

# EFFECTO DE LA FRIGOCONSERVACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE FRUTAS DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus* Haworth)

W. Magaña<sup>✉</sup>, María I. Balbín, J. Corrales, A. Rodríguez, C. Saucedo, E. Cañizares y E. Sauri

**ABSTRACT.** Fruits of "pitahaya" harvested in Yucatán, Mexico, were coldly stored at two temperatures (4 and 8°C) with different cold storing days (5, 10, 16 and 21) and then exposed at room temperature ( $26 \pm 2^\circ\text{C}$ ) for zero, three and six days, to evaluate their physiologic parameters. The experimental design was a 2x 4x3 Random Factorial with three replicates. The physiological indicators evaluated were: weight loss, total soluble solid content in juice, enzymatic activity of polyphenoloxidase in fruit peel, peel anthocyanin content and fruit respiration. A significant influence of the three factors was recorded: temperature, cold storage days and the time of exposition at room temperature. The highest fruit respiratory activity was detected at the lowest storage temperature.

**RESUMEN.** Frutas de pitahaya cosechadas en el estado de Yucatán, México, se refrigeraron a dos temperaturas (4 y 8°C) con diferentes días de frigoconservación (5, 10, 16 y 21) y luego se expusieron a la temperatura ambiente ( $26 \pm 2^\circ\text{C}$ ) por cero, tres y seis días para evaluar su comportamiento fisiológico. Para el análisis de los resultados se empleó un diseño experimental Completamente Aleatorizado con Arreglo Factorial 2x4x3 con tres repeticiones. Los indicadores fisiológicos evaluados fueron: pérdida de peso, contenido de sólidos solubles totales en el jugo, actividad enzimática de la polifenoloxidasas en la cáscara de la fruta, contenido de antocianinas en la cáscara y respiración de las frutas. Se encontró influencia significativa de los tres factores: temperatura, días de frigoconservación y días de exposición a la temperatura ambiente. La mayor actividad respiratoria de las frutas se detectó a la menor temperatura de almacenamiento.

**Key words:** *Hylocereus undatus*, cold stores, postharvest physiology

**Palabras clave:** *Hylocereus undatus*, frigoríficos, fisiología postcosecha

## INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es un importante recurso genético vegetal nativo de América, con amplia distribución y variación; también es un nuevo cultivo con gran potencial para el desarrollo agrícola y económico de amplias áreas de México y varios países de Centroamérica (1). La pitahaya es una planta cactácea perenne, trepadora, que comúnmente crece sobre árboles o piedras; desarrolla numerosas raíces adventicias que la ayudan a fijarse a los tutores o las piedras y a obtener humedad o nutrimentos. Existe una amplia variación en las pitahayas cultivadas en México, pero se destacan tres: la blanca (cáscara amarilla con pulpa blanca), roja de pulpa blanca y la roja de pulpa roja (1).

La importancia de las pitahayas radica en su gran variabilidad genética, adaptabilidad a condiciones ambientales diversas, múltiples usos, posibilidades de industrialización, productividad, rentabilidad y demanda en los mercados regionales y en el mercado internacional (2). Las pitahayas como frutas tropicales, en condiciones naturales de almacenamiento se deterioran en demérito de su calidad y presentación, por consiguiente, su tiempo de vida útil comercial es corto (de seis a ocho días en condiciones naturales de almacenamiento) (3).

Para facilitar su comercialización, es importante prolongar el tiempo de conservación de la fruta, para lo cual una de las alternativas es la tecnología de manejo a niveles adecuados de temperatura de frigoconservación.

La refrigeración es la tecnología comercial más adecuada con que se cuenta en la actualidad, para prolongar la vida útil de las frutas y hortalizas después de cosecha, pero su efecto benéfico dependerá del tipo de estas y, por consiguiente, el incremento de la vida útil que se pueda alcanzar (4). El almacenamiento refrigerado se recomienda en virtud de que retarda la maduración (senescencia) y/o el deterioro al reducir la velocidad de los procesos metabólicos (respiración) inherentes al producto (5). La refrigeración del almacén o cualquier cuarto

Ms.C. W. Magaña, Becario de la Fundación "Pablo García", Estudiante de Doctorado y Dra.C. María I. Balbín, Profesora Titular de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana, Cuba; Dr. J. Corrales y Dr. A. Rodríguez, Profesores-investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo; Dr. C. Saucedo, Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados, Montecillos; Dr. E. Cañizares, Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Campeche; Dr. E. Sauri, Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán, México.

✉ wmagana72@yahoo.com.mx

frío, también tiene como objetivo eliminar el calor generado por la respiración de los productos vegetales vivos almacenados y mantener una buena circulación del aire mediante la instalación de ventiladores, así como eliminar el calor que penetra en el local a través de sus paredes (6). Sin embargo, muchos productos pueden padecer daños por frío cuando se refrigeran a temperaturas bajas, sin llegar al congelamiento (7). El daño por frío es uno de los desórdenes fisiológicos que pueden llegar a generar grandes pérdidas, al almacenar los productos a bajas temperaturas, y los frutos de origen tropical o subtropical, provenientes de regiones cálidas, son los más susceptibles a presentar estos daños (8). Tal es el caso de frutas de origen cactáceas, entre las cuales se encuentra la pitahaya (3). La temperatura y duración del almacenamiento son factores que interactúan fuertemente para determinar la presencia de daños por frío.

En frutas de pitahaya, se encontró que las frutas almacenadas a 4 y 13°C conservaron mejor sus características de calidad, que aquellas que estuvieron almacenadas a temperatura ambiente, después de ocho días de almacenamiento (3). Por otro lado, se ha informado que en frutas de *Hylocereus* almacenadas a temperaturas entre 7 y 12°C y humedad relativa de 85 a 90 %, estas se conservaron de 22 a 25 días desde la cosecha hasta el consumo final (2). Se ha demostrado en frutas de pitahaya (*Stenocereus queretaroensis*), almacenadas a temperatura de 9 +1°C, a 85 % de humedad relativa, que la vida útil de las frutas se prolongó hasta 10 días (9).

La mejor temperatura de almacenamiento en frutas como la tuna (*Opuntia ficus-indica*) fue de 10°C, sin que haya aparición de daños por frío, durante 60 días, seguida por la de 15°C (10). Para la tuna se determinaron que a temperaturas de 5 y 8°C, hay incidencia de daños por frío, y que a 10°C no los hay (10). La temperatura más baja de almacenamiento a la que se ha mantenido la fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), sin daños ni encaladuras fue de 8°C, durante 15 días a 85 % de humedad relativa (11).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento fisiológico de las frutas de pitahaya en función de la temperatura, el tiempo de almacenamiento y de exposición a temperatura ambiente (26 ± 2°C), con vistas a conocer los efectos de estas condiciones sobre la calidad de las frutas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se cosecharon frutas de pitahaya (piel roja de pulpa blanca) de la tercera cosecha de la producción del 2001, de un huerto comercial de Yucatán, considerando como indicador de cosecha 60 a 80 % de coloración roja en la superficie externa, con un peso promedio de 350 ± 50 g; posteriormente se trasladaron al laboratorio de ciencia y tecnología en alimentos del Instituto Tecnológico de

Mérida, en donde se estableció el experimento. Se utilizaron dos cámaras frigoríficas programadas, una a 4°C y otra a 8°C, ambas a 70 % de humedad relativa, en las que se depositaron las frutas dentro de los contenedores de plástico, usando un contenedor para cada tratamiento. Los tratamientos (contenedores) se distribuyeron con un diseño experimental completamente aleatorizado en arreglo factorial 2x4x3, donde los factores de estudio fueron: temperatura de almacenamiento (4 y 8°C), días de frigoconservación (5, 10, 16 y 21) y días de exposición al ambiente natural (0, 3 y 6), para un total de 24 tratamientos con tres repeticiones (cada fruta consistió en una réplica). Se analizaron en total 120 frutas. Las características de las frutas se evaluaron al momento de salir del almacenamiento refrigerado y en cada una de las fechas correspondientes a temperatura ambiente (tres y seis días). Las variables de respuesta evaluadas fueron:

- **Sólidos solubles totales (SST).** Se determinaron directamente en el jugo de la fruta, usando un refractómetro de laboratorio tipo Abbe marca Iroscope-Ral, expresando los resultados directamente como °Brix, según el método AOAC (12).
- **Pérdida de peso.** Se determinó con una balanza granataria digital marca Shimadzu BX 4200D, calculando los resultados por diferencia de peso, respecto al peso inicial, y expresado en porcentaje (%).
- **Antocianinas en cáscara.** Se utilizó la adaptación de un método aplicado en mamey (13). Se tomaron 2.5 g de piel finamente picada, se adicionaron 12.5 mL de una solución extractora de antocianina (una parte de metanol al 85 % + una parte de ácido clorhídrico 0.5 N, 10:2.5), que se dejó reposar 24 h en la oscuridad. Se separó la solución extractora conteniendo las antocianinas, lavando la piel dos veces más con solución extractora, hasta que quedó sin pigmento. Se filtró la solución con sulfato de sodio anhidro para eliminar la humedad y se aforó a 25 mL con la solución extractora. En un tubo se adicionaron 3 mL de esta solución conteniendo las antocianinas, se agregaron 3 mL de ácido clorhídrico en metanol y 1.5 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y se leyó la absorbancia a 525 nm. El contenido de antocianinas se expresó en mg.100 g<sup>-1</sup> de cáscara.
- **Enzima polifenoloxidas (PPO) en cáscara.** La preparación del extracto crudo se realizó adaptando el procedimiento (14) de la siguiente manera: en cada fruta se tomaron 50 g de cáscara (mantenida aprox. a 2 ± 2°C), se homogeneizaron con 100 mL de *buffer* de fosfatos a pH 7 conteniendo ácido ascórbico (10 mM) y polivinilpirrolidona insoluble (0.5 %). El homogeneizado obtenido se filtró a vacío, recogiendo el sobrenadante, el cual se centrifugó a 5°C en una centrifuga refrigerada a 15,000 rpm, durante 30 min, utilizándose la fracción líquida para la determinación. La actividad PPO se determinó midiendo el incremento de la absorbancia a 420 nm a los 20 min, de una

mezcla preparada con 0.2 mL del extracto enzimático, más 5.8 mL de pirocatecol 0.8 M como sustrato, agitando esta mezcla a 30°C y 200 rpm durante 20 min. Se utilizó una celda de 1 cm de longitud. La actividad PPO se calculó como la diferencia de absorbancia leída a los 20 min menos la leída al tiempo cero o como el incremento de absorbancia a 420 nm (cambio en 0.001 unidades de absorbancia a 420 nm) a través de la siguiente ecuación: Actividad PPO = Absorbancia final-Absorbancia inicial.

✱ **Respiración (producción de CO<sub>2</sub>).** Se determinó diariamente durante siete días, por cromatografía de gases (cromatógrafo marca Varian modelo 3400x), depositando cada fruta en un recipiente de 2300 mL, cerrado herméticamente por 1 h, al término de lo cual se extrajeron 2 mL de muestra gaseosa y se inyectaron en el cromatógrafo para ser leído por este con un detector de conductividad térmica (TCD). Las concentraciones de las muestras se calcularon a partir de una curva patrón previamente establecida. Los resultados se expresaron en mL CO<sub>2</sub>/kg.h. Se usaron como testigo, frutas que se mantuvieron expuestas al ambiente natural, a partir del momento de la cosecha (26 ± 2°C).

La comparación de medias de los resultados obtenidos en los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey (nivel de significación del 5 %), utilizando el paquete estadístico Star, excepto la variable respiración. Estos se analizaron al momento, al tercer y sexto días después de exponer las frutas de cada tratamiento al ambiente natural.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se presentan los resultados obtenidos en el contenido de SST en las frutas de pitahaya. Como puede observarse, el contenido de SST no se afectó significativamente ni por la temperatura ni por los días de frigoconservación a los que fueron sometidas las frutas. Los valores obtenidos coinciden con los encontrados en otros estudios realizados con estas mismas frutas (3, 15). También se ha encontrado que en frutas de *Hylocereus* almacenadas a temperaturas desde 6 hasta 20°C, durante una semana, el contenido de SST no varió significativamente (16). Resultados similares fueron también obtenidos en fresas (17), zapote-mamey (18) y la granada china (19).

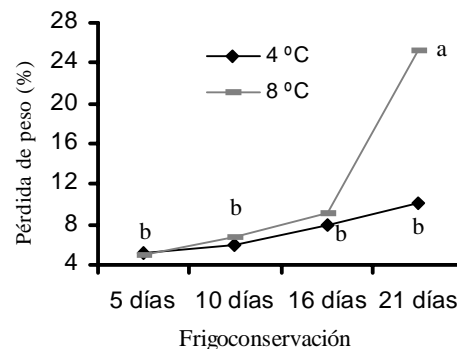
Cuando las frutas fueron expuestas a la temperatura ambiente, el contenido de SST aumentó significativamente respecto al valor inicial al sexto día de haber salido del almacenamiento refrigerado. Estos resultados pueden indicarnos que las frutas conservadas en frío, pueden mantener sus atributos de calidad en lo que respecta al contenido de SST, ya que aún teniendo 27 días de cosechadas, poseen valores adecuados.

**Tabla I. Contenido de sólidos solubles totales del jugo de las frutas: efecto de temperatura, días de frigoconservación y exposición al ambiente natural**

Factor de estudio	Sólidos solubles totales (°Brix)
Temperatura (°C)	
4	10.20
8	10.31
Ex = 0.147	ns
Frigoconservación	
5 días	10.45
10 días	10.49
16 días	10.01
21 días	10.06
Ex = 0.209	ns
Exposición al ambiente natural	
0 días	9.94 b
3 días	10.26 ab
6 días	10.57 a
Ex = 0.181	

Medias seguidas de las mismas letras son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ )  
ns = no significativo CV = 8.65

En la variable pérdida de peso, se encontró interacción significativa entre los factores temperatura y días de frigoconservación, así como también hubo variaciones significativas provocadas por el factor días de exposición de la fruta a la temperatura ambiente (Figura 1 y Tabla II).



Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ), CV = 14.15 Ex = 1.22

**Figura 1. Pérdida de peso de frutas: Efecto de la interacción entre la temperatura y días de frigoconservación**

**Tabla II. Pérdida de peso de frutas de pitahaya: efecto de los días de exposición a la temperatura ambiente**

Exposición a la temperatura ambiente	Pérdida de peso: (%)
0 días	5.41 c
3 días	9.43 b
6 días	13.8 a

Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ), CV = 14.15 E = 0.75

La pérdida de peso de las frutas frigoconservadas tanto a 4 como a 8°C manifestaron una tendencia a incrementar con los días de conservación (Figura 1). Las frutas frigoconservadas a 8°C, a los 21 días mostraron un marcado incremento significativo con respecto a las de 4°C, ya que en este momento presentaron un 24 % de pérdida de peso, valor que sobrepasa el nivel crítico referido para las frutas (20). En este experimento en las frutas de pitahaya tratadas con frío durante 16 días, la pérdida de peso se encuentra dentro del rango aceptable (8 %), lo que podría significar que su conservación pudiera extenderse hasta los 16 días en cualquiera de estas dos temperaturas y que si se quisiera conservar por un mayor tiempo, sería recomendable almacenarlas a la temperatura de 4°C, ya que se obtuvo menor pérdida de peso en las frutas que se mantuvieron frigoconservadas a esa temperatura. El hecho de que las frutas frigoconservadas a 8°C presentaran una mayor pérdida de peso pudiera deberse, en parte, a la pérdida de agua por difusión del vapor de agua desde la fruta hacia el aire, provocada precisamente por el mayor déficit de presión de vapor que se establece entre las frutas a esa temperatura y el ambiente, lo que se puede reflejar como pérdida de peso de la fruta. Otro aspecto que pudiera estar influyendo es que a la temperatura de 8°C (21), el patrón de respiración de las frutas dentro de las cámaras debe ser mayor que a 4°C, lo que también favorece la pérdida de peso. Los resultados de muchas investigaciones aseguran que cuando las frutas poseen una mayor temperatura de frigoconservación la pérdida de peso es mayor, como ha sido encontrado también en frutas de zapote-mamey (18), manzana (21, 22), lulu: *Solanum* (23) y jicama (24). Esta respuesta es una evidencia de la influencia directa de la temperatura de frigoconservación sobre este indicador.

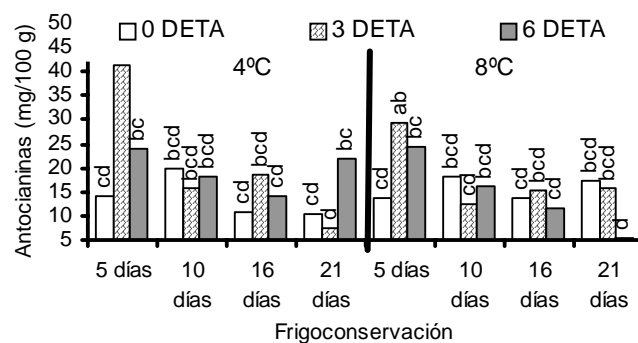
En la Tabla II se observa que las frutas expuestas al ambiente con frigoconservación experimentaron una pérdida de peso significativa, alcanzándose desde los tres días porcentajes de pérdida mayores a los reconocidos (20, 25) como valores que afectan su calidad. Según este resultado, podríamos recomendar que para lograr conservar las frutas sin que estas pierdan sus atributos de calidad, deberían dejarse a temperatura ambiente solo hasta los tres días, después de haber estado conservadas en cámaras con frigoconservación a las temperaturas de 4 y 8°C. Sin embargo, en este resultado pudiera estar influyendo considerablemente el valor tan elevado encontrado en las frutas frigoconservadas a la temperatura de 8°C por 21 días, ya que según lo visto en la Figura 1, las frutas frigoconservadas hasta los 16 días, independientemente de la temperatura, presentaron una pérdida de peso poco considerable.

La producción de antocianinas en la cáscara de las frutas tratadas está influida por los tres factores estudiados, ya que entre ellos se encontró una interacción significativa.

Los contenidos más altos de antocianinas (Figura 2) se registraron al tercer día de exposición al ambiente,

después de estar sometidas las frutas durante cinco días de frigoconservación tanto a 4 como a 8°C, encontrándose diferencias estadísticas de este tratamiento con respecto a los demás días de someter las frutas a la frigoconservación, solo en el caso de las frutas conservadas a 4°C. En los demás períodos de frigoconservación (10, 16 y 21 días), los resultados obtenidos no manifestaron una tendencia uniforme.

Resultados similares han sido descritos en la literatura. Por ejemplo, en frutas de uva se observó que el contenido de antocianinas en la cáscara se fue incrementando relativamente hasta que la fruta alcanzó su máximo período de maduración (26). Si analizamos los resultados de la Figura 2 y consideramos los seis días como el período de maduración de las frutas de pitahaya, podemos concluir que en la mayoría de los tratamientos analizados en este trabajo, la respuesta encontrada no fue tan uniforme como la descrita anteriormente para la uva. Sin embargo, se han mencionado que las variaciones en el contenido de pigmentos de las frutas durante el proceso de maduración están directamente relacionadas con la especie.



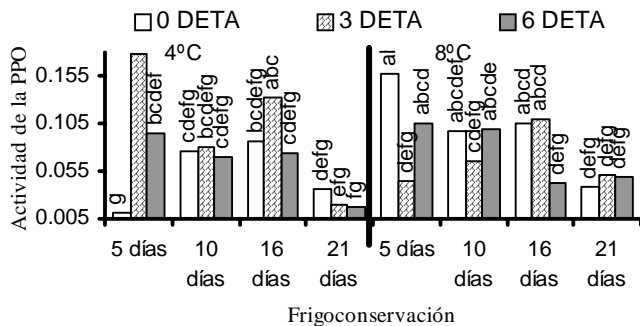
Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ), CV = 27.23 Ex = 2.68

**Figura 2. Contenido de antocianinas de frutas de pitahaya: efecto de la interacción de la temperatura, días de frigoconservación y días de exposición al ambiente natural**

Por otra parte, se ha señalado que el contenido de antocianinas no presenta en muchas ocasiones un resultado de fácil interpretación y en el caso de la pitahaya *Hylocereus*, su comportamiento se manifiesta inestable durante el proceso de maduración de las frutas, especialmente cuando este es afectado por algún factor externo (3). Se ha observado en frutas de fresa 'Jams', que el contenido total de antocianinas disminuye en función del período de almacenamiento a la mayor temperatura de frigoconservación. Esto indica que, en esas frutas, a menor temperatura hay mayor contenido de antocianinas (27, 28).

Los resultados de este trabajo reafirman que se hace necesario continuar estudios de las variaciones del contenido de antocianinas de las frutas durante el proceso de maduración, con vistas a lograr una mejor comprensión de los cambios que se observan durante este período.

En la actividad de la enzima polifenoloxidas (PPO) de la cáscara de las frutas de pitahaya, se encontró una interacción significativa entre los tres factores estudiados (Figura 3). En ambas temperaturas las frutas que estuvieron refrigeradas durante 21 días, presentaron una tendencia a una menor actividad de la enzima PPO, que en la mayoría de los casos no resultó significativa. Cuando las frutas se transfirieron a la temperatura ambiente, solo se encontró alguna variación significativa en aquellas que estuvieron almacenadas durante cinco días, no presentándose cambios en el resto, inclusive hasta en el sexto día.



Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ), CV = 34.11 Ex= 0.015

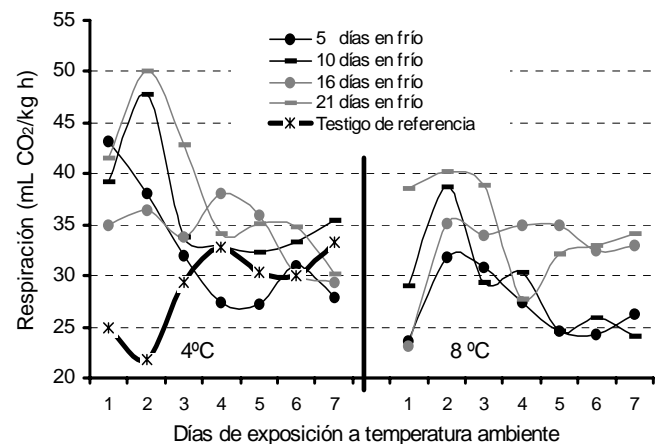
**Figura 3. Actividad de la enzima PPO (cambio en 0.001 unidades de absorbancia a 420 nm) en la cáscara de las frutas de pitahaya: efecto de la interacción de la temperatura, días de frigoconservación y días de exposición al ambiente natural**

Dado que la literatura consultada refiere que la enzima PPO es una de las principales responsables del oscurecimiento que provoca la pérdida y calidad nutricional de las frutas (29), debido al aumento de su actividad cuando se produce la liberación de los fenoles al perderse la permeabilidad de las membranas celulares por el efecto de las bajas temperaturas (30, 31), en este trabajo esperábamos encontrar alguna respuesta por el empleo de bajas temperaturas en la conservación de las frutas. Sin embargo, también la literatura se refiere a que existe una amplia variedad de isoformas de esta enzima que manifiestan su actividad en dependencia de un considerable número de factores, entre los que se encuentran: diferencias genéticas, estados de desarrollo, almacenamiento en frío y tejidos estudiados (32), por lo que la falta de respuesta encontrada en este experimento en la actividad de esta enzima, pudiera estar relacionada con alguno de los factores antes mencionados.

Aunque no hicimos ningún estudio al respecto, consideramos que las características de la especie estudiada y el momento específico en que se pusieron en conservación las frutas tiene una gran influencia en estos resultados. Otro aspecto a considerar es que las frutas conservadas por 21 días fueron las que manifestaron una actividad PPO menor y se ha descrito que la actividad de

la PPO durante el desarrollo de los frutos generalmente es más alta en las primeras etapas de este desarrollo que en las frutas ya maduras (29), por lo que esta pudiera ser la causa del comportamiento manifestado por estas frutas, que al tener un mayor número de días de cosechadas, aún en frigoconservación, pudieran haber alcanzado un mayor grado de maduración que aquellas que estuvieron menos tiempo en frigoconservación, por lo que sería posible frigoconservar las frutas hasta tres semanas sin tener una alteración significativa en este parámetro de calidad.

En las frutas frigoconservadas, se observó en general un incremento de la tasa de respiración al segundo día de exponer las frutas a la temperatura ambiente, la cual no se observa en las frutas que no se enfriaron (testigo), lo que pudiera atribuirse al estrés causado en ellas por la conservación en frío, ya que como se puede observar, este fue más notable en las frutas almacenadas a 4°C que en las que estuvieron a 8°C, donde se registraron las tasas de respiración más elevadas (Figura 4). A partir de los cuatro días de estar expuestas al ambiente natural, la respiración logró estabilizarse en ambas temperaturas.



**Figura 4. Patrón de respiración de las frutas de pitahaya: efecto de la interacción de la temperatura, días de frigoconservación y días de exposición al ambiente natural**

El hecho de que las frutas frigoconservadas a una mayor temperatura presentaran la menor producción de CO<sub>2</sub> también fue encontrado en frutas de manzana (33) y chabacano (34), donde después de someterlas a diferentes niveles de temperatura de frigoconservación, encontraron que la menor actividad de respiración se registró a la mayor temperatura de almacenamiento durante 12 días. Un comportamiento similar también se registró en frutas de aguacate (35) y pitahaya (9). Se ha señalado que esa disminución de la actividad respiratoria pudiera deberse, en parte, a una respuesta metabólica a las bajas temperaturas de almacenamiento y/o a una consecuencia de la alteración de la membrana mitocondrial (36, 37).

En muchas ocasiones, se generaliza que el almacenamiento a bajas temperaturas provoca daños en las frutas (25), debido a que la alta respiración en ellas se asocia con el incremento de daños por frío (38), lo que pudiera estar ocurriendo en nuestro experimento en el caso de las frutas almacenadas a 4°C. Eso puede corroborarse cuando se comparan estas con las expuestas al ambiente natural (testigo de referencia), las cuales registraron tasas de respiración más bajas en los primeros tres días que las conservadas en frío en cualquiera de las dos temperaturas empleadas, estabilizándose posteriormente a valores similares a los de las frutas que sí recibieron tratamiento en frío.

Se concluye que la temperatura y el tiempo de frigoconservación influyen en los procesos fisiológicos del proceso de maduración de las frutas de pitahayas, cuando estas son transferidas a las condiciones naturales de temperatura, aumentando su condición de vida útil. También se encontró que de las temperaturas estudiadas, la de 8°C resultó la que conservó mejor los atributos de calidad de las frutas de pitahaya.

## AGRADECIMIENTOS

A las instituciones siguientes: Fundación "Pablo García" del Gobierno del Estado de Campeche, CONACYT-SISIERRA, Fundación Produce Campeche, Universidad Agraria de La Habana (Cuba), Instituto Tecnológico de Mérida y Universidad Autónoma Chapingo, México, por el apoyo otorgado.

## REFERENCIAS

- Centurión Y., A y Sauri D., E. Guía práctica para el manejo postcosecha de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). 1 ed. Mérida: Instituto Tecnológico de Mérida. COSNET-SISERRA, 2001. 20 p.
- Rodríguez, C. A. Pitahayas, estado mundial de su cultivo y comercialización 1<sup>ra</sup> ed. Yucatán: Universidad Autónoma Chapingo. 2000, 153 p.
- Centurión Y. A.; Solís, P. S.; Mercado, S. E.; Baéz, S. R.; Saucedo, V. C. y Sauri, D. E. Variación de las principales características de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su maduración postcosecha. *Horticultura Mexicana*, 1999, vol. 7, no. 3, p. 419-425.
- Ramos, C. M. y Martínez T. M. Efecto del manejo postcosecha en la susceptibilidad al daño por frío y la actividad poligalacturonasa en calabaza zuchini. *Revista Horticultura Mexicana*, 1998, vol. 6, p. 42-55.
- Hardenburg, R. E.; Watada, A. E. y Wang, C. Y. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U S Dept. of Agric. *Agricultural Handbook*, 1986, no. 66, p. 130.
- Saenz, Q. L. Estudios sobre la fisiología de la frigoconservación de tunas y daños por frío. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 1994. 74 p.
- Wade, N. L. Physiology of cool-storage disorders of fruit and vegetables. En: *Low temperature stress in crop plants*. New York : Press Academic, 1979. p. 81-96.
- Dossat, R. J. Principios de refrigeración. C. México : Ed. CECOSA., 1988. 78 p.
- Magaña-Benítez, W. Tipos de empaque y temperaturas de frigoconservación en frutas de pitahaya (*Stenocereus queretaroensis*). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mex., 1999. 98 p.
- Martínez-Soto, G.; Fernández-Montes, M. R. y Cabrera-Sixto, J. M. Evaluación de la vida de anaquel de tuna (*Opuntia ficus-indica*). En: *Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el nopal*, México, 1999. p. 26-29.
- Becerra, O. L. El cultivo de la pitahaya. XXXV Aniversario del Colegio de Postgraduados. Montecillos, Méx., 1994. p. 78-85.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. Washington: D.C. U.S.A., 1984.
- Alia Tejacal, I. Efecto de temperaturas de refrigeración sobre la maduración e incidencia de daños por frío en frutos de mamey. Tesis. Colegio de Postgraduados Montecillo, Texcoco, Edo. de México, 1999. 37 p.
- Lamikandra, O. y Watson, M. A. Effects of ascorbic acid on peroxidase and polyphenoloxidase activities in fresh-cut cantaloupe melon. *J. Food Sci.*, 2000, vol. 66, no. 9, p. 1283-1286.
- Ming-Chang, W. y Chin-Su, Ch. Variation of sugar content in various parts of pitahaya fruit. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1997, vol. 110, p. 225-227.
- Nerd, A.; Gutman, F. y Mizrahi, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Postharvest Biology Technology*, 1999, vol. 17, p. 35-39.
- García, C.; Zafrilla, P.; Romero, F.; Abellán, P.; Artés, F. y Tomas, F. Color stability of strawberry 'Jam' as affected by cultivar and storage temperature. *J. Food Sci.*, 1999, vol. 64, no. 2, p. 243-247.
- Díaz-Perez, J.; Bautista, S. y Villanueva, R. Quality changes in sapote mamey fruit during ripening and storage. *Postharvest Biology Technology*. 2000, vol. 18, p. 67-73.
- Nanda, S.; Sudhakar, R. y Krishnamurty, D. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biology Technology*, 2001, vol. 22, p. 61-69.
- Lamúa, S. M. Aplicación del frío en los alimentos. Madrid: Instituto del frío de Madrid, 2000. 350 p.
- Cavalheiro, J.; Recasens, I.; Santos, A.; Salas, J. y Silvestre, A. Effect of the low oxygen on quality of 'bravo de esmolfe' apples. En: *Improving Postharvest Technologies of Fruits, Vegetables and Ornamentals*. Murcia. 2000. t2, p. 708-713.
- El-Shazly, S. Effect of storage temperature on the keeping quality of some date cultivars. Effect of the low oxygen on quality of 'bravo de esmolfe' apples. En: *Improving Postharvest Technologies of Fruits, Vegetables and Ornamentals*. Murcia, 2000. t2, p. 94-101.
- Díaz, J. y Manzano, J. Evaluation of postharvest quality parameters in lulo (naranja) stored at different temperatures. *HortSci.*, 2000, vol. 35, no. 3, p. 407.
- Mercado, S. E. y Cantwell, M. Quality changes in jicama roots stored at chilling and nonchilling temperatures. *J. Food Quality*, 1998, vol. 21, p. 211-221.

25. Hardenburg, R. E.; Watada, A. E. y Wang, C. Y. The comercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U S Dept. of Agric. Agricultural, 1986, no. 66, 130 p.
26. Fernández, L.; Almela, L.; Muñoz, J.; Hidalgo, V. y Carreno, J. Dependence between colour and individual anthocyanin content in ripening grapes. *Food Research International*, 1999, vol. 31, no. 9, p. 667-672.
27. Wesche, E. y Montgomery, M. Strawberry polyphenoloxidase: Its role in anthocyanin degradation. *J. Food Sci.*, 1990, vol. 55, p. 731-734.
28. Kalt, W.; Forney, C. y McDonald, J. Changes in fruit, phenolic composition and antioxidant capacity during storage. *HortSci.*, 1998, vol. 33, no. 3, p. 469.
29. Mercado, S. E. Mecanismos bioquímicos de fisiopatías importantes de frutas. En: Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Santa Fe de Bogota, 2000, p. 7-19.
30. Lill, R.; Donoghue, E. y King, G. Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Horticultural Reviews*, 1989, vol. 11, p. 413-452.
31. Jiménez, M. y García, F. Oxidation of the flavonal quercetin by polyphenol oxidase. *J. Agric. Food. Chem.*, 1999, vol. 47, p. 56-60.
32. Marquez, L.; Fleuriet, A. y Macheizx, F. Fruit polyphenol oxidases. En: Enzymatic. browning and its prevention. Washington : ACS, 1995, p. 90-102.
33. Dixon, J. and Hewett, E. Temperature of hypoxic treatment alters volatile composition of juice from 'fuji' and 'Royal' apples. *Postharvest Biology Technology*, 2001, vol. 22, p. 71-83.
34. DeMartino, G.; Massantini, R.; Botondi, R. y Memcarelli, F. Temperature affects impact injury on apricot fruit. *Postharvest Biology Technology*, 2002, vol. 25, p. 145-149.
35. Woolf, A.; Cox, K.; White, A. y Ferguson, B. Low temperature conditioning treatments reduce external chilling injury of 'Hass' avocados. *Postharvest Biology Technology*, 2003, vol. 28, no. 1, p. 113-122.
36. Purvis, A. C. Respiration of grapefruit and orange flavedo tissue in relation to chilling and non-chilling temperatures and respiration inhibitors. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1980, vol. 105, no. 2, p. 209.
37. Raison, J. K. Effect of low temperature on respiration. En: The biochemistry of plants. *Academic Press*, 1980, t2, p. 613-626.
38. Burmeister, D.; Ball, S.; Green, S. y Woolf, A. Controlled atmosphere storage on quality of 'Fuyu' persimmons. *Postharvest Biology Technology*, 1997, vol. 12, p. 71-81.

Recibido: 1 de abril de 2003

Aceptado: 16 de julio de 2004

# DIPLOMADOS

Precio: 2000 USD

## *Tratamiento poscosecha de productos agrícolas*

*Coordinador: Dra.C. Inés Reynaldo Escobar*

*Duración: 1 año*

### **SOLICITAR INFORMACIÓN**

**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación, Servicios Informativos**  
**y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba. CP 32700**  
**Telef: (53) (64) 6-3773**  
**Fax: (53) (64) 6-3867**  
**E.mail: posgrado@inca.edu.cu**