consumo de agua, el factor frío influyó considerablemente sobre esta variable, pues se encontraron diferencias altamente significativas para nueve de los catorce días muestreados (2 al 7 y del 12 al 14), mientras que para las soluciones sólo existieron diferencias en los días 2, 10 y 11, en tanto que el efecto combinado de las temperaturas y las soluciones se encontraron diferencias significativas en los días 2, 6 y 12, lo cual indica que el frío actúa sobre procesos metabólicos diferentes a los afectados por las soluciones preservativas probadas, dado que las temperaturas bajas disminuyen la velocidad de los procesos fisiológicos en los tejidos tales como la tasa de respiración y la utilización de carbohidratos y otras sustancias almacenadas en los mismos e inducen desórdenes celulares, disminuyen la actividad enzimática y modifican la permeabilidad de la membrana debido a que los lípidos de la membrana son más rígidos, lo cual provoca una redistribución de las proteínas (Nowack y Rudricki, 1990; Come, 1991), mientras que las soluciones preservativas probadas, compuestas de sacarosa, 8-HQC, $Al_2(SO_4)_3$, STS, buscaban primero mantener un suministro de energía a la inflorescencia y por otro lado, controlan el crecimiento de poblaciones bacterianas en la solución o inhiben la producción de etileno.

Con la comparación de medias del consumo de agua por frío se encontraron diferencias significativas para los días 2 al 5 las cuales se deben a que las inflorescencias mantenidas en frío estuvieron sin agua durante los mismos (Figura 2A), pero también existió diferencia en el día 6 debido a que estas inflorescencias absorbieron agua rápidamente siendo el consumo de 4.5 ml por inflorescencia por día promedio más alto que se presentó durante todo el experimento. Este fenómeno parece ser ocasionado por una violenta absorción de agua del tallo después de un periodo de estrés hídrico, lo cual coincide con lo reportado por Hardenburg *et al.* (1988), aunque no se presentaron

fracturas y enrollamiento de tallo como lo reporta Funnell (1993). Para los días 7 al 11 no existieron diferencias pero en los días 12 al 14 el consumo de agua de las inflorescencias mantenidas a temperatura ambiente fueron superiores, esta diferencia quizá se deba a una pérdida del control celular provocado por el fenómeno de senescencia, así mismo el consumo acumulado promedio para las dos condiciones de temperatura mostró que las inflorescencias mantenidas en refrigeración presentaron un consumo alto después de ser colocadas en agua.

A través de las pruebas de medias para consumo de agua por solución se encontraron diferencias sólo en los días 2, 10 y 11, donde los tallos con la solución 1 presentaron el menor consumo con respecto al resto de los tratamientos pulso, este efecto quizá se debe a la combinación de $Al_2(SO_4)_3$ y glucosa que reduce la pérdida de agua por el cierre de estomas como lo reporta De Stigter (1980), sin embargo, el efecto de las soluciones pulso siguen un comportamiento similar al testigo como se ve en la Figura 2B, por lo que podemos señalar que la solución 1 tiende a disminuir el consumo de agua.

De la comparación de medias de las combinaciones entre las dos condiciones de temperaturas y las soluciones pulso relativas al consumo de agua, podemos señalar que se encontraron diferencias significativas en 11 de los 14 días muestreados (2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14), entre los cuales del día 2 al 5 el 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 en tanto que la combinación de temperatura ambiente y solución 2 presentó el menor consumo en los días 4, 5, 6 y 7 (Figura 2c). Por otro lado, la combinación solución 1 y refrigeración (1c) presentaron el consumo más alto en los días 6 y 7, aunque a partir del día 10 al 14 presentó el menor consumo (Figura 2D).

Lo anterior lleva a pensar que la solución 1 tiene la mejor respuesta en cuanto a disminuir el consumo de agua de las inflorescencias de alcatraz ya sea con o sin refrigeración y que la combinación 1c actúa como un regulador del consumo de agua, ya que una vez sacadas las inflorescencias del refrigerador consumen agua para rehidratarse adecuadamente para posteriormente disminuir lentamente su consumo.

Polen

En relación a la aparición de polen en las inflorescencias del alcatraz no se encontraron diferencias significativas para ningún factor de variación, aunque el

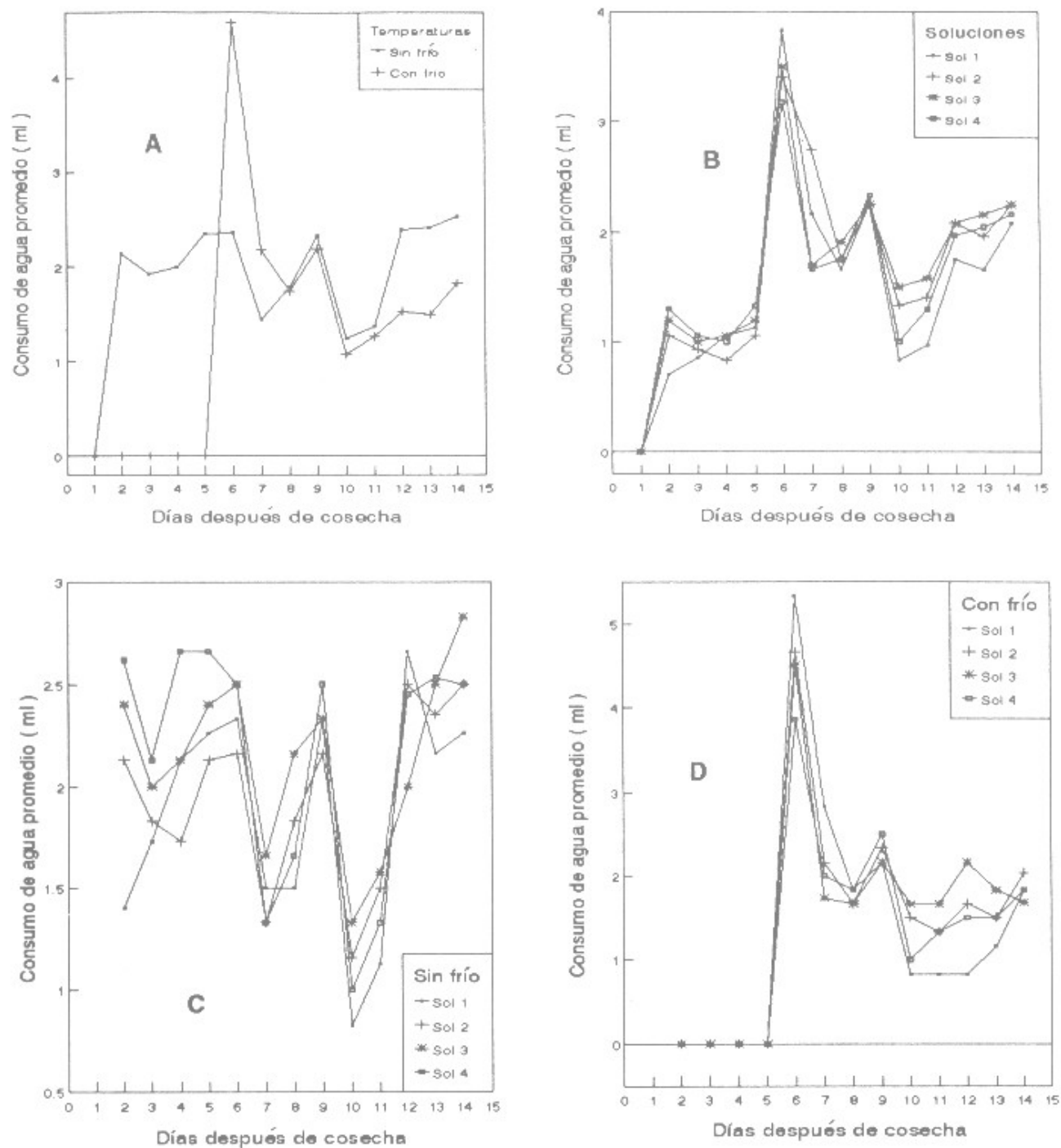


Fig.2. Consumo de agua de inflorescencias de alcatraz en vida de postcosecha: A: Efecto de temperaturas, B: Respuesta a las soluciones, C: Combinación sin frío y soluciones, D: Combinación con frío y soluciones.

tratamiento de frío retrasó ligeramente la emisión de polen por las inflorescencias.

Finalmente al correlacionar las variables peso fresco y consumo de agua se encontró que durante los días 2 al 5 tuvieron una correlación positiva, 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 carácter negativo, lo anterior debido a que el peso disminuye y el consumo tiende a incrementarse ligeramente, excepto en los días 8 y 14. 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.

Enzimas

En el Cuadro 1 se muestra la existencia o no de diferencias cualitativas entre los corrimientos electroforéticos de las soluciones pulso 1, 2 y 3 contra el testigo para las condiciones de frío y durante el primer y segundo muestreo y en el segundo muestreo. Al respecto, en el Cuadro 2 se anotan las comparaciones del primer muestreo contra el segundo del mismo tratamiento, a partir de ellos se puede señalar lo siguiente:

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 indica que las soluciones pulso provocaron un cambio en el comportamiento de esta enzima. Al comparar el corrimiento del primer muestreo con el del segundo se detectó que esta enzima presentó cambios en cada tratamiento, es así que las inflorescencias testigo sin frío no manifestaron su existencia en el primer muestreo, sin embargo, si existió al final del trabajo con corrimiento hacia el ánodo (+), lo que indica que al principio del experimento la cantidad de enzima fue muy pequeña haciéndola indetectable como lo mencionan Carfantan y Daussant (1973) o que no estaba presente su sustrato, en tanto que para las inflorescencias con frío inicialmente se detectó con bandas que corrieron hacia el cátodo (-) y al final se dirigió al ánodo, indicando un posible cambio en la estructura de la enzima que afectó su carga eléctrica y así su comportamiento como lo comenta

Paulin (1973), o que hubo degradación de la primera y síntesis de otra posible hacia el final. Lo anterior contrasta con aquellas inflorescencias que fueron tratadas con la solución 1, pues presentaron alto contenido de la enzima la cual tuvo corrimiento hacia ambos polos, indicando que este tratamiento permitió la formación rápida de la enzima con sus dos componentes como lo indica McMillin (1983). El incremento de esta enzima al final de la vida en florero quizá se deba a que las células la forman y liberan como una medida para evitar daños debidos a la presencia de compuestos oxidantes en la misma dado su proceso de degradación, donde podría considerarse el planteamiento de Droillard y Paulin (1990) en el sentido de que en partes verdes esta enzima juega un papel interesante durante el proceso de senescencia.

Esterasa

En este caso 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, pero estas diferencias disminuyen en el segundo muestreo, aunque se acrecentan en el tratamiento 1, por lo que al comparar el 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, aquí cabe señalar que existió una forma enzimática cuya tendencia fue la de correr hacia el ánodo (+) en el segundo muestreo en las inflorescencias que no estuvieron en refrigeración. Así mismo, en el segundo muestreo la intensidad de las manchas fue mayor en los tratamientos 1, 2 y 4, probablemente debido 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 retículo endoplásmico.

6-fosfogluconato deshidrogenasa

Al comparar los corrimientos de 6 pg de los tratamientos pulso contra el testigo encontramos diferencias ligeras en los dos muestreos excepto en los tratamientos 2 y 3 mantenidas en frío en el segundo muestreo, las diferencias encontradas se deben principalmente a la intensidad de la mancha en el zimograma y no a la distancia o tamaño del corrimiento del primer muestreo. Respecto al segundo sólo se encontraron diferencias del tratamiento 1 y 4 con frío y del tratamiento 2 sin refrigeración relativas a la intensidad

CUADRO 1. Presencia o no de diferencias en el corrimiento electroforético entre los tratamientos pulso 1, 2 y 3 respecto al testigo de inflorescencias 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
G6p5	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

5 y 10 = primer y segundo muestreo. Per = peroxidasa; Est = esterasa; 6pg = 6-fosfogluconato deshidrogenasa; G6p = glucosa-6-fosfato deshidrogenasa; Mdh = malato deshidrogenasa; Idh = isocitrato deshidrogenasa; 1s, 2s, 3s = soluciones pulso 1, 2, 3 sin tratamiento de frío; 1c, 2c, 3c = soluciones pulso 1, 2, 3 con tratamiento de frío.

CUADRO 2. Presencia o no de diferencias en el corrimiento electroforético entre el primer y segundo muestreo de inflorescencias de alcatraz en postcosecha tratadas con soluciones pulso.

	1s	1c	2s	2c	3s	3c	4s	4c
Per	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Est	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
6pg	No	Si	Si	No	No	No	No	Si
G6p	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Mdh	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
Idh	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	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 pulso 1, 2, 3 y 4 (testigo) sin tratamiento de frío; 1c, 2c, 3c, 4c = soluciones pulso 1, 2, 3 y 4 (testigo) con tratamiento de frío.

de la mancha, indicando que estas diferencias quizá se deben a que la enzima es más activa en el interior de las células y que la participación en las reacciones del ciclo de las pentosas fosfato es más importante.

Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa

Los corrimientos obtenidos para esta enzima indican que existieron diferencias entre los tratamientos 1 respecto al 4 en los dos muestreos con y sin refrigeración, entre el tratamiento 3 en referencia al 4 sin refri-

geración en los dos muestreos y sólo en el primer muestreo sin refrigeración del tratamiento 2 referido al testigo. Esto indica que el tratamiento 1 afecta el comportamiento de esta enzima de forma clara con la tendencia a disminuir su presencia de corrimiento y mayor intensidad de la marcha en el segundo muestreo al comparar esta característica dentro de los tratamientos, esta variación en el contenido de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa coincide con lo reportado por Carfantan y Daussant (1973).

Malato deshidrogenasa

Al comparar las manchas del simograma de los tratamientos de soluciones pulso respecto al testigo, se encontró que no existieron diferencias para el primer muestreo, pero sí para el segundo donde se detectó una forma que corría hacia el cátodo (-) que complementaba el corrimiento hacia el ánodo (+) encontrado en el primer muestreo con una tendencia más acentuada en las inflorescencias que fueron mantenidas en refrigeración excepto en el tratamiento 1 y el testigo, al parecer esta forma aparece durante la senescencia y quizá no esté estrictamente relacionada al ciclo de Krebs y más bien tenga otra función.

Isocitrato deshidrogenasa

En relación a esta enzima no se encontraron diferencias entre las inflorescencias 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, 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, incluyendo las mitocondrias que es donde ocurre el ciclo de Krebs donde participa este compuesto, de manera semejante como ocurre con la enzima superóxido dismutasa comentada por Droillard y Paulin (1990).

CONCLUSIONES

El peso fresco y el consumo de agua de inflorescencias de alcatraz tiende a disminuir en los días posteriores al ser sometidas a temperaturas de 4°C.

El peso fresco de las inflorescencias 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.

Se encontró que inflorescencias tratadas con una solución pulso de sacarosa, 8-citrato de hidroxiquinoleína y sulfato de aluminio pierden menos peso a bajas temperaturas y aumentan el consumo de agua.

Temperaturas de 4°C retrasan un día la aparición de polen en inflorescencias de alcatraz.

Las soluciones pulso en combinación con las temperaturas provocaron cambios en el corrimiento elec-

troforético de las enzimas peroxicasa y esterasa, tanto en la distancia recorrida, la intensidad de las bandas como en la carga de las mismas.

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.

Al final de la vida postcosecha disminuyó la intensidad de las bandas de la enzima glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.

Se detectó una forma de la enzima malato deshidrogenasa que corrió al cátodo en el segundo muestreo.

La isocitrato deshidrogenasa tiende a desaparecer durante la senescencia.

LITERATURA CITADA

- ACCATI-GARIBALDI, E.; F. DEAMBROGIO. 1993. Effect of sucrose on postharvest physiology of rose cv Serena. *Acta Horticulture* 337: 105-113.
- 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.
- BOROCHOV, A.; T. TIROXH; S. MAYAK. 1986. The rate of membrane proteins during flower senescence. *Acta Horticulturae* 181: 75.
- CARFANTAN, N.; J. DAUSSANT. 1973. Preliminary study of tulip proteins during senescence. *Acta Horticulturae* 41: 31-43.
- CASTILLO-MARTINEZ, C.R. 1995. Efecto de diferentes soluciones químicas en la vida útil postcosecha de alcatraz blanco (*Zantedeschia aethiopica* Spreng). Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 60 p.
- CLARK, C.J.; H.L. BOLDINGH. 1991. Biomass and mineral nutrient partitioning in relation to seasonal growth of *Zantedeschia*. *Scientia Horticulturae* 47: 125-135.
- COME, D. 1991. Biological bases of the use of cold in ornamental horticulture. *Acta Horticulturae* 298: 21-28.
- CRILEY, R. A.; R.E. PAULL. 1993. Review: Postharvest handling of bold tropical cut flowers *Anthurium*, *Alpinia purpurata*, *Heliconia purpurata*, *Heliconia* and *Strelitzia*. *Acta Horticulture* 337: 201-212.
- DE HERTOOG, A. A. 1991. Calla Lily, pp. 419-422. In: Ball Red Book. Ball Vic (Ed.) 15 edition. Geo J. Ball Publishing U.S.A.

- DE STIGTER, H.C.M. 1980. Water balance aspects of cut and intact Sonia roses plants and effects of glucose, 8-hidro-xiquinoleine sulphate and aluminium sulphate. *Acta Horticulturae* 113: 97-107.
- DROILLARD, M.J.; A. PAULIN. 1990. Isozymes of superoxide dismutase in mitochondria and peroxisomes isolated from petals of carnation (*Dianthus caryophyllus*) during senescence. *Plant Physiology* 94(3): 1187-1192.
- FUNELL, K.A. 1993. *Zantedeschia*, pp. 683-704. *In: The Physiology of Flower Bulbs. A comprehensive treatise on the physiology and utilization of ornamental flowering bulbous and tuberous plants.* De Hertogh, A. and M. Le Nard. Elsevier, Netherlands.
- HALABA, J.; R.M. RUDRICKI. 1986. The role of enzymes during senescence of cut flowers. *Acta Horticulturae* 181: 65-74.
- HARDENBURG, R.; A. E. WATADA; CH. Y. WANG. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. IICA. Colección Investigación y Desarrollo. No. 16. Costa Rica. pp. 91-110.
- HERBERT, P.; M. BEATON. 1986. Cellulose acetate gel electrophoresis. Biological Science University of Wmsor. Wmsor, Ontario. 34 p.
- MC MILLIM, D.E. 1983. Plant isozymes: A historial perspective, pp. 3-13. *In: Isozymes in plant genetics and breeding, part A. Developments In Plant Genetics and Breeding* 1A. Tanksley, S.D. and T.J. Orton. Elsevier. Science publishers. B.V.
- NOWAK, J.; R.M. RUDRICKI. 1990. Post-harvest Handling and Storage of Cut flowers, Florist Greens and Potted Plants. Timber Press, Inc. 210 p.
- PAIS, M.S.; H. CHAVES NEVES. 1982-83. Regreening of *Zantedeschia aethiopica* Sprng. spathe induced by reapplied cytokinins. *Plant Growth Regulation* 1: 233-242.
- PAULIN, S. 1973. Effects of watering following a drought period on nitrogen metabolism of out iris germanica flowers. *Acta Horticulturae* 41: 13-20.
- PLUMMER, J.A.; T.E. WELSH; A. M. ARMITAGE. 1990. Stages of flower development and post production longevity of potted *Zantedeschia aethiopica* 'Childsiana'. *HortScience* 25(6): 675-676.
- SALUNKHE, D. K.; N.R. BHAT; B. B. DESAI. 1990. Postharvest Biotechnology of Flowers and Ornamental Plants. Springer-Verlag. USA. pp. 129.
- TJIA, B.O.; K.A. FUNNELL. 1986. Postharvest studies of cut *Zantedeschia* inflorescences. *Acta Horticulturae* 181: 451-457.
- , 1989. *Zantedeschia*. pp. 697-702. *In: Handbook of Flowering.* Volume VI. A. H. Halevy (Ed.) CRC Press. U.S.A.
- WILKINS, H.F. 1985. *Zantedeschia*, pp. 523-524. *In: CRC Hanbook of Flowering* IV. Halevy, A. H. (De.) CRC Press. USA.