

Efecto de la temperatura de almacenamiento y uso de cera sobre la actividad respiratoria y algunos atributos de calidad de frutos de parchita *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener cv 'Maracuya'¹

Effect of storage temperatures and use of wax on the respiratory activity and internal composition of passion fruit *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener cv 'Maracuya'

K. Gómez P.²

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos en un experimento realizado con frutos de parchita cv. 'Maracuya'. La cosecha se realizó con tijeras durante las primeras horas de la mañana. Luego los frutos se trasladaron en cestas plásticas al laboratorio para su selección y lavado. Se evalúa el efecto de dos temperaturas de almacenamiento (12 y 25°C) y la aplicación ó no de cera Primafresh C (0 y 100%) sobre el comportamiento de algunas características fisiológicas, físicas y químicas de los frutos durante su postcosecha. La utilización de la cera y/o una temperatura de almacenamiento de 12°C ± 80% HR, prolongó la vida en almacén del producto, redujo las pérdidas de peso y permitió mantener una adecuada apariencia externa. **Palabras clave:** encerado, parchita, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, almacenamiento, postcosecha.

Abstract

These results were obtained in an experiment carried out with fruits of passion fruit cv 'Maracuyá'. The harvest was done with scissors early in the morning. Then, fruits were moved to the lab in plastic baskets and then the fruits were selected, washed and disinfected with a solution of Benomil (1%) + sodium hypochlorite (10%), and air dried. Effect of two storage temperatures (12 and 25°C) and use of wax (Primafresh C) in two concentrations (0 and 100%) on physiological, physical and chemical fruit characteristics were evaluated during postharvest time. Use of wax and/or a storage temperature of 12°C ± 80% relative humidity, extended the shelf-life of the product, reduced the weight losses

Recibido el 07-04-1999 ● Aceptado el 25-01-2000

1. Proyecto N° SI-2342, financiado por el CONICIT.

2. Universidad Rómulo Gallegos, Departamento de Producción Vegetal, Area de Ingeniería, San Juan de los Morros, estado Guárico, Venezuela. e-mail: kinidogp@cantv.net

and maintained an adequate external appearance.

Key words: Passion fruit, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, postharvest, storage, wax coated.

Introducción

Los cambios en la tasa respiratoria constituyen uno de los eventos más importantes durante la etapa postcosecha de los frutos. La perecibilidad de los frutos cosechados es generalmente proporcional a su tasa de respiración; en base a este patrón respiratorio durante la maduración, estos pueden clasificarse en climatéricos y no climatéricos. Los frutos climatéricos exhiben un gran incremento en la producción de etileno (C_2H_4) y CO_2 que coincide con la maduración (5, 11).

Los frutos de parchita 'Morada' *Passiflora edulis* Sims. exhiben un típico patrón de respiración climatérico, con un consumo de $25 \text{ ml } O_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en el punto mínimo y $45 \text{ ml } O_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en el máximo, emanando usualmente grandes cantidades de etileno ($370 \text{ } \mu\text{l } \text{kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.) bajo condiciones ordinarias (25°C). El inicio de la producción de etileno coincide con el inicio del aumento del climatérico (12 días después de la cosecha). A 20°C la máxima producción de etileno se alcanza dos días después del pico climatérico, mientras que a 25°C ocurre a los ocho días. A 29°C el inicio en la producción de etileno, así como del pico climatérico, ocurre más rápidamente (cuatro días después de la cosecha), sin embargo, la máxima producción de etileno ocurre a los doce días después de la cosecha, pero dos días antes del pico climatérico; estas diferencias fueron atribuidas a la

variedad usada y las condiciones de crecimiento y temperatura. (1, 14). Frutos de parchita 'Maracuya' almacenados a 20°C alcanzan el climaterio entre los días 4 y 7 después de la cosecha, mientras que a 5°C no se presenta, al no ocurrir la maduración a 10°C éste no está muy bien definido. A una temperatura de 20°C se produce $6,21 \text{ mg } CO_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en el punto mínimo y $7,49 \text{ mg } CO_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en el punto máximo. (12).

El uso de películas plásticas transparentes como el polietileno, alkatene, pliofilm, las cuales se conocen ofrece resistencia al vapor de agua, y han sido utilizadas en el preempaque de frutas y hortalizas. De ellos se conoce que en parchita morada se reduce la pérdida de agua por transpiración, así como el arrugamiento (13). Frutos de parchita 'Maracuya' después de 14 días de almacenamiento a temperatura ambiente, mantenidos en bolsas herméticas de polietileno presentaron buenas condiciones externas, ocurriendo lo mismo con el 80 % de los frutos empacados en bolsa de polietileno con perforaciones; siendo las pérdidas de peso en primer caso de 0,85 % y de 8,15 % en el segundo, los frutos sin empacar sufrieron una pérdida de peso de 31,45%. (8). La utilización de empaque plástico, pero con diferentes espesores (0,001; 0,0015 y 0,002 pulgadas) y número de perforaciones (0, 6 y 12 de 0,5 mm de diámetro),

ocasiona un retraso en la maduración de los frutos, lo cual combinado con una temperatura entre 10 y 12°C, prolonga en un 50 % el tiempo de conservación (30 días), disminuye las pérdidas de peso y estabiliza la composición química del fruto. A 25°C los frutos presentan un sabor desagradable a juicio de los catadores. La fermentación en bolsas selladas es propia en medios con enrarecimientos del oxígeno, en donde actúan los microorganismos produciendo sabor y olores desagradables, que acompañados por la descomposición orgánica, llevan al deterioro total del fruto (7). Resultados similares a los anteriores son reportados en Brasil, la pérdida de peso de los frutos a los 42 días fue de solo 1,02% en aquellos empacados en bolsas de polietileno de 15 micras de espesor con respecto al 18,37 % en frutos sin empacar, así

mismo, en los primeros la pérdida de peso permaneció prácticamente sin alteración hasta el día 42, mientras que en los otros se presentó un aumento constante de pérdida de peso desde los 14 días de almacenamiento. Adicionalmente no se detectaron diferencias entre los tratamientos para los valores de sólidos solubles totales y azúcares reductores, encontrándose estos valores entre 13,21 y 14,06 °Brix y 5,056 a 5,768% para cada tipo de empaque respectivamente (8).

El objetivo de este trabajo fue comparar el efecto de la combinación de dos temperaturas de almacenamiento y el uso de la cera Primafresh C sobre la respiración y algunos parámetros de calidad de frutos de parchita 'Maracuya' empacados con película plástica de reducida permeabilidad (Envoplast®).

Materiales y métodos

Se cosecharon con tijeras cuatro lotes de frutos de parchita 'Maracuya', durante las primeras horas de la mañana seleccionándolos de acuerdo a los siguientes criterios: a) adheridos a la planta. b) tamaño homogéneo. c) ausencia de daños por plagas, enfermedades y/o mecánicos. d) color de la corteza verde-amarillo, (2, 12). Los frutos fueron transportados inmediatamente al laboratorio en cestas plásticas para evitar daños mecánicos; se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (10%) + Benomil (1%) + adherente (1%), secándose al aire posteriormente. Pasadas 24 horas se seleccionaron 30

frutos y se empacaron en 10 grupos de tres frutos cada uno con envoltura plástica Envoplast®, luego se sometieron a los siguientes tratamientos: T₁ (almacenamiento a 25°C sin encerado), T₂ (almacenamiento a 25°C encerado) T₃ (almacenamiento a 12°C sin encerado), T₄ (almacenamiento a 12°C encerado); distribuidos en un diseño completamente aleatorizado. La cera utilizada fue Primafresh C. Todos los tratamientos se almacenaron en cámaras climáticas marca Hotpack modelo 603350 con 80% de humedad relativa. Los frutos se evaluaron hasta que comenzaron a evidenciar signos de deterioro.

Actividad respiratoria. Se colocaron en cada tratamiento 20 frutos verdes pero fisiológicamente maduros, 50 a 60 días después de la antesis (DDA), (4, 14), distribuidos en cuatro respirómetros, cada uno constituyó una repetición. Se utilizó el método basado en la recolección del dióxido de carbono (CO_2), en un álcali (NaOH 0,1 N) en un envase cerrado para luego realizar la determinación cuantitativa en un ácido patrón (HCl) (10). Los resultados se expresaron en $\text{mg CO}_2 \text{ kg de fruto}^{-1} \text{ hora}^{-1}$, utilizando las siguientes ecuaciones:

$\text{N}^\circ \text{ meq HCl} = \text{vol. HCl} \times \text{normalidad del HCl (I)}$

$\text{N}^\circ \text{ meq CO}_2 = \text{vol. HCl} \times \text{normalidad/2 del HCl (II)}$

$\text{mg CO}_2 = \text{meq CO}_2 \times 44 \text{ mg (III)}$

$\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1} = \text{mg CO}_2 \times 1/\text{peso de la muestra} \times 1/\text{tiempo}$

Determinaciones físicas. a) Pérdida acumulada de peso fresco en

gramos (g), usando una balanza electrónica calibrada, b) Textura medida a frutos completos provistos de su corteza, con el medidor de firmeza de la Universidad de California (U.C. firmness tester) y los resultados expresados en Newton (N).

Determinaciones químicas.

a) El contenido de sólidos solubles totales (SST) fue determinado con un refractómetro marca Atago N1, expresando los resultados en °Brix, b) Acidez titulable: se utilizó el método del indicador para soluciones ligeramente coloreadas (3), usando como titulador el hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N y como indicador la fenoltaleína, y expresada como porcentaje acidez, a partir de la siguiente expresión matemática:

$\% \text{ Acidez} = \text{ml NaOH } 0,1\text{N} * 6,4 / 10.$

c) El pH se determinó con un potenciómetro o peachímetro, marca Orion.

Resultados y discusión

En el cuadro 1 se observa que independientemente de la presencia o no de la cera, la mayor tasa de respiración en promedio se presentó en los frutos almacenados a 25°C (50,4 y 47,2 $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ respectivamente), los cuales maduraron y deterioraron más rápidamente (15 días), que aquellos almacenados a 12°C (24,3 y 21,9 $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), en donde el deterioro se presentó después de 21 días de almacenamiento.

El análisis estadístico detectó diferencias ($P < 0,01$) entre las temperaturas de almacenamiento, independientemente del uso de la cobertura cerosa utilizada (cuadro 2);

al duplicarse la temperatura de 12°C a 25°C, la respiración también llegó a ser más del doble, lo cual indica el efecto de esta variable sobre el incremento de la velocidad de las reacciones biológicas.

En la figura 1 se aprecia mejor lo antes mencionado. Aún cuando a 25°C no se detectó claramente el climaterio, los frutos sin cera registraron un aumento en su tasa respiratoria a partir del quinto día, el cual se mantuvo hasta el día 13, posiblemente ocasionado por el ataque de microorganismos; la presencia de la cera parece estabilizar el proceso de respiración, aunque no evitó el daño

Cuadro 1. Tasa de respiración (mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) en frutos de parchita cv. 'Maracuya' a diferentes temperaturas de almacenamiento, con y sin encerado.

| Días | 1 | 3 | 5 | 9 | 11 | 13 | 15 | 18 | 21 | Prom. |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| Tratamiento | | | | | | | | | | |
| 25 °C | 55,1 | 54,7 | 55,3 | 58,4 | 57,3 | 55,3 | 44,8 | - | - | 50,4 ^a |
| 25 °C + encerado | 67,7 | 44,9 | 45,7 | 40,3 | 43,8 | 45,7 | 44,4 | - | - | 47,2 ^a |
| 12°C | 35,8 | 12,7 | - | 23,3 | 24,6 | - | 36,4 | 31,8 | 30,6 | 24,3 ^b |
| 12 °C + encerado | 19,9 | 18,4 | - | 20,0 | 25,9 | - | 20,2 | 19,6 | 25,9 | 21,9 ^b |

*Valores promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente entre si, (Duncan 5%).

Cuadro 2. Efecto de la combinación de temperaturas de almacenamiento y aplicación de cera sobre la tasa de respiración promedio ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) y otros componentes de la calidad de frutos de parchita cv 'Maracuya'.

| Tratamiento | Tasa de respiración | Textura (Nw) | Acidez (%) | $^{\circ}\text{Brix}$ | $^{\circ}\text{Brix}/\text{acidez}$ |
|------------------|---------------------|-------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 25 °C | 50,29 ^a | 12,8 ^a | 3,3 ^a | 14,5 ^a | 4,4 ^a |
| 25 °C + encerado | 47,48 ^a | 12,3 ^a | 3,3 ^a | 15,4 ^a | 4,8 ^a |
| 12 °C | 24,29 ^b | 10,9 ^b | 3,3 ^a | 15,3 ^a | 4,6 ^a |
| 12 °C + encerado | 21,87 ^b | 11,4 ^b | 3,3 ^a | 14,5 ^a | 4,4 ^a |

*Valores promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente entre si, (Duncan 5%).

por microorganismos. En el tratamiento sin cera sometido a 12°C aún cuando no esta muy bien definido el momento del climaterio, parece ser que este se presenta a partir del día once, con una duración aproximada de seis días, mientras que la presencia de la cera ocasionó poca variación en la tasa de respiración a lo largo del período de observación. Similar

comportamiento tuvieron los tratamientos sometidos a 25°C, el experimento fue suspendido por la fuerte incidencia de microorganismos, cuyo incremento fue favorecido por el ambiente con enrarecimiento de oxígeno que ocasiona el bloqueo de los estomas y reduce la permeabilidad de la cutícula al oxígeno, siendo similar este hecho al reportado por la literatura,

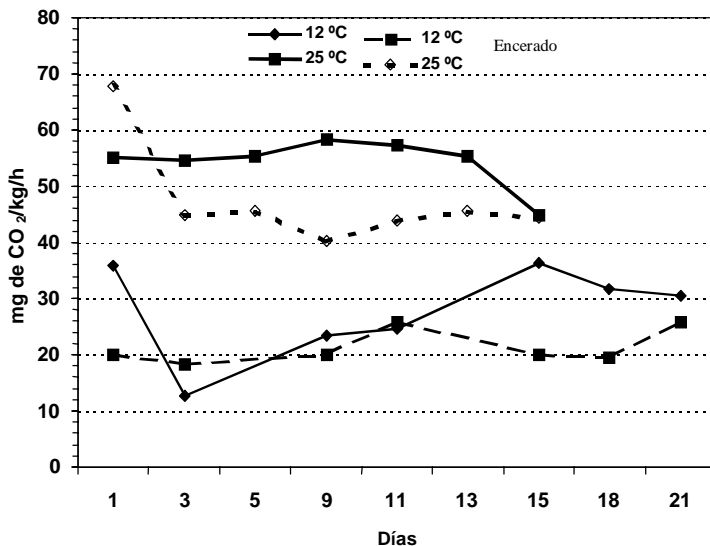


Figura 1. Tasa de respiración en frutos de parchita 'Maracuya'.

al utilizar empaques de plástico herméticamente cerrados (7). La poca claridad en el desarrollo del climaterio podría estar indicando que estos frutos fueron cosechados en un estado de maduración algo avanzada.

Al evaluar el efecto de la combinación de tratamientos sobre las demás variables (cuadro 2), sólo se detectaron diferencias ($P < 0,05$) entre las temperaturas para la variable textura, pudiéndose asociar la menor resistencia de la corteza de los frutos almacenados a 12°C (10,9 N) a un mayor turgor en su cutícula, la cual se presentó más quebradiza. Aquellos frutos almacenados a 25°C, mostraron un mayor porcentaje de superficie arrugada y elasticidad en su corteza, como consecuencia de una mayor pérdida de humedad a través de la transpiración. Los frutos almacenados a 12°C con cubierta cerosa, si bien presentaban turgor en su cutícula, la misma no era quebradiza, de allí una mayor resistencia, similar a la de los frutos almacenados a 25°C, pero sin la presencia de superficie arrugada, es decir, presentaban mejor apariencia externa. La ausencia de diferencias

estadísticas para la variable °Brix coincide con la literatura citada, al comparar la dinámica de maduración en frutos empacados y sin empacar (8).

En el cuadro 3, se puede observar las diferencias altamente significativas que los diferentes tratamientos evaluados ejercieron sobre el período de vida en almacén. Destaca el uso de la temperatura a 12°C, con o sin cera, como aquel que prolonga por más tiempo la vida postcosecha de estos frutos (21,5 y 19,5 días respectivamente); mientras que a una temperatura de 25°C, tiene un efecto menos duradero (14 y 10,5 días). Igual tendencia se aprecia sobre la pérdida de peso, los frutos almacenados a 12°C presentaron una pérdida acumulada entre 15,3 y 16,6 gramos (con y sin cera), mientras que a 25°C alcanzo valores entre 78,3 y 81,4 gramos respectivamente. Estos resultados han sido también observados en otros frutos como plátanos (*Musa sp.*, grupo AAB) y mango (*Mangifera indica* L.) (6, 9, 15). La reducción del peso puede atribuirse a que estos productos cerosos actúan como barreras protectoras que limitan la transpiración.

Cuadro 3. Efecto de algunas prácticas postcosecha sobre la pérdida de peso y la duración en condiciones adecuadas en almacén (días) de frutos de parchita cv 'Maracuya'.

| Tratamiento | Pérdida de peso acumulado | Promedio de días |
|------------------|---------------------------|-------------------|
| 25 °C | 81,4 ^a | 10,5 ^b |
| 25 °C + encerado | 78,3 ^a | 14,0 ^b |
| 12 °C | 16,6 ^b | 19,5 ^a |
| 12 °C + encerado | 15,3 ^b | 21,5 ^a |

*Valores promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente (Duncan 5%)

Conclusiones

Temperaturas de almacenamiento de 25°C, incrementan el intercambio gaseoso, de los frutos de parchita ocasionando una pérdida de peso, de hasta 5 veces más, en comparación con temperaturas de almacenamiento de 12°C. También ocurre, un rápido deterioro del fruto, al disminuir hasta en un 85% la vida en almacén a 25°C de estos frutos, cuando se almacenan.

La aplicación de cera Primafresh C permite una mayor preservación del fruto, además de minimizar las pérdidas de peso, al limitar la transpiración

del fruto. Esta mayor preservación se evidencia mejor a la temperatura de 25 °C en la cual el tratamiento con cera incremento en 33% (3,5 días) la vida útil del fruto en almacén en comparación con el 10% (2 días) obtenido a 12°C.

Frutos cubiertos con cera Primafresh C, preempacados con Envoplast® y almacenados a 12 °C presentaron una mayor vida en almacén (21,5 días), menor pérdida de peso acumulado (15,3 g) y mejor apariencia externa.

Literatura citada

1. Akamine, E. K., R. E., Young and J. B., Biale. 1957. Polinitation and ethylene production in purple passion fruit. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 69:221-225.
2. Arjona, H.E., F.B. Matta and J.O Jr. Garner. 1991. Growth and composition of passion fruit *Passiflora edulis* and Maypo *P. incarnata*. Hortscience 26(7):921-923.
3. A.O.A.C. 1975. Official methods of analysis. 12th ed. Assoc. Offic. Agr. Chemist. Washington DC.
4. Avilan, L., F., Leal Y D., Bautista. 1989. Manual de fruticultura. Caracas. 1475 p.
5. Biale, J.B. 1960. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. Adv. Food Res. 10:293-354.
6. Castrillo, M. and W. Bermudez. 1992. Postharvest ripening in wax-coated Bocado mango. International Journal of food Science and Technology 27:457-463.
7. Collazos, E. O.; A., Bautista G.; B., Millan M. Y B., Mapura, M. 1984. Efecto de bolsas de polietileno en la conservación de Maracuya *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener, Curuba *Passiflora mollissima* HBK Bailey y Tomate *Lycopersicon esculentum* Miller. Act. Agron. Vol. 34(2):53-59.
8. Da Gama, F.S.N., I., Manica; H.G., Kuos K. Y M.R., Accorsi. 1991. Aditivos y embalagens de polietileno na conservação do Maracuja amarelo armazenado em condições de refrigeração. Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas Agropecuaria Brasileira.
9. Flores. 1987. Estudio del efecto del Semperfresh y Primafresh sobre la maduración de plátanos (*Musa sp*, grupo AAB) cv Harton. FUSAGRI, Programa Hortalizas, Anexo N° 1.

10. Garcia, P. M. 1991. Estudio de algunos cambios postcosecha de frutos de jobo de la India *Spondias cytherea* Soon B. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía U.C.V. Maracay.
11. Kader, A.A. 1985. Postharvest biology and technology: an overview. En: Postharvest technology of horticultural crops. 192 p.
12. Ochoa C., F.M.; R., Pulgar; M., Gutierrez Y R., Delgado. 1984. Efecto de la temperatura sobre la maduración y almacenamiento de frutos de parchita Maracuya *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener. EN: XI Jornadas Agronómicas, S.V.I.A., Maracaibo, Venezuela 24 p.
13. Pruthi, J. 1963. Physiology, chemistry and technology of passion fruit. Adv. Food Res. 12:203-282.
14. Sjaifullah Y.M.C.C. Lizada. 1985. Production of ethylene, carbon dioxide and 1-aminopropane 1-carboxylic acid during ripening of avocado, passion fruit, plantain and sapota. Indonesian Journal of Crop Science, vol. 1, N° 2, pp. 105-112.
15. Zambrano J.; S. Briceño; C. Méndez; J. Manzano y E. Castellano. 1996. Cambios en la maduración de frutos de mango cubiertos con ceras, durante el almacenamiento. Agronomía Tropical 47 (1): 5-15.