

# Efectos fisiológicos de badea (*Passiflora quadrangularis*) y yuca (*Manihot esculenta*) utilizando recubrimientos a base de cera y parafina bajo conservación en frío.

## Physiological effects of badea (*Passiflora quadrangularis*) and cassava (*Manihot esculenta*) using paraffin and wax coatings under cold storage.

DOI: <http://dx.doi.org/10.23850/24220582.113>

Recibido: 30-07-2014 Aceptado: 30-11-2014

Juan Manuel Sánchez Soto,<sup>1</sup> Licelander Hennessey Ramos,<sup>2</sup> Eyleen Jenniffer Torres Mendoza,<sup>3</sup>

### Resumen

Los mercados hortofrutícolas ante los retos de la conservación de alimentos dejan al descubierto la necesidad de identificar y evaluar los tratamientos de conservación adecuados para productos en fresco, para disminuir al máximo las pérdidas poscosecha y prolongar su vida en anaquel. El objetivo de este estudio es valorar el comportamiento de los recubrimientos de la badea (*Passiflora quadrangularis*) con cera y la yuca (*Manihot esculenta*) empleando parafina grado alimenticio, determinando los cambios fisiológicos que pueden alterar la calidad en condiciones controladas de almacenamiento. En *Passiflora quadrangularis*, después de 12 días de almacenamiento, se encontró una pérdida de peso de 18.63 g en promedio, con el tratamiento de cera comercial (KMnO<sub>4</sub>) empacada en bolsas PE perforadas, con una pérdida de 1.11 g/100g, un peso de 1307.11 ± 177.00 g, rendimiento del jugo y arilo 15.01 ± 1.86 %, y pulpa 69.29 ± 4.82 %, pH promedio de 3.91 ± 0.12, sólidos solubles de 10.78, acidez de 0.80 ± 0.10 g/100g. En cuanto a la yuca se encontró un peso de 565.40 ± 323.50 g, longitud 23.58 cm ± 6.18, y diámetro 60.53 mm. El tratamiento de parafinado presentó un rendimiento de 76.68% ± 7.55 y una pérdida de humedad del 16.20% ± 1.2. La tasa respiratoria de la yuca sin parafinar al transcurrir los 15 días fue de 100.57 mg CO<sub>2</sub>/Kg\*h y parafinada fue 116.82 mg CO<sub>2</sub>/Kg\*h, a 8°C. Los tratamientos de conservación son efectivos, mantienen la calidad del fruto y controlan la pérdida de peso por transpiración.

1 Colombiano. Magíster en Gerencia de Programas Sanitarios e Inocuidad de Alimentos, Universidad para la Cooperación Internacional "UCI" en San José de Costa Rica, Instructor de Agroindustria Centro Agropecuario Sena Buga, Integrante Grupo de Investigaciones en Ciencias y Tecnologías Agroindustriales, Líder de la Escuela Nacional de Poscosecha de Frutas y Hortalizas, [jusanchez@sena.edu.co](mailto:jusanchez@sena.edu.co), [ing\\_juanma@misena.edu.co](mailto:ing_juanma@misena.edu.co)

2 Colombiano. Estudiante de Maestría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Manizales, Ingeniero Agroindustrial, Instructor de Agroindustria en la Granja, Espinal Sena, Tolima, [licelander@gmail.com](mailto:licelander@gmail.com)

3 Colombiana. Especialización Tecnológica en Gerencia de Proyectos Agropecuarios, Ingeniera Agroindustrial, Instructora de Agroindustria en el Centro Agropecuario Sena de Buga. [eyleenje@misena.edu.co](mailto:eyleenje@misena.edu.co)

**Palabras clave:** Poscosecha, *Passiflora quadrangularis*, *Manihot esculenta*, fisiología, intensidad respiratoria.

## Abstract

The fruit and vegetable markets create challenges regarding the storage of perishable foods and exhibits the need to identify and evaluate the proper conservation treatments for products on the shelf, reducing to the minimum proportion the losses after harvest and maximizing its shelf life. The objective of this study is to evaluate the behavior of the coatings on Badea (*Passiflora Quadrangularis*) with wax and Cassava (*Manihot Esculenta*) using food grade paraffin, determining the physiological changes that can alter the quality of the product under controlled storage conditions.

For Badea, *Passiflora quadrangularis*, after 12 days of storage, an average weight loss of 18.63 gr was registered, with the commercially available coatings ( $\text{KMnO}_4$ ), packed in perforated PE bags with: a loss of 1.11 g/100g, a weight of  $1307.11 \pm 177.00$  g, juice yield and aryl:  $15.01 \pm 1.86$  %, y pulpa  $69.29 \pm 4.82$  %, average pH value:  $3.91 \pm 0.12$ , soluble solids of 10.78, acidity of  $0.80 \pm 0.10$  g/100g. With Cassava, the registered weight was  $565.40 \pm 323.50$  g, length:  $23.58 \text{ cm} \pm 6.18$ , and diameter of 60.53 mm. The applied treatment was paraffin presenting a  $76.68\% \pm 7.55$  yield and a  $16.20\% \pm 1.2$  humidity loss. The breathing rate of the Cassava without paraffin treatment, was  $100.57 \text{ mg CO}_2/\text{Kg}^*\text{h}$  and with paraffin was  $116.82 \text{ mg CO}_2/\text{Kg}^*\text{h}$ , at  $8^\circ\text{C}$ . The conservation treatments are effective, keeping the quality of the products protected, and controlling the loss of weight by transpiration.

**Keywords:** Post-Harvest, *Passiflora Quadrangularis*, *Manihot Esculenta*, Physiology, Respiratory Intensity.

## Introducción

La investigación se desarrolló en el municipio de El Espinal - Tolima, ubicado a  $4^\circ 10' 19''$  LN  $74^\circ 10' 19''$  LO, con una altitud de 323 msnm. y una precipitación de 1227.4 mm que puede variar año a año; con registros superiores e inferiores de 1500 mm de lluvias. La Granja de El Espinal - Tolima, cuenta con 11 hectáreas destinadas a la producción agrícola con frutos como mango, piña, badea, maracuyá, pimentón, ají jalapeño, pepino y tomate cherry. En este estudio se escogieron la Badea (*Passiflora Quadrangularis*) y la Yuca (*Manihot esculenta*) por ser alimentos frescos muy sensibles a las condiciones ambientales y por su alta perecedibilidad, reacciones que contemplan estudios para fortalecer la vida útil del producto en fresco. Además, de su análisis durante la maduración para la aplicación de tratamientos que permitan prolongar su calidad (Bohórquez, 2002).

En la Escuela Nacional de Poscosecha en la Unidad del Centro Agropecuario La Granja, Regional Tolima del Servicio Nacional de Aprendizaje - Sena, se realizan actividades de valor formativo para los aprendices y para el entorno productivo.

La yuca es un tubérculo de la familia *Euforbiácea*, género *Manihot*, siendo de la especie *Manihot esculenta* Grantz; mundialmente conocida. Es un cultivo perenne, con alta producción de raíces tuberosas, como fuente de carbohidratos y follajes para la elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas, (Rosses, 2005). En su producción Colombia ocupa el puesto 22 con 2.264.460 ton. (FAOSTAT, 2010). La mayor parte de la producción se emplea en la obtención de bioetanol, pero el principal problema que presenta la comercialización de las raíces en zonas distantes al lugar de producción es el deterioro poscosecha que sufren a

las 48 horas de extraídas del suelo. Los síntomas de deterioro de las raíces se manifiestan con cambio de coloración en los tejidos parenquimatosos y los haces xilógenos, adquiriendo éstos una coloración azulada, para luego pasar a marrón, en forma de estrías vasculares (Montaldo *et al.*, 1973).

Los estudios sobre yuca parafinada son pocos, a pesar de ser uno de los productos seleccionados por su potencial de producción y mercados en países como Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Honduras entre otros, donde han incursionado en este ámbito como parte integral del proceso de incremento y diversificación de las exportaciones del país, (Fonseca, 2005). Hasta la fecha, la yuca parafinada no está sometida a ningún control de cuarentena, siempre y cuando cumplan con las condiciones higiénicas que indica la Directiva 77/93/CEE de la Comisión y posteriores modificaciones para el caso de Nicaragua.

La badea (*Passiflora quadrangularis*), se comercializa en el mismo sitio donde se cultiva, no es considerada como un producto para la agroindustrialización, (Reina, 1996). Por este motivo los agricultores cultivan pequeñas cantidades que solo abastecen el mercado local; su rápida maduración impide su conservación por largo tiempo, objetivo que se pretende con este estudio para buscar alternativas de conservación como producto en fresco. Una vez cosechada la badea se inicia un proceso de deterioro, lo que hace que su vida útil disminuya y llegue al consumidor por un tiempo reducido; hecho por el cual no ha generado diversidad de productos a base del mismo. (Moreno, 2010).

Según la tabla de Composición de Alimentos Colombianos (ICBF, 2000), la badea es una fruta rica en vitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico, cuyo contenido de carbohidratos está entre el 10% y 15%, teniendo cantidades significativas de fósforo y calcio. (Duque *et al.*, 1998). El cultivo de badea prospera entre altitudes de 0 a 1000 msnm, en las zonas libres de heladas y vientos fuertes; se desarrolla satisfactoriamente a una temperatura entre 20°C y 24°C; humedad relativa del 80%, precipitación entre 1.000 y 1.800 mm/año; distribuidos adecuadamente. El clima apropiado para su producción es cálido húmedo. (Carrión *et al.*, 2002). Su consumo en fresco está limitado a lo local, en sitios de producción, sin embargo, resultados preliminares indican que productos como trozos mínimamente procesados,

y derivados de la pulpa como mermeladas y bocadillos, podrían ser de interés en la industria de alimentos (Castellanos *et al.*, 2008).

La evaluación sobre el comportamiento fisiológico que presentan las frutas y hortalizas ante las coberturas o recubrimientos, es la de prolongar su vida en fresco durante su poscosecha. Los tratamientos de encerado y parafinado se usan para conservar la calidad, combinados con la temperatura crítica de almacenamiento, pero no existe una cera específica para esta *Passiflora* donde conserve las características de calidad. Por otro lado, el parafinado se debe evaluar según la temperatura a que se someta la parafina para obtener un óptimo proceso de cobertura y solidificación.

## Materiales y métodos

En los cultivos del Centro Agropecuario la Granja de El Espinal – Tolima, se efectuó una toma de muestras utilizando la norma NTC 756 para frutas y hortalizas; se realizó una selección para cada especie, se higienizó y desinfectó con una solución a 150 ppm. (N-aquil dimel bencil amonio); cada producto se secó a 60°C por 5 min con aire por convección; se realizaron las pruebas de laboratorio para el control de la calidad de poscosecha, .

### Badea (*Passiflora quadrangularis*)

**Material vegetal:** Cultivada en el invernadero del centro de El Espinal, a una altitud de 431 msnm; con una precipitación de 1227.4 mm que puede variar por año, con registros inferiores de 1.500 mm de lluvias; temperatura media de 29° C y humedad relativa del 75%.

**Procedimiento experimental:** Los recubrimientos como la cera han mostrado ser una herramienta eficaz en la conservación de diferentes frutos debido a que oxida el etileno. Con esta premisa se utilizó la metodología de superficie de respuesta. A 15 badeas se aplicaron 3 tratamientos (cera al ambiente, cera en bolsa sellada y con bolsa con orificios) más un tratamiento testigo sin cera por el tiempo de cosecha; se midió la pérdida de peso con una balanza electrónica Explorer Pro; 3100 g; los frutos de badea se almacenaron a 18 °C y 75% de humedad relativa, cubiertos por Cerabrix, (base de KMnO<sub>4</sub>, concentración de 1000 ppm) y empacados en bolsas de polietileno (PE) calibre 2 por 12 días, a partir de su cosecha.

**Análisis fisicoquímico:** Se analizaron estados de madurez según el diámetro ecuatorial del fruto (mínimo de 10 cm), partiendo de un fruto recién cosechado hasta un fruto sobre el cual transcurrieron 12 días; estos parámetros se evaluaron frente al jugo, la pulpa y la mezcla 50:50 partes de jugo y pulpa; en la medición de los parámetros se empleó un refractómetro portátil Brixco a 20° C; la acidez total se realizó por el método de volumetría (Rojas, 2004) empleando una bureta de émbolo digital Titronic, con NaOH 0.1 N de tipo analítico; el potencial de hidrogenación (pH) se determinó en la unidad de Hanna pH-Meter. (AOAC. 2005) Se determinaron pruebas físicas para obtener los rendimientos en pulpa, jugo y arilo y diámetro ecuatorial.

**Encerado:** Se utilizó cera (Cerabrix -KMnO<sub>4</sub>) por medio de inmersión, pasada por el túnel de secado a una temperatura de 39°C por 8 minutos, obteniéndose un secado total del fruto, la temperatura interna de la badea después de este secado se registró en 20 °C

### Yuca (*Manihot esculenta*)

**Material vegetal:** Cultivada en los lotes del Sena, en El Espinal, con una edad de 9 meses. La huerta se encuentra a 365 msnm, cuenta con sistema de goteo para el suministro de agua, con una temperatura promedio en el día de 31 °C.

**Procedimiento experimental:** Se utilizó la metodología de superficie de respuesta donde se aplicaron dos tratamientos: un testigo y uno con la aplicación de parafina; se tomaron tres réplicas: la pérdida por transpiración se constató con una balanza digital *Ohaus Explorer* con capacidad de 3 Kg; la intensidad de transpiración se midió en un lapso de nueve días con registros diarios del peso y las condiciones ambientales. En las mediciones del diámetro se utilizó un calibrador pie de rey; la temperatura se registró con un termómetro láser, marca Testo y el índice de respiración se realizó por el método de titulación.

**Parafinado:** Los lotes seleccionados se sometieron al parafinado empleando un tanque parafinador marca Javar, con termostato, 2 resistencias de 1.9 kwatts de 220v, se utilizó una parafina derivada de los hidrocarburos grado alimenticio. (Montaldo, 2008), al derretirse se encontraba a una temperatura de 100 °C. Las raíces se sumergieron

en la parafina durante 2 a 3 segundos por medio de unas pinzas; cuando se cubrieron totalmente se retiraron y se dejaron enfriar al ambiente 28 °C, luego se colocaron en canastas plásticas para su control.

## Resultados y discusión

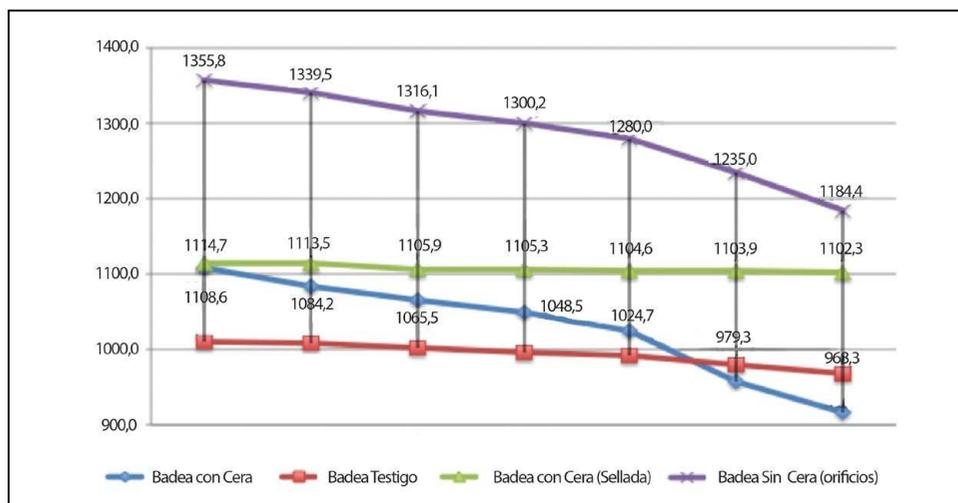
### Comportamiento de la transpiración en los frutos de badea (*Passiflora quadrangularis*)

El concepto de transpiración está íntimamente ligado con la pérdida de agua en forma de vapor; es decir, agua en estado gaseoso, que se pierde a través de estructuras celulares como vacuolas, lenticelas y estomas. El agua es el elemento de mayor presencia en los tejidos vegetales y este a su vez el que registra mayores pérdidas, constituyéndose en un punto crítico de control en las tecnologías poscosecha y por ende clave en el proceso de maduración de las frutas. Sin embargo, cuando se refiere a la transpiración en poscosecha, se hace necesario cuantificar el agua que se pierde, ya que no solo deteriora su calidad y presentación, sino también afecta su precio, siendo importante conocer el comportamiento de los frutos y así aplicar el tratamiento más adecuado para controlar su transpiración.

Se encontró una pérdida de peso porcentual durante los 12 días de almacenamiento con un promedio de 18.63 ± 1.24 g/100g. En los tratamientos aplicados el que presentó el mejor comportamiento fue el de la cera empacada en bolsas perforadas, con una pérdida del 1.11 g/100g, Figura 1. El mismo tratamiento en bolsas selladas presentó una pérdida del 4.26 g/100g. La muestra de badea con cera perdió 12.64 g/100g, reduciéndose casi a la mitad. La muestra testigo presentó una buena barrera frente a la pérdida de H<sub>2</sub>O.

Es importante anotar que el patrón respiratorio de la mayoría de las pasifloráceas comerciales es climatérico, tal como se reportan para el maracuyá, la gulupa, la granadilla, la badea, la curuba y la cholupa. El máximo climatérico de respiración está acompañado por la disminución de la acidez, aumento de sólidos solubles y moderada variación de pH. (Shiomi *et al.*, 1996).

Las pérdidas por transpiración en el testigo ascendieron al orden del 18% en badea, un porcentaje alto para el manejo en fresco del producto. Sin embargo, al someterlo a la influencia



**Figura 1.** Comportamiento de la transpiración de la badea en almacenamiento

Fuente: Autores

de sustancias externas, como la cera, se observó una pérdida del 1.11%. Esta cera comercial permite prolongar la calidad del producto en cuanto a su transpiración. Existen estudios en otros frutos como banano, donde esta cera permite conservar las propiedades del fruto hasta un 95% durante los primeros 15 días. (TAO química).

Se pudo determinar que el método más adecuado fue la aplicación de cera, ya que potencializó las características ópticas y redujo las pérdidas por transpiración a la mitad 12.64% en contraste con los frutos que no presentaron ningún tratamiento en las condiciones que se desarrolló el estudio (18°C y humedad relativa de 75%).

### Parámetros fisicoquímicos de los frutos de badea (*Passiflora quadrangularis*)

La pulpa de badea mostró un alto contenido de agua, fibra y vitaminas, al igual que el jugo con semilla y arilo, el cual es rico en vitamina B<sub>3</sub> o niacina.

**Peso y dimensiones:** El peso obtenido en gramos de los frutos de badea evidenció un promedio de 1307.11 g ± 177.00 g, con un rango de 425.19 g, (mínimo de 1068.4 g y máximo de 1493.59 g), lo cual indica una alta dispersión de los datos con respecto al peso.

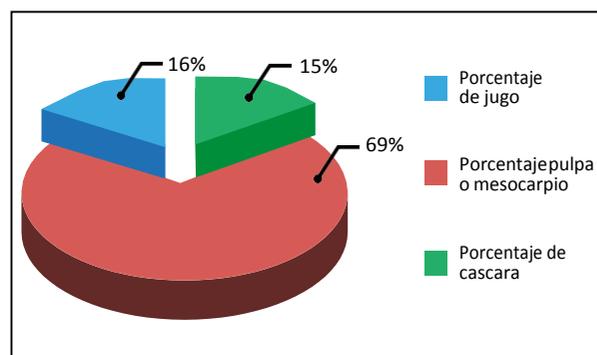
En cuanto al rendimiento del jugo y arilo (punto de unión de la semilla al ovario), presentó un rendimiento promedio del 15.01 g/100, para un rango total de 4.88 g/100g. Figura 2

El rendimiento en porcentaje de la pulpa denominada como mesocarpio de la badea, mostró un promedio de 69.29 g/100g, con un rango total de 12.03 g/100g. Tabla 1.

El diámetro ecuatorial o transversal promedio de la badea fue en cm, 13.2 ± 0.77, 12.0 y 14.4, para un rango de 2.4 cm, considerándose este diámetro menor que el diámetro longitudinal.

**pH.** Al medir el pH el jugo mostró 3.66 ± 0.14, 3.48 y 3.82, para un rango de 0.34. La pulpa presentó en promedio 5.80 ± 0.63, para un rango total de 1.57.

La mezcla de pulpa y jugo en proporciones iguales reveló en promedio 3.91 ± 0.12, 3.8 y 4.1, con un rango de 0.3. Se diferencia notablemente el cambio de pH; del jugo a pulpa, esto obedece a que la badea como tal presenta varias partes aprovechables, es decir, el mesocarpio y el jugo, por tal motivo su constitución fisicoquímica es



**Figura 2.** Principales componentes de la badea

Fuente: Autores

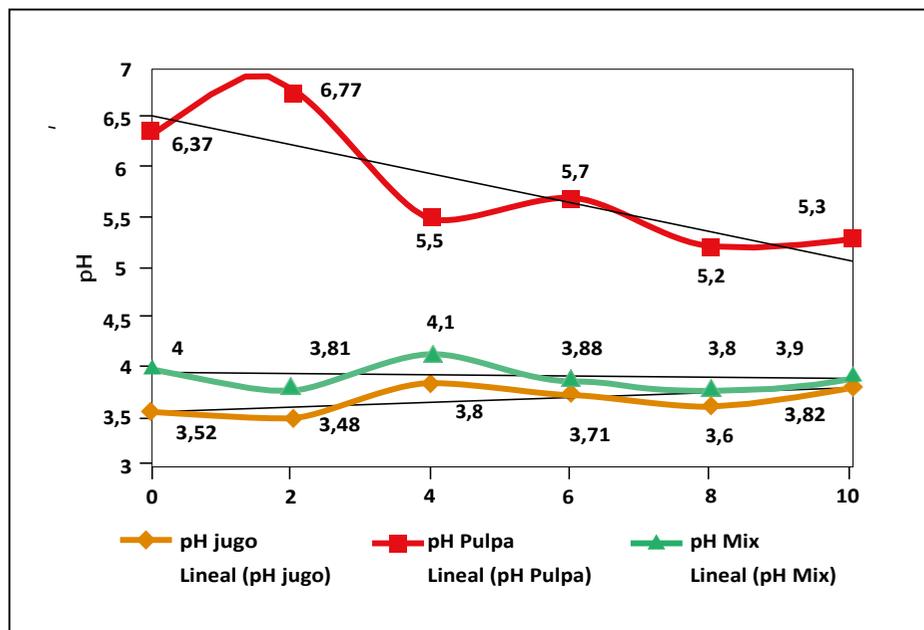
**Tabla 1.** Resumen estadístico para pesos y rendimientos.

Característica	Media	Desviación.	Mín.	Máx.	Rangos
Badea (g)	1307.1	177.0	1068.4	1493.6	425.2
Cáscara (g)	203.67	44.60	168.75	277.81	109.6
Jugo, arilo, semillas (g)	195.01	27.96	160.19	231.59	71.4
Rendimiento Jugo (%)	15.01	1.86	11.96	16.85	4.9
Rendimiento pulpa (%)	69.29	4.82	63.40	75.45	12.0

Fuente: Los autores

totalmente diferente en este caso. El pH máximo (3.82) se obtuvo al transcurrir los días, mientras que los pH bajo se observaron en los primeros días Figura 3. Al mezclar estos dos productos el pH se estableció en 3.91 (Ácido).

**Sólidos Solubles (°Brix).** Los sólidos solubles expresados en sacarosa por parte de los frutos, constituyeron un parámetro importante en la industria, especialmente en el campo de los néctares. En la Figura 4, se observa que la mayor



**Figura 3.** Variación del pH al transcurso de los diez días.

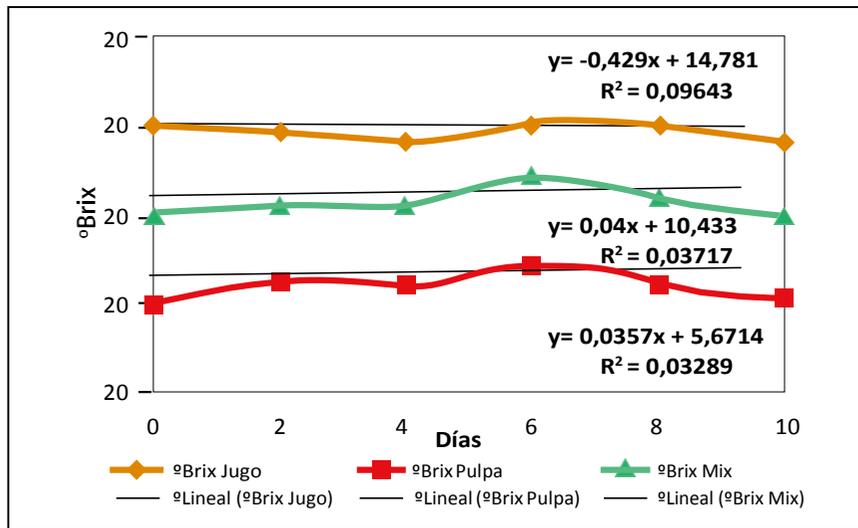
Fuente: Los autores

proporción de los sólidos solubles se encuentran en el jugo de la badea con un promedio de  $(14.7 \pm 0.45, 14 \text{ y } 15)$  °Brix, para un rango de 1, y en contraste la pulpa alcanza un máximo de 6 °Brix y en promedio  $(5.98 \pm 0.74, 4.9 \text{ y } 7)$  °Brix, para un rango de 2.1 °Brix, demostrando que alrededor del 94% es agua.

Según (Castellanos, 2008), la badea tiene 13°Brix en el momento de cosecha, comparando los re-

sultados obtenidos en el estudio, el promedio del fruto está en 11°Brix, valor que se referencia para el análisis del suelo y sus propiedades, que inciden en la cosecha y poscosecha del mismo.

Al mezclarlas, los sólidos solubles en promedio son de  $(10.78 \pm 0.77, 10 \text{ y } 12)$  °Brix, para un rango de 2°Brix. Sin embargo, las características organolépticas tienden a disminuir ligeramente pero los rendimientos aumentan notablemente.



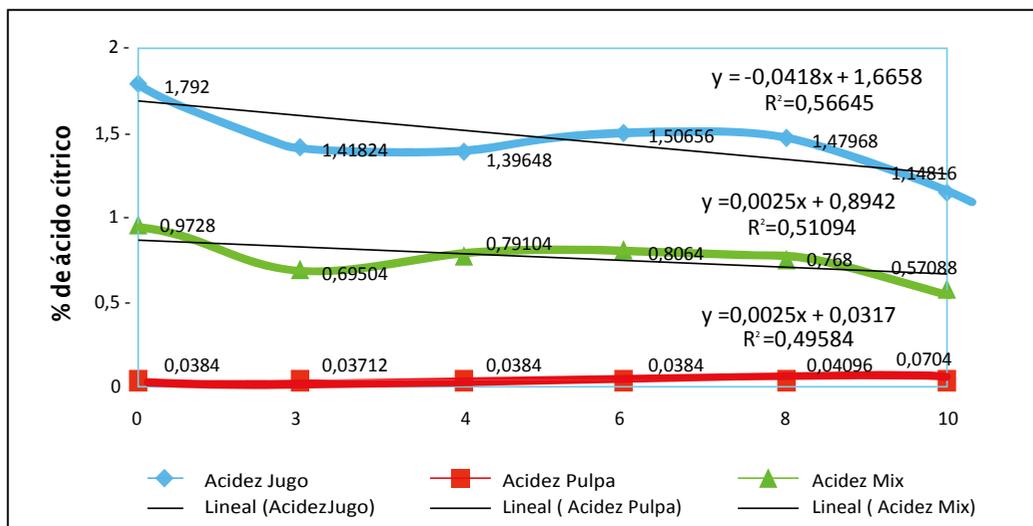
**Figura 4.** Variación de los °Brix en el transcurso de los días  
Fuente: Los autores

**Acidez (% Ácido Cítrico).** El ácido cítrico es el más representativo, con un porcentaje promedio de jugo de  $(1.52 \pm 0.16, 1.4$  y  $1.8)$  g/100g, para un rango de 0.4 g/100g; es notable la disminución de la acidez al transcurrir los 10 días. La pulpa no presentó acidez representativa y es de notar al análisis sensorial por lo que es prácticamente insípida. El promedio de la mezcla fue de  $(0.80 \pm 0.10, 0.7$  y  $0.97)$  g/100g, para un rango de 0.28 g/100g, lo cual indica que el porcentaje de ácido cítrico se redujo casi a la mitad, con respecto al jugo. Figura 5.

Para *P. quadrangularis* existe poca información; por ese motivo se relacionó con la gulupa, que es de la misma familia; fruto que por medio de

tratamientos de encerado, así como recubrimientos con polivilideno (vinipel) prolongaron la vida útil del fruto, se maximizó cuando se combinó con la temperatura crítica de almacenamiento de 6°C (Pachón *et al.*, 2006).

En términos de maduración de frutas, la badea presentó datos atípicos con dos partes aprovechables: la pulpa con un máximo 6 °Brix, acidez casi nula y pH promedio  $5.80 \pm 0.63, 5.80 \pm 0.63$ , sin tener una gran variación. A pesar de que existen cambios de color en el exocarpio y se desarrollan aromas superficiales, el gran potencial se encuentra en el jugo de badea por sus características fisicoquímicas idóneas en un producto: alto contenido de sólidos solubles expresados en sacarosa  $14.7 \pm 0.45$



**Figura 5.** Variación del % de ácido cítrico al transcurso de los días.  
Fuente: Los autores

en promedio, % de ácido cítrico promedio de  $1.52 \pm 0.16$ ; un pH promedio de  $3.66 \pm 0.14$ ; las características sensoriales de aroma, olor y sabor se concentran en este jugo, con rendimientos del jugo con semilla y arilo 15.1% en promedio y el de la pulpa 69.28%. Estos son muy extremos.

La pulpa presenta un alto rendimiento, pero sus cambios fisicoquímicos no son representativos; por el contrario, el jugo presenta excelentes propiedades fisicoquímicas y rendimientos insuficientes. Variables que se vuelven inversamente proporcionales, indicando que la mezcla permite un equilibrio de las cargas para potencializar sus propiedades.

La maduración de la badea (*Passiflora quadrangularis*) se comporta como un fruto climatérico en el aumento de la respiración y producción de etileno, en el jugo se concentra la mayor presencia de características fisicoquímicas y sensoriales; la pulpa tiene un gran potencial para la agroindustrialización de lácteos y confitería, porque sus propiedades son idóneas para el desarrollo de estas líneas.

### Comportamiento de la transpiración en yuca fresca (*Manihot esculenta*) parafinada.

La yuca parafinada tiene una mejor presentación para el mercado Figura 6 frente a la convencional,



**Figura 6.** Yuca sometida a tratamiento de parafinado y muestra sin parafinar

Fuente: Los autores

con una menor vida útil en anaquel. El grado de aceptación o rigurosidad en la aplicación del control de calidad dependerá de las exigencias del mercado, sin embargo, existen parámetros de idoneidad señalados por la “Norma de calidad comercial para la exportación de yuca fresca parafinada”, publicados por la FAO. La parafina se derritió en una hora con 40 minutos, a una temperatura de  $99^{\circ}\text{C}$ ; en promedio se gastó 20.56 g por kg de yuca (Fonseca, 1996), sugiere que la parafina tenga una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$ , para que la yuca tenga buena apariencia (cristalina transparente).

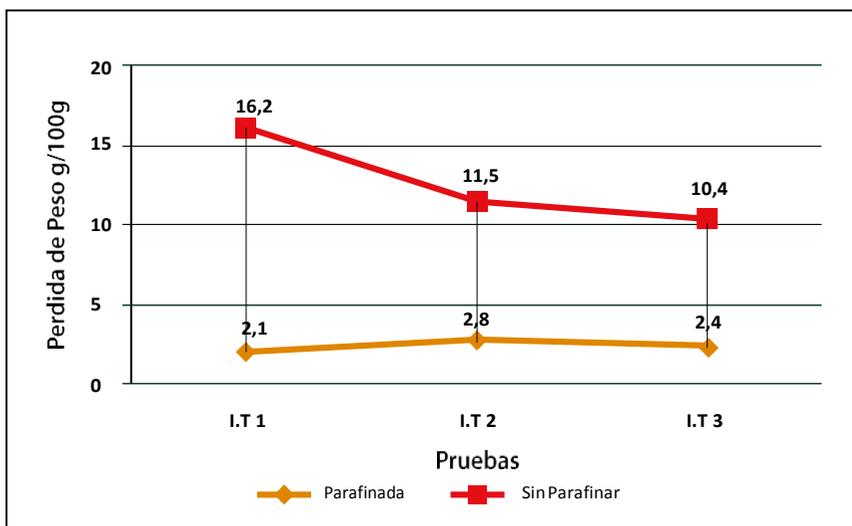
El peso promedio en gramos fue de 565.40 g  $\pm 323.50$  g, con un rango de 864.65 g, para un máximo 1113.27 g y un mínimo de 266.22 g. La longitud promedio se consolidó en 23.58 cm  $\pm 6.18$  cm, el rango fue de 18 cm, para un máximo de 33 cm y un mínimo de 15 cm. El diámetro promedio registró 6.1 cm, para un máximo de 8.0 cm y un mínimo de 5.0 cm con un rango de 3.4 cm.

Se hizo un pelado manual con cuchillos para seis yucas con un rendimiento promedio del 76.68 %  $\pm 7.55$ , un máximo de 86.81% y un mínimo de 63.04%, para un rango de 23.77 %.

La técnica de parafinado en yuca mostró mejor tratamiento frente al fenómeno de la transpiración, puesto que el tratamiento testigo reveló una pérdida máxima del 16.20 % y mínima de 10.40%, en pérdida porcentual de agua en forma de vapor durante 15 días de almacenamiento. Figura 7.

Las yucas parafinadas en Nicaragua presentan en los primeros trece días una pérdida de 18% a 19% como deterioro. (Sotelo, 2009). En cuanto a las yucas parafinadas el máximo se registró en 2.83% y un mínimo de 2.07%, lo cual indica que efectivamente la tecnología del parafinado reduce sustancialmente la pérdida de agua, en especial en estas condiciones de estudio. En otros países, como Colombia (Wheatley, 1983), se siguen otras técnicas, también útiles, entre ellas la combinación de parafina con fungicida (tiabendazol).

La tasa respiratoria de la yuca sin parafinar después de cosechada y transcurridos cinco días fue de 100.57 mg  $\text{CO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$ . La yuca parafinada presentó una intensidad de 116.82 mg  $\text{CO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$ , lo que indica un aumento de la intensidad respiratoria y una disminución de la intensidad



**Figura 7.** Comportamiento del Índice de Transpiración en yuca parafinada y no parafinada.

**Fuente:** Los autores

de transpiración, es decir, las variables son inversamente proporcionales.

Al transcurrir los quince días, la yuca a la que se le cortó un extremo de su estructura, presentó una mayor posibilidad de fermentación y ablandamiento. Sin embargo, se destaca que las condiciones de la yuca son más difíciles por la estructura de su pericarpio y se debe previamente realizar una operación de curado donde se afectó su corte.

Es importante resaltar que la parafina que se emplea es derivado de un hidrocarburo, y en algunos países restringen su ingreso por considerarlos nocivos para la salud; aunque ese no es el objetivo del estudio, es importante revisar nuevas alternativas de recubrimiento que permitan conservar sus propiedades en anaquel.

## Conclusiones

- Se encontró con el estudio una alternativa de aumentar la vida útil de la badea (*Passiflora quadrangularis*), para su consumo en fresco o su vida en anaquel, conservando sus propiedades fisiológicas y los grandes privilegios organolépticos hasta por 11 días en condiciones normales de almacenamiento, aclarando que no existe una cera comercial específica para este producto.
- La badea, a pesar de ser un producto de gran peso (1300 g en promedio) presenta un bajo

rendimiento en jugo (15 g/100g), pero gran porcentaje en pulpa (69 g/100g), el cual se conserva con la combinación de los mismos para su transformación.

- Como resultado se encontró que el 18% de las pérdidas por transpiración que tiene la badea (*Passiflora quadrangularis*) sin recubrimiento, en la Escuela Nacional de Poscosecha; alrededor de 120 kg por mes del que es cosechado. Mientras que con el uso de la cera “Cerabrix” se bajará al 1.1%, alrededor de 1.2 kg de pérdidas.
- Aunque el uso de cera y parafina reduce sustancialmente la transpiración, la respiración y la maduración, pueden llegar a tener efectos adversos en la calidad, si no se aplican bajo los parámetros y condiciones de almacenamiento, característica que presentaron algunos productos por el exceso de cera en su aplicación y por el aumento de más de 120°C para derretir la parafina.
- Para la badea el tratamiento que resultó ser más efectivo es la cera y el empaque (bolsa con orificios) frente a los otros tratamientos; ya que conserva la calidad del fruto en fresco. Sin embargo, cabe resaltar la falta de estudios sobre esta fruta que presenta un gran potencial agroindustrial por sus propiedades nutraceuticas asociadas.

- En el parafinado de yuca (*Manihot esculenta*) a 99°C se observó que el tratamiento testigo (sin parafina) presenta un máximo de pérdida del 16.2 % y un mínimo de 10.40%, en pérdida porcentual de agua en forma de vapor, durante quince días de almacenamiento. En cuanto a las yucas parafinadas el máximo se registró en 2.83% y mínimo de 2.07%.
- Se encontró que a los 99°C por 3 segundos para realizar la cobertura del parafinado, se tiene una baja transparencia en su visualización del producto, por ello es importante superar la temperatura actual a la que se hace el tratamiento, al menos llegar hasta los 110 °C para obtener una yuca más cristalina, traslúcida y de mejor calidad.
- El correcto manejo de la temperatura de parafinado se debe combinar con una temperatura de almacenamiento de 8 °C.; de esta manera se consigue una disminución y control frente al deterioro fisiológico del producto.

## Referencias

- AOAC.(2005). *Official methods of analysis of AOAC International, Association Official Analytical Chemists*.
- Bohórquez P, Yaneth. (2002). *Laboratorios de manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Módulo 1*. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia, p 62
- Carrión. J., Pontón D. (2002). *Proyecto de Prefactibilidad para la producción y exportación de badea al mercado español*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito - Ecuador. Tesis previa a la obtención del Título de Ingenierías en Comercio Exterior e Integración.
- Castellanos, M., Chinchilla, A.M. Rincón, M., Tovar, C., Hernández, M.S. Rodríguez, I. (2008). *Elaboración de productos con base en badea (Passiflora quadrangularis)*. p. 93-105. En: Díaz, A.C., J. Varón, C. Acosta, M.F. Cely y C.A. Fuenmayor (eds.). Segunda Jornada de Actualización Avance de la Investigación en Alimentos 2007. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (Icta), Universidad Nacional de Colombia; Editorial Produmedios, Bogotá - Colombia.
- Duque. B. (1998). *El aroma frutal de Colombia*, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, Bogotá D.C, p. 345.
- FAO/STAT (2010). *Codex Alimentarius, Normas alimentarias* FAO/OMS. Recuperado de [http://www.codexalimentarius.net/web/index\\_es.jsp](http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp)
- FAO/STAT, FAO (2013) *Statistics Division*, January 21.
- Fonseca L, (2005) *Tecnología Post Cosecha de yuca fresca parafinada*, Universidad de Costa Rica, Centro de investigaciones agronómicas, San José, Costa Rica, p.266.
- Fonseca, J. y González, C. (1996). *Alargamiento de la vida comercial de la yuca cv Valencia con el uso de materiales de cubierta*. Informe a la UCR (en prensa): Boletín Laboratorio de Tecnología Poscosecha. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. 9 p.
- ICBF (2000): Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. *Tabla de composición de Alimentos Colombianos*. Bogotá – Colombia.
- ICONTEC (1977). *Frutas y hortalizas frescas. Toma de muestras*. Norma técnica Colombiana NTC 756. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), Bogotá.
- Ministerio de Fomento Industria y Comercio y Secretaria Técnica de la Comisión Nacional de Promoción de Exportaciones. *Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión de Comercio Exterior*. Documento Secretaria Técnica CNPE. Gerencia Componente Exportaciones BID/MIFIC). (09.09.2005).
- Montaldo, A. (2008). *Vascular streaking of cassava root tuber* *Tropical Science Oxford (UK)*, 15(1): 39 – 46.
- Moreno, M. (2010). *Influencia de la congelación de la pulpa de badea (Passiflora quadrangularis) en la elaboración de néctar, con tres tipos de conservantes*. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC. Latacunga.
- Pachón, A., Montañó, A. y Fischer, G. (2006). *Efecto del empaque, encerado y temperatura sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la gulupa (Passiflora edulis f.) en postcosecha*. pp. 72-78. En: Salamanca,

- G. (ed.). Propiedades fisicoquímicas y sistemas de procesado: productos hortofrutícolas en el desarrollo agroalimentario. Ed. Guadalupe, Bogotá.
- Reina, C. (1996). *Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la badea (Passiflora quadrangularis) que se comercializa en la ciudad de Neiva*. Neiva – Huila. p 140. Universidad Surcolombiana.
- Rojas, J. (2004). *Caracterización de los productos hortofrutícolas colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad*. Cenicafe. Chinchiná - Caldas.
- Rosses, M. (2005) *Consultoría de Canales y Márgenes de Comercialización de la Yuca*, MAGFOR. Nicaragua.
- Shiomi, S., Kubo, Y. Wamocho, L.S. Koaze, H. Nakamura, R. y Inaba, A. (1996). *Post-harvest ripening and ethylene biosynthesis in purple passion fruit*. *Postharv. Biol. Technol.* 8: 199-207
- Sotelo, R. (2009). *Conservación de las raíces frescas de la yuca (Manihot esculenta Crantz) aplicándole el proceso de parafinado*. Facultad de Tecnología de la Construcción, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) Managua, Nicaragua.
- Tao Química. *Ficha técnica provisional Cerabrix Banano*. Recuperado de <http://www.taoquimica.com/medellin/>.
- Wheatley, C. (1983). *Almacenamiento de raíces frescas de yuca*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT, Cali, Colombia.