

(S6-P135)

## VARIACIÓN DE LA RESPIRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ETILENO DE REBANADAS DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)

LOURDES VARGAS Y VARGAS<sup>(1)</sup>, ALMA CENTURIÓN YAH<sup>(1)</sup>, ELSY TAMAYO CANUL<sup>(1)</sup>, JORGE TAMAYO CORTEZ<sup>(1)</sup>, CRESCENCIANO SAUCEDO VELOZ<sup>(2)</sup> y ENRIQUE SAURI DUCH<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto Tecnológico de Mérida, km. 5 carr. Mérida-Progreso, Mérida, Yucatán, México. Tel. y Fax. (999) 944-84-79

Correo electrónico: [acras\\_99@yahoo.com](mailto:acras_99@yahoo.com); [esauri@itmerida.mx](mailto:esauri@itmerida.mx)

<sup>(2)</sup>Colegio de Postgraduados, Montesillos, Texcoco, Mexico

**Palabras clave:** procesamiento mínimo - fresco cortado.

### RESUMEN

En años recientes el consumo de frutas se ha incrementado, así como el interés por el comercio de alimentos listos para consumir. La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es una fruta tropical con sabor agridulce característico que al conservarse en refrigeración su piel se deteriora, pero la pulpa mantiene su calidad; por ésto se considera que podría ser conservada en rebanadas con procesamiento mínimo. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del cortado y pelado en la velocidad de respiración y producción de etileno de rebanadas de pitahaya. Se utilizaron frutos sin daños con el 70 % de su cáscara roja. Se cortaron rebanadas de 2 cm de grosor, se hicieron dos lotes, uno con rebanadas peladas y otro sin pelar, y se conservaron a  $20 \pm 1$  °C en recipientes adecuados. Durante el almacenamiento se tomaron muestras para evaluar su velocidad de respiración y de producción de etileno. Las pitahayas enteras también fueron evaluadas. Después del cortado, la respiración de las rebanadas se incrementó rápidamente en ambos casos (con cáscara y sin cáscara), pero en las rebanadas peladas se alcanzaron mayores valores, 650 contra 390 ml de  $\text{CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ). Después de 30 minutos del cortado, la respiración disminuyó significativamente hasta alcanzar, después de 4 horas, valores similares a los de la fruta entera (alrededor de 20 ml de  $\text{CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ). La producción de etileno en las rebanadas sin cáscara y con cáscara se incrementó significativamente hasta alcanzar el valor máximo, 0.55  $\mu\text{L}$  de etileno  $\text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ , tres y cuatro horas después, respectivamente. Después de este momento, la producción de etileno disminuyó hasta valores menores a 0.2  $\mu\text{L} \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ , pero la disminución fue más lenta en las rebanadas peladas. En las frutas enteras no se detectó producción de etileno. Estos resultados indican que el daño físico producido por el cortado y pelado incrementó significativamente la respiración y la producción de etileno, con mayores efectos en las rebanadas peladas. Para disminuir estos efectos, que pueden disminuir la calidad, sería conveniente cortar y pelar las pitahayas previamente enfriadas.

## CHANGES OF RESPIRATION AND ETHYLENE PRODUCTION OF SLICES OF PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)

**Keywords:** minimally processed-fresh cut

### ABSTRACT

In recent years the consumption of fruits has been incremented, as well as the commercial interest for the marketing of foods ready to eat. The pitahaya (*Hylocereus undatus*) it is a tropical fruit with characteristic bittersweet flavor. When this fruit preserved by refrigeration its skin is damaged but the pulp conserve its quality characteristics. Slices of pitahaya pulp could be preserved as fresh cut fruit. The objective of this work was to evaluate the effect of cutting and peeling in the respiration rate and in the ethylene production of slices of pitahaya. Fruits without damages with the 70 % of their red skin were harvested. Slices of 2 cm of thickness were cut, they were divided in two lots, one with sliced and peeled fruits and another without peeled slices, they were conserved at  $20 \pm 1$  °C in adequate recipients. During the storage samples were taken in order to evaluate their respiration rate and its ethylene production. The whole pitahayas were also evaluated as reference. After cutting, the respiration rate of the slices was incremented quickly in both cases (with shell and without shell), but in the peeled slices higher values were reached, 650 vs 390 ml of  $\text{CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ . After 30 minutes of cutting, the respiration rate diminished significantly until reach, after 4 hours, values similar to those of the whole fruit (around 20 ml of  $\text{CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ ). In both kind of slices, (with and without skin) the ethylene production was increased significantly until reach the maximal rate, 0.55  $\mu\text{L}$  of ethylene  $\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ , three and four hours after cutting, respectively. After this moment, the ethylene production diminished to smaller values to 0.2  $\mu\text{L}$  even  $\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ , but decreasing was slower in peeled slices. Ethylene production of whole fruits was not detected. These results indicate that the physical damage produced by the cut and peeled increased significantly the respiration rate and ethylene production, with greater effects in peeled slices. In order to diminish these negative effects cutting and peeling in the quality of slices, It could be convenient to cut and to peel the pitahayas previously cooled.

### INTRODUCCIÓN

La demanda de frutas y hortalizas frescas de alta calidad, vida de anaquel prolongada y listas para ser consumidas se ha incrementado sensiblemente en diversos países del mundo, tanto en Estados Unidos como en Europa. Esta situación a dado lugar a que se genere la comercialización de frutas y hortalizas dirigida a productos que sean industrializados y conservados mediante la aplicación de tecnologías de procesamiento mínimo, (Díaz-Sobac, Vernon-Carter, 1999). Lo que ha dado lugar a un incremento en el consumo de frutas y hortalizas conservadas de esta forma, (Pereira et al., 2004), en lo cual también ha influido el incremento de la tendencia de consumir frutas y hortalizas debido a los beneficios a la salud que se les atribuyen.

El concepto frutas con procesamiento mínimo, o mínimamente procesadas, se basa en la aplicación de tratamientos que permitan su empaqueo, comercialización y facilidad de consumo o conveniencia, produciendo cambios poco notables respecto a las características deseadas de calidad del producto fresco entero, (Welti, 2001), de tal forma que las frutas procesadas de esta forma mantienen sus atributos y propiedades de calidad similares a las del producto fresco. En estos productos, las células del tejido continúan vivas (Wiley, 1994), sin embargo, esta condición no es imprescindible si se mantiene el estado de “frescura” del

alimento (Huxsoll y Bolin, 1989) o se preserva la condición de similitud al estado fresco (Wiley, 1994). Las ventajas de los alimentos mínimamente procesados es la frescura y conveniencia que ofrecen junto con la ausencia de aditivos y preservativos, así mismo se reduce el espacio durante el transporte y almacenamiento, decrece el tiempo de preparación y ofrece al consumidor un producto uniforme y de calidad consistente (Polenta, 1999).

Normalmente, las frutas mínimamente procesadas son más perecederas que el producto original intacto, lo que se debe a que durante su preparación, en las operaciones de pelado, troceado, cortado etc., la integridad del tejido se altera, induciendo a un incremento en las velocidades de respiración, producción de etileno y otras reacciones metabólicas y por lo tanto un incremento en la velocidad de deterioro de estos productos (Martin y Oms, 2005). El grado de daño sufrido por estos productos afecta al igual el grado en el cual se modifica su metabolismo, (Cantwell, 1998).

La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es una fruta tropical con sabor agridulce característico, poco comercializada en los mercados internacionales, pero con alto potencial económico (Ortiz, 2000). Sin embargo, la pitahaya se caracteriza por presentar una vida relativamente corta después de la cosecha, y que cuando se conserva en refrigeración su piel se deteriora, lo cual limita su comercialización, sin embargo la pulpa mantiene sus características de calidad durante un tiempo mayor, (Centurión 2002).

La tecnología del procesamiento mínimo ofrece una alternativa interesante para el aprovechamiento y comercialización de esta fruta al obtener un producto con mayor vida de anaquel y con valor agregado, de tal forma que se puedan encontrar condiciones que permitan conservar la calidad del producto, sin embargo, poco se sabe acerca del comportamiento de esta fruta como producto fresco cortado, como por ejemplo, su respuesta fisiológica al cortado y al pelado, operaciones del procesamiento mínimo.

El objetivo de este trabajo evaluar el efecto, a corto plazo, del cortado y del pelado del fruto sobre la velocidad de respiración y producción de etileno de rebanadas de pitahaya.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las pitahayas fueron cultivadas en un huerto localizado en el estado de Yucatán, México, cosechando aquellas frutas que presentaran su cáscara con un 70% de coloración roja característica. Los frutos fueron transportados el mismo día hasta el laboratorio de tecnología de los alimentos del Instituto Tecnológico de Mérida, México, con el mayor cuidado posible para evitar daños físicos por manejo, ya en el laboratorio, se seleccionaron en base al tamaño homogéneo y a la ausencia de defectos, se lavaron con agua y detergente comercial, se remojaron durante 5 minutos en una solución de 1000 ppm de cloro, con el fin de eliminar restos de tierra y disminuir carga microbiana, se escurrieron, se dejaron secar y se cortaron manualmente de manera longitudinal, con un cuchillo de acero inoxidable, en rebanadas de aproximadamente 2 cm. de grosor, una vez obtenidas las rebanadas se dividieron en dos lotes, uno con rebanadas sin pelar y otro con rebanadas peladas, las cuales se mantuvieron a  $20 \pm 1$  °C en recipientes de plástico de 750 ml., con tapa de cierre hermético, los cuales tenían una septa para tomar muestras de la atmósfera del interior del recipiente. Durante el almacenamiento se fueron tomando muestras para evaluar la velocidad de respiración y de producción de etileno; como referencia, también se evaluaron pitahayas enteras. Las mediciones se realizaron cada 1, 4, 8, 16, 30 minutos y después cada hora hasta las 12, 24 y 40 horas, analizando cada muestra por triplicado. Simultáneamente se realizó un control con frutos de pitahaya enteros conservados bajo las mismas condiciones. La producción de CO<sub>2</sub> y de etileno se evaluaron por cromatografía de gases, inyectando 2 ml. de la atmósfera del interior del recipiente que contenía las rebanadas y los frutos de pitahaya, (Centurión, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variación de la respiración

Al momento después del cortado, la respiración de las rebanadas se incrementó significativamente en ambos casos, peladas y sin pelar, pero en las rebanadas peladas se alcanzaron mayores valores. La cantidad de CO<sub>2</sub> producido por las rebanadas sin cáscara fue significativamente mayor, más del doble, que la cantidad producida por las rebanadas con cáscara, (Figura 1), lo cual se explica porque el daño mecánico en las rebanadas peladas fue más severo que en las rebanadas sin pelar, daño adicional producido al eliminarles la cáscara; tal como se ha obtenido en diversos estudios, (González et al., 2005), cuyos resultados indican que la respuesta de los tejidos de las frutas depende de la magnitud del daño al que se sometan.

Por su parte, la respiración de la fruta entera, se mantuvo prácticamente constante durante los 2 días de medición.

Después del rápido incremento inicial producido por el cortado y el pelado, la respiración de las rebanadas comenzó a disminuir en ambos casos, después de que alcanzó el valor máximo, para que a partir de las 2 horas después del cortado, alcanzaran valores similares entre si y a la respiración del fruto entero, circunstancia que se mantuvo durante el resto del tiempo evaluado, 48 horas.

El incremento de la respiración de los tejidos vegetales se asocia con un incremento de su actividad fisiológica y bioquímica, lo cual permite asumir que al aumentar la actividad fisiológica del fruto por efecto del corte, su tiempo de vida útil tiende a disminuir (Wiley, 1994), lo cual indica que las rebanadas peladas tendrían una vida útil menor que las no peladas. Saltveit (1997), propone que la magnitud de la respuesta fisiológica de las frutas cuando sufren heridas, generalmente se incrementa al aumentar la severidad del daño, y que después de alcanzar cierto grado de severidad, puede no incrementarse la respuesta metabólica.

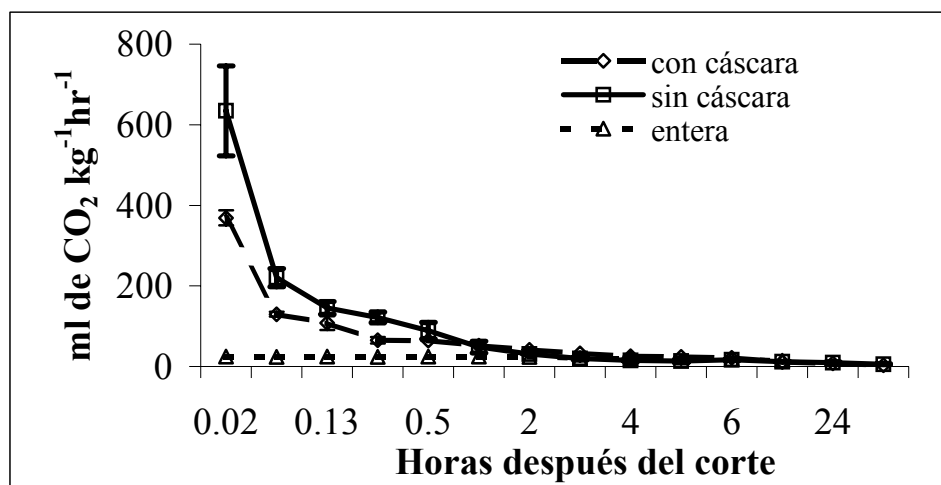
Respuesta similar fue encontrada por Estrada (2002) en fracciones de chicozapote, (*Achras sapota*) ya que inmediatamente después del cortado se produjo un incremento significativo en la respiración para luego ir decreciendo conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento, al igual se detectó en cilindros de melón un incremento inmediato en la producción de CO<sub>2</sub> después del corte (Luna y col., 1999).

### Variación de la producción de etileno

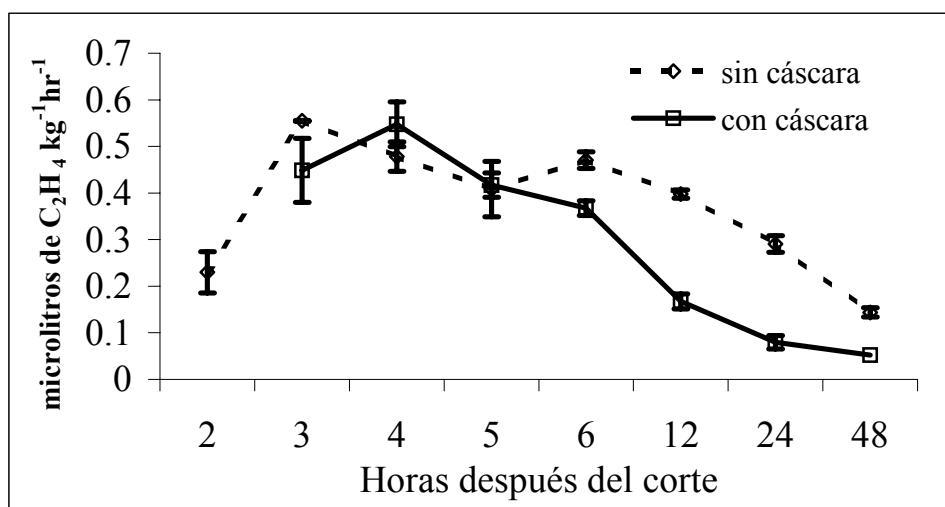
La pitahaya es una fruta que produce bajas cantidades de etileno. En las rebanadas de pitahaya sin cáscara, se comenzó a detectar producción de etileno a partir de las 2 horas después del corte, alcanzando su mayor valor a las 3 horas, (Figura 2) mientras que en las rebanadas sin pelar, con cáscara, la producción de etileno se comenzó a detectar una hora después que en las peladas, a las 3 horas después del corte, alcanzando el mayor valor a las cuatro horas después del corte; los mayores valores alcanzados fueron estadísticamente iguales. En ambos casos, después de que se alcanzó el mayor valor, la producción de etileno fue disminuyendo, pero de forma más lenta en las rebanadas peladas. Después de 48 horas del cortado, las rebanadas peladas continuaron produciendo etileno en cantidades significativamente mayores que las que tenían cáscara, a diferencia de las pitahayas enteras, en las cuales no se detectó producción de etileno.

Estos resultados indican que el mayor daño que recibieron las rebanadas de pitahaya peladas influyó de forma significativa en la producción de etileno, lo cual coincide con resultados obtenidos con otras frutas como (Bretch, 1995), los que señalan que la producción de etileno es proporcional al área superficial dañada y a la intensidad del estrés.

El incremento de la producción de etileno podría tener un efecto negativo en la vida útil de las rebanadas, ya que incrementaría la velocidad de los procesos metabólicos y por lo tanto de su senescencia, (Watada y Qi, 1999),



**Figura 1.** Variación de la velocidad de respiración de rebanadas de pitahaya después del cortado, conservadas a 20 °C durante 48 horas. Las líneas verticales indican la desviación estándar.



**Figura 2.** Variación de la producción de etileno de rebanadas de pitahaya después del cortado, conservadas a 20 °C durante 48 horas. Las líneas verticales indican la desviación estándar.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que el daño físico producido por el cortado y el pelado de la pitahaya produjeron un incremento sensible en la respiración y en la producción de etileno, siendo mayor el efecto en las rebanadas que fueron sometidas a mayor daño físico, o sea en las rebanadas peladas. En ambos casos, la respiración y la producción de etileno fueron significativamente mayores que en las frutas enteras; sin embargo este incremento fue temporal, ya que al cabo de cierto tiempo regresaron a valores similares a los del fruto entero. Para disminuir estos efectos negativos en la calidad y vida útil de las rebanadas de pitahaya,

sería conveniente cortar y pelar las pitahayas previamente enfriadas, para que la magnitud de su respuesta fuera de menor intensidad.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al fondo SISIERRA-CoNACYT y a la Dirección general de Educación Tecnológica por los apoyos otorgados para el desarrollo satisfactorio del proyecto.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bretch J., 1995. Physiology of Lightly Processed Fruits and Vegetables. *Hortscience*, 30(1).
- Cantwell, M. 1998. Fresh-Cut Biology and Requirements. In: *Fresh-Cut Products: Maintaining Qual. And Safety*. Univ. Calif. Davis Postharvest Hort Series No.10 Section 4b.
- Centurión Y. A. R. Caracterización y Conservación de Pitahaya (*Hylocereus Undatus*) y Mamey (*Pouteria Sapota*) durante su maduración. Tesis Doctoral. Instituto Tecnológico de Mérida, México.
- Díaz-Sobac R., Vernon-Carter J., 1999. Inocuidad microbiológica de Frutas Frescas y Mínimamente Procesadas. *Cienc. Tecnol. Aliment.* Vol. 2(3).
- Estrada, G. 2002. Conservación de fracciones de chicozapote (*Achras Sapota*) mínimamente procesadas. Tesis De Maestría. Instituto Tecnológico De Mérida.
- González Ag, Gardea Aa., Cuamea Nt., 2005. Nuevas Tecnologías en la Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados. Cyted.
- Huxsoll, C.C. y Bolin, H.R. 1989. Processing and distribution alternative for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 43 (2).
- Luna, G. I., Cantwell, M; Barrett, D. 1999. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity *Postharvest Biology and Technology* 17.
- Martín Belloso, O; Oms Oliu, G. Efecto de la atmósfera modificada en las características físico-químicas y nutricionales de la fruta fresca cortada. Simposium “Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados” La Habana Cuba.
- Ortiz, Y. 2000. Pitahaya, Un nuevo cultivo para México. Series Biotecnológicas. Editorial Limusa. México.
- Pereira, L.M; Rodríguez, A.C; Sarantopoulos CL; junqueira V; Cunha R y Hubinder M. 2004. Influence of modified atmosphere packaging and osmotic dehydration on the quality maintenance of minimally processed guavas. *J. Food Sci.* 64 (4).
- Polenta, G. 1999. El avance de frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Artículo de difusión.
- Salveit, M.E. Jr. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. In: Salveit. M.E. (ed), *Proceedings of Seventh International Controlled Atmosphere Conference*, vol 4. Postharvest Outreach Program, University of California Davis, CA.
- Watada AE., Qi L., 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, 15.
- Welti Chanes. J. (2001). Novedades y alternativas para el procesamiento de frutas. *Agrotecnia*, Vol. III
- Wiley, R.C. 1994. Introduction of minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Ed R.C. Wiley. New York Chapman Hall.