

CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS Y EFECTO DE TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE CALIDAD DE PULPA DE COPOAZÚ*

Fruit characterization and effect of storage temperature on quality pulp copoazú

Miguel Arizaleta¹, Alberto Álvarez², María Pérez³, Jorge Parés¹ y Lizbeth Díaz⁴

RESUMEN

El copoazú es un frutal de origen amazónico con gran potencial comercial, que puede contribuir al desarrollo de la amazonia venezolana. Este trabajo tuvo como fin caracterizar los frutos y determinar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de la pulpa de copoazú. El material evaluado provino del municipio Autana, estado Amazonas, Venezuela. Se colectaron frutos fisiológicamente maduros y de buena apariencia. Al momento de la recolección se determinó la biomasa fresca total del fruto, diámetro polar y ecuatorial, espesor del epicarpio, biomasa fresca del epicarpio, pulpa y semillas, número de semillas, color de la pulpa y la contribución porcentual del epicarpio, pulpa y semillas en el fruto. Se caracterizó además el contenido de sólidos solubles totales, pH, acidez total titulable y vitamina C. La pulpa fue almacenada en dos condiciones de temperatura ($4\pm 2^\circ\text{C}$ y $-24\pm 2^\circ\text{C}$) por 35 días. Se estudió la evolución del color de la pulpa y de los atributos químicos. A la recolección, los frutos presentaron una masa promedio de 939,8 g, aunque se caracterizaron por poseer una amplia variabilidad. El resto de las variables evaluadas fluctuaron en menor magnitud. La pulpa junto a las semillas permiten aprovechar 59,74% de la masa fresca total del fruto. La temperatura de almacenamiento únicamente afectó el valor del parámetro colorimétrico Hue de la pulpa al adquirir tonos amarillos más puros en la condición de $-24 \pm 2^\circ\text{C}$. Con relación a los parámetros químicos, la temperatura de almacenamiento sólo influyó el contenido de vitamina C y la acidez total titulable, las bajas temperaturas retardaron notablemente la disminución del contenido de la vitamina. Por lo anteriormente expuesto, se sugiere usar temperatura de $-24 \pm 2^\circ\text{C}$ para almacenamiento de la pulpa de copoazú, por un período de hasta 35 días.

Palabras clave: *Theobroma grandiflorum*, calidad, postcosecha, color.

ABSTRACT

Cupuacu is an Amazonian tropical fruit with a great economic potential that may contribute to the development of Venezuelan Amazon. The aims of this work were to characterizing the fruit and determine the effect of storage temperature on the quality pulp. The evaluated material came from Autana Municipality, Amazonas State, Venezuela. Physiologically mature and good appearance fruits were collected. The time of harvest, total biomass fresh fruit, polar and equatorial diameter, thickness of the epicarp, exocarp fresh biomass, pulp and seeds, number of seeds, flesh color and the percentage contribution of the epicarp, pulp and seeds to fruit was determined. Total soluble solids, pH, titratable acidity and vitamin C were measured. The pulp was stored under two different temperatures (4 ± 2 and $-24\pm 2^\circ\text{C}$) for 35 days.

(*) Recibido: 13-03-2014

Aceptado: 13-06-2014

¹ Departamento de Fitotecnia. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado Postal 400. Cabudare 3023, Lara. Venezuela. miguelarizaleta@ucla.edu.ve, jorgepares@ucla.edu.ve.

² Estudiante graduado. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Cabudare 3023, Lara. Venezuela.

³ Posgrado de Horticultura. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado Postal 400. Cabudare 3023, Lara. Venezuela.

⁴ Departamento de Ingeniería Agrícola. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado Postal 400. Cabudare 3023, Lara. Venezuela.

Color development of the pulp and chemical characteristics were studied. At harvest, the fruits showed an average mass of 939.8 g, but they were characterized by a wide variability. The rest of the variables evaluated varied to a lesser amount. The pulp with the seeds allows leverage 59.74% of the total fruit fresh weight. The storage temperature only affected the value of the colorimetric parameter Hue pulp to acquire more pure yellow tones in the condition of -24 ± 2 °C. In relation to chemical parameters, only the storage temperature influenced the vitamin C content and titratable acidity, lower temperatures markedly retarded decreased the vitamin content. According to results obtained, it is suggested to use temperatures of -24 ± 2 °C for storage of cupuaçu pulp, for a period of up to 35 days.

Key words: *Theobroma grandiflorum*, quality, postharvest, color.

INTRODUCCIÓN

El copoazú, *Theobroma grandiflorum* Schum, es un árbol típicamente amazónico que produce frutos comestibles (Venturieri y Lopes 1988). En Venezuela se cultiva ocasionalmente en el estado Amazonas, por comunidades indígenas como árbol frutal en los conucos (Cavalgante 1988). Según Clement *et al.* (2010), el copoazú es una especie en domesticación, que actualmente está recibiendo una progresiva atención por diversas instituciones de investigación, principalmente de la región amazónica.

El fruto del copoazú es de respiración climatérica (Hernández y Hernández 2012), aunque en estudios previos se ha clasificado como no climatérico (Hernández *et al.* 2006). Es una baya, elipsoide o alargada de epicarpio duro y leñoso, que se quiebra fácilmente, recubierto de vellosidad. Posee abundante pulpa y es de sabor ácido; la pulpa circunda a las semillas (Carvalho *et al.* 1999).

Algunos autores consideran al copoazú como un frutal prometedor para comercialización de sus frutos, entre muchos otros de la región amazónica (Costa *et al.* 2003; Quijano y Pino 2007). La importancia radica en que del fruto maduro se extrae la pulpa carnosa que puede ser utilizada en la preparación de refrescos, jugos, postres, dulces, helados, caramelos, jaleas, néctares, mermeladas y yogurt. Se reporta además, que posee altas cantidades de hidratos de carbono, fibra, proteína, potasio, magnesio y bajo contenido de sodio. Estas características hacen de la pasta de copoazú una atractiva matriz alimentaria. Además, la semilla, como producto secundario, se utiliza en la elaboración de chocolate en polvo, semejante al del cacao (Cardona *et al.* 2013).

El fruto es un producto perecedero y posee diversidad de usos y excelentes propiedades nutritivas, en consecuencia se deben estudiar aspectos que permitan alargar sus cualidades físico-químicas y organolépticas. En este sentido, almacenar el mesocarpio de los frutos en condiciones controladas de temperatura durante el período postcosecha puede incrementar la vida útil del producto. Con la finalidad de contribuir con el desarrollo del sector frutícola de la amazonia venezolana se planteó como objetivo caracterizar física y químicamente los frutos de copoazú de una región del municipio Autana y evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de la pulpa.

METODOLOGÍA

El material vegetal se colectó en la parroquia Sipapo, municipio Autana, estado Amazonas. La precipitación promedio anual es de 2400 mm, con temperatura media de 26°C.

El ensayo fue realizado durante los meses de agosto-noviembre de 2012. Se seleccionaron frutos con consistencia firme, ausencia de daños y coloración uniforme que provinieron de plantas de 8 a 10 años de edad. Una vez colectados, se colocaron en cestas plásticas y se transportaron en cava hasta el Laboratorio de Fisiología Postcosecha del Posgrado de Horticultura del Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, donde fueron almacenados, procesados y analizados.

El trabajo experimental se ejecutó en dos fases. En la primera, se realizó la caracterización físico-química de los frutos. Mientras que, en la segunda se estudió el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de la pulpa.

Para la caracterización físico-química se seleccionó una muestra de 66 frutos. Con una balanza de precisión de 0,1 g (modelo Scout Pro SP2001, Ohaus Corporation USA) se midió la biomasa fresca total del fruto, y biomasa fresca del epicarpio, pulpa y semilla, se determinó la contribución porcentual de cada una en la constitución del fruto.

Adicionalmente se evaluó, en 20 frutos, el color de la pulpa a partir de una muestra de 15 g pulpa.fruto⁻¹.

Para la determinación del color se trabajó en el espacio cromático CIELAB. Por medio de un espectrofotómetro modelo Color-Flex de la HunterLab, se obtuvieron las coordenadas L*, a* y b*. Además se determinaron los parámetros colorimétricos Hue y Chroma, a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Hue} = \tan^{-1}(b/a) \quad \text{Chroma} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Adicionalmente, se determinó, con un refractómetro digital marca ATAGO modelo PR-101, la evolución del contenido de sólidos solubles totales (SST) en función a la temperatura de almacenamiento, así como el pH, medido con un potenciómetro marca Orión modelo 420-A, y la acidez total titulable (ATT) de la pulpa, determinada por titulación con hidróxido de sodio 0,5 N; para ello se pesaron 10 mg de pulpa por muestra y se agregaron 50 ml de agua destilada, la solución se agitó y se tituló hasta un punto final de pH 8,1, indicado por el potenciómetro. Los resultados fueron presentados como contenido de ácido cítrico (mg), obtenido a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Acido cítrico (g/100 g pulpa)} = \frac{\text{Vol. gastado (NaOH)} * N * \text{meq del acido} * 100}{\text{Muestra (g)}}$$

Se determinó el contenido de ácido ascórbico, por medio del método del 2-6 diclorofenol-indofenol (DCPI). Se pesaron 10 g de pulpa en un vaso de precipitados, se aforó hasta 50 ml con ácido oxálico y se agitó para homogeneizar. Posteriormente se transfirió a un matraz, se filtró, de la solución se tomó una alícuota de 10 ml y se tituló con la solución de DCPI. La persistencia en la

mezcla, de la coloración rosada por un tiempo mínimo de 15 segundos se consideró como el final de la titulación. Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de pulpa, obtenido a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{mg de Vit C. 100/g de masa fresca de la muestra} = A \times \text{Factor} \times \frac{50}{10} \times \frac{100}{10}$$

A= Volumen de DCPI gastado en la valoración de la muestra

Cálculo del Factor

2 mg de Ac. Ascórbico ----- C

Factor ----- 1 ml DCPI

Volumen del blanco = A

Volumen de DCPI utilizado en la valoración del ácido ascórbico = B

C= B – A

La pulpa, procedente de cada uno de los 66 frutos señalados, fue colocada en bolsas de polietileno de 500 g de capacidad y se agrupó en dos lotes, con 33 muestras cada uno, almacenados en dos condiciones de temperatura (4±2°C y -24±2°C) a una humedad relativa de 90±2%. Se realizaron evaluaciones a los 7, 14, 21, 28 y 35 días de almacenamiento.

Durante el almacenamiento se evaluó la evolución del color de la pulpa y contenido de SST, pH, ATT y contenido de vitamina C.

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos para la caracterización físico química de los frutos se realizó a través de estadística descriptiva, se determinaron valores mínimos, máximos, promedios y el error estándar de la media muestral.

Para el estudio del efecto de la temperatura de almacenamiento se realizaron pruebas de *t* para muestras independientes, con un nivel de significancia del 5%. Adicionalmente se realizaron análisis de medidas repetidas en el tiempo a través del procedimiento GLM; medidas repetidas del programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), previa validación de los supuestos de normalidad de los errores y homocedasticidad de la varianza de los errores del

modelo. Para la ejecución de este tipo de análisis es importante considerar que los datos obtenidos a través de las observaciones para cada medida repetida no son independientes de las fechas. Es decir, los valores obtenidos en una fecha estarán estrechamente relacionados con los tomados en la medida anterior.

El procedimiento de medidas repetidas genera contrastes polinómicos ortogonales, que dan información acerca de la tendencia (lineal, cuadrática o cúbica) de los datos en el tiempo. Los análisis estadísticos se han realizado con el SPSS, versión 17.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la recolección, los frutos presentaron una masa promedio de 939,80 g, aunque se caracterizaron por poseer una amplia variabilidad, tal como lo demuestra el error estándar de la media muestral (Tabla 1). Esta particularidad ha sido puesta de manifiesto por diferentes investigadores, quienes incluso han reportado frutos de masa mayor a la obtenida en este estudio (Ribeiro 2000; Moreira 2009). Quizás como consecuencia del origen franco de los árboles muestreados.

En su mayoría, los caracteres físicos evaluados tales como diámetro polar y ecuatorial, grosor del epicarpio y número de semillas por fruto (Tabla 1) son coherentes con los obtenidos en diferentes estudios (Argüello y Bolaños 1999; Vargas y Argüelles 2000; Matos et al. 2008).

La pulpa representó entre 32,79 y 55,93% de la masa fresca total del fruto, y en promedio 44,25±0,57% (Tabla 1). Este valor es similar al

reportado por Moreira (2009), aunque también se señalan valores promedio inferiores a los obtenidos en esta investigación (Ribeiro *et al.* 1992). Es importante aclarar que en este estudio no se separó la proporción correspondiente a la placenta, la cual representa alrededor del 2% de la masa del fruto (Villachica 1996). Si consideramos este antecedente, el valor obtenido en el presente estudio, 44,25±0,57%, es similar a lo reportado por investigadores.

El epicarpio contribuye con 35,82±0,71% de la masa del fruto. Valor similar al señalado por Matos *et al.* (2008) y Moreira (2009). Por su parte, las semillas constituyeron 15,49±0,41% de la masa total, resultados inferiores a los informados por Barbosa *et al.* (1978) y Villachica (1996), quienes reportaron 18 y 17%, respectivamente.

El rendimiento de las partes aprovechables del fruto (pulpa y semillas) resultó en 59,74±0,62% de la masa fresca total del fruto; levemente superior al 55,4% referido por Tratado de Cooperación Amazónica (TCA 1999).

Al estudiar el color de la pulpa de los frutos al momento de la recolección (Tabla 1) se observó que la luminosidad (L^*) arrojó valores entre 81,1 y 88,8 con una media de 84,55±0,25; el ángulo matiz (Hue) valores entre 87,74 y 94,73°, con una media de 91,24±0,21°; y el Chroma proyectó una media de 29,65±0,69°. Es importante destacar que el copoazú presenta cambios en la coloración de la pulpa según el estado de maduración del fruto, por lo que su color dependerá de los días que tenga el fruto al momento de la cosecha (Hernández y Hernández 2012).

Tabla 1. Características físicas de los frutos de copoazú a la recolección.

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	ES	
Masa del fruto (g)	66	450	1620	939,80	31,28	
Diámetro polar (cm)	66	16,60	27,50	21,70	0,29	
Diámetro ecuatorial (cm)	66	22,50	45,70	36,76	0,49	
Grosor del epicarpio (mm)	66	4,05	9,90	7,14	0,18	
Nº semillas/fruto	66	13,00	46,00	26,92	0,89	
Proporción de la pulpa (%)	66	32,79	55,93	44,25	0,57	
Proporción del epicarpio (%)	66	21,19	48,40	35,82	0,71	
Proporción de semillas (%)	66	6,11	23,81	15,49	0,41	
Color de pulpa	L^*	20	81,12	88,87	84,55	0,25
	Hue	20	87,74	94,73	91,24	0,21
	Chroma	20	18,48	37,91	29,65	0,69

N=tamaño de la muestra; ES=error estándar; L^* =luminosidad; Hue=ángulo matiz; Chroma=saturación

La temperatura de almacenamiento únicamente afectó el valor de Hue de la pulpa (Tabla 2). Sin embargo, los análisis de medidas repetidas en el tiempo indicaron que el color de la pulpa, en términos de L*, Hue y Chroma, no es el mismo en los seis momentos temporales evaluados (Tabla 2), esto significa que la variación observada con el transcurrir del almacenamiento fue similar en ambas condiciones de temperatura.

Los valores más altos de Hue de la pulpa encontrados en la condición más fría de temperatura (Tabla 2) indican que la pulpa adquirió, durante el almacenamiento, tonos amarillos más puros que en la condición de 4±2°C.

En términos de evolución, el color de la pulpa (L*, Hue y Chroma) siguió una tendencia cúbica ($P \leq 0,01$), independientemente de la condición de temperatura a la que estuvo almacenada (Tabla 2).

Al caracterizar los frutos, desde el punto de vista químico, se encontró que el valor de SST fue $12,5 \pm 0,31^\circ\text{Brix}$ (Tabla 3), similar al señalado por Costa *et al.* (2003). Por su parte, el pH de la pulpa de los frutos varió entre 2,80 y 3,58, con un valor promedio de $3,05 \pm 0,02$ (Tabla 3), semejante a la media reportada por Matos *et al.* (2008).

Los valores de ATT oscilaron entre 1,34 y 3,65%, con una media de $2,57 \pm 0,07\%$ (Tabla 3). En la literatura, si bien existen reportes de ATT similares a los obtenidos en este estudio (Costa *et al.* 2003), se encuentran trabajos discrepantes (Hernández y Galvis 1994; Hernández *et al.* 2006; Matos *et al.* 2008). Quizás, las diferencias observadas sean consecuencia del estado de maduración que poseían los frutos al momento de la recolección.

Tabla 2. Evolución del color de pulpa en función de la temperatura y tiempo de almacenamiento.

COLOR DE PULPA						
Temperatura °C	Dias de almacenamiento					
	0	7	14	21	28	35
Chroma (°)						
4±2	26,98 b	20,70 a	29,37 a	26,33 a	27,55 a	24,04 b
-24±2	32,30 a	20,18 a	28,39 a	25,08 a	27,73 a	28,82 a
	*	ns	ns	ns	ns	*
Tendencia	Cb**					
Tiempo (MR)	**					
Value (L)						
4±2	85,31 a	76,88 a	80,55 b	83,41 a	82,33 a	84,32 a
-24±2	83,77 a	78,45 a	82,49 a	83,05 a	82,96 a	83,11 a
	ns	ns	*	ns	ns	ns
Tendencia	Cb**					
Tiempo (MR)	**					
Hue (°)						
4±2	91,57 a	87,22 b	88,55 b	90,26 b	89,58 b	90,33 b
-24±2	90,92 a	89,26 a	90,97 a	92,05 a	92,40 a	92,47 a
	ns	*	*	*	*	*
Tendencia	Cb**					
Tiempo (MR)	**					

ns; *,**: no significativo y significativo $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente. Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes entre sí.

MR: medidas repetidas en el tiempo. Cb: cúbica.

Tabla 3. Características químicas de frutos de Copoazú al momento de la recolección.

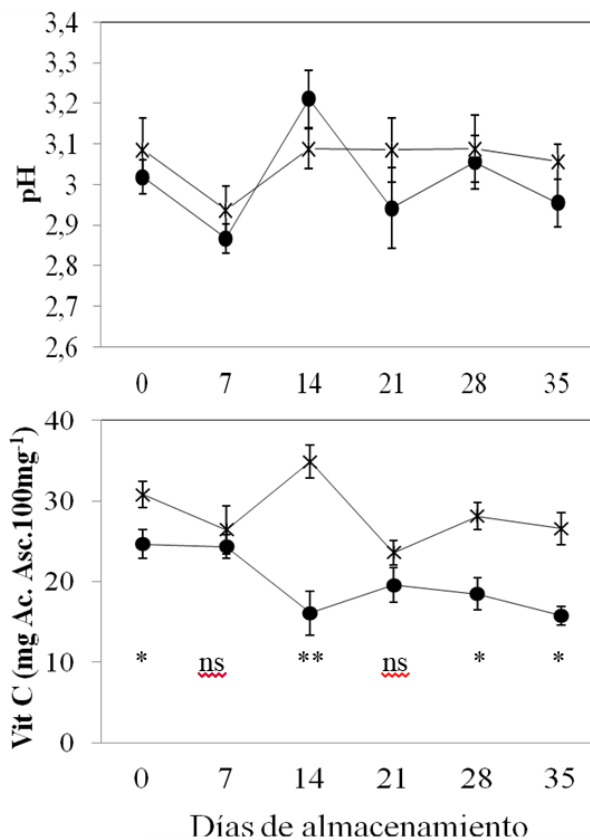
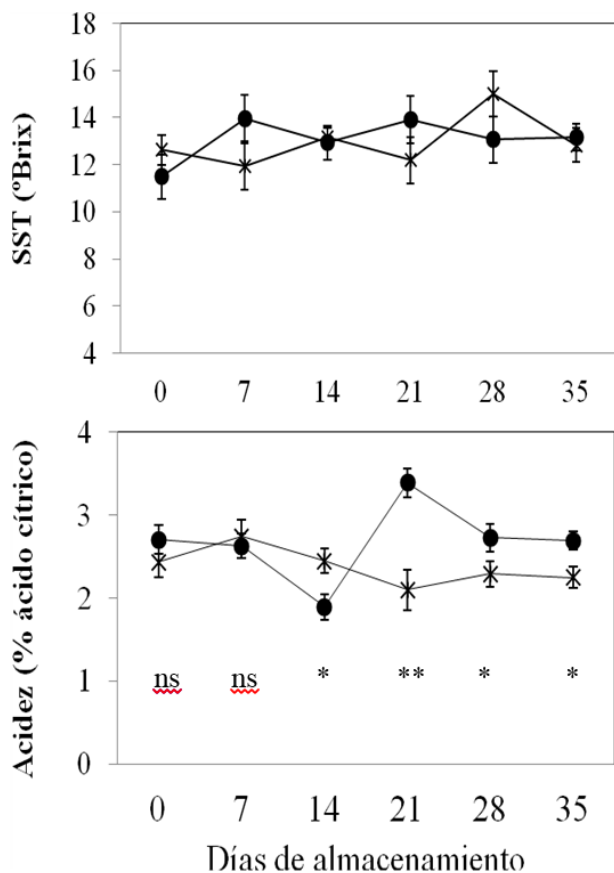
Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	ES
SST (°Brix)	20	7,90	16,50	12,05	0,31
pH	20	2,80	3,58	3,05	0,02
ATT (%ac)	20	1,34	3,65	2,57	0,07
Vitamina C (mg ac.asc.100mg ⁻¹)	20	18,67	36,75	27,71	0,76

ES=error estándar, N=número de muestras, %ac=porcentaje de ácido cítrico, ac.acs=ácido ascórbico.

Con respecto al contenido de vitamina C, la cantidad de ácido ascórbico encontrado en la pulpa varió de 18,67 y 36,75 mg.100 g pulpa⁻¹, con una media de 27,71±0,76 mg.100 g pulpa⁻¹. Valores semejantes a los señalados por la TCA (1999).

En general, nuestros resultados muestran que el copoazú de la amazonia venezolana está dentro de los estándares de identidad y calidad (PIQs) establecidos para la pulpa de copoazú, según el Ministerio de Agricultura y Abastecimiento brasileiro (2000).

Por su parte, la temperatura de almacenamiento no afectó el contenido de SST y pH de la pulpa en cada momento de evaluación; mientras que la ATT y el contenido de vitamina C fueron afectados por la temperatura (Figura 1). Así mismo, los análisis de medidas repetidas en el tiempo permitieron concluir que, el pH de la pulpa, la ATT y el contenido de vitamina C, a diferencia de los SST, variaron con el transcurrir del almacenamiento, aunque sólo el contenido de vitamina C manifestó tendencia significativa (P≤0,01), al decrecer linealmente (Tabla 4).



ns; *,**: no significativo y significativo P≤0,05 y P≤0,01, respectivamente.

Figura 1. Contenido de SST, pH, ATT y vitamina C en pulpa de copoazú almacenada en dos condiciones de temperatura (● 4±2°C; × -24±2°C).

La tendencia al incremento paulatino de los SST con el transcurrir del tiempo de almacenamiento y la disminución del contenido de vitamina C, parecen indicar que se emplean más los ácidos que azúcares para el proceso respiratorio, tal como indican Hernández y Hernández (2012). Al respecto se ha reportado que frutos como la manzana y el tomate presentan descenso en el contenido de vitamina C durante el almacenamiento (Kalt 2005; López-Valenzuela *et al.* 2011), debido al proceso respiratorio del fruto para obtener la energía requerida para sus funciones metabólicas.

Al parecer, la condición de temperatura de -24±2°C resulta en una mejor calidad nutricional de la pulpa de copoazú, ya que permite retrasar la degradación de la vitamina C y acumular mayor cantidad de ATT, esta última principalmente posterior a los 21 días después del almacenamiento.

En las dos condiciones de temperatura, el pH presentó valores más o menos estables, aunque

Tabla 4. Tendencia en valores de SST, pH, ATT y vitamina C en pulpa de copoazú en función del factor tiempo como medida repetida.

	SST	pH	ATT	Vit. C
Tendencia lineal	ns	ns	ns	**
Tendencia cuadrática	ns	ns	ns	ns
Tendencia cúbica	ns	ns	ns	ns
Tiempo (MR)	ns	*	*	*

ns; *,**: no significativo y significativo $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente.

MR: medidas repetidas en el tiempo.

bajos, valores característicos en el fruto de esta especie (Silva y Silva 1997).

CONCLUSIONES

Existió gran disparidad entre las masas frescas de los frutos. Sin embargo, el resto de las variables físico químicas fluctuaron en menor magnitud.

De las tres fracciones del fruto: pulpa, epicarpio y semillas, la pulpa fue más representativa (44,25 %) que junto a las semillas, permite aprovechar 59,74% de la masa fresca total del fruto.

La pulpa de copoazú almacenada por un período de hasta 35 días a temperatura de $-24 \pm 2^\circ\text{C}$ adquiere tonos amarillos más puros.

El pH de la pulpa, la acidez total titulable y el contenido de vitamina C, a diferencia de los sólidos solubles totales, variaron con el transcurrir del almacenamiento. Sin embargo, sólo el contenido de vitamina C y la acidez total titulable fueron afectados por la temperatura de almacenamiento.

El almacenamiento de pulpa de copoazú a $-24 \pm 2^\circ\text{C}$ fue efectivo para retrasar la degradación del ácido ascórbico, además que afecta positivamente la síntesis de ácidos orgánicos. Este comportamiento puede ser una alternativa útil para extender la vida de anaquel y el periodo de comercialización de la pulpa, aspecto que puede beneficiar a productores, distribuidores y comerciantes.

REFERENCIAS

Argüello, H. y Bolaños, C. 1999. Obtención de frutos de buena calidad y procesamiento de

Copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Universidad Nacional de Colombia, sede Leticia. IMANI. AMUC. PRONATTA. 24 pp.

Barbosa, C., Nazaré, F. y Nagata L. 1978. Estudios físicos y químicos de los frutos: bacuri (*Platonia insignis*), cupuagu (*Theobroma grandiflorum*) y murici (*Byrsonima crassifolia*). Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5: 797-808.

Cardona, J., Díaz, R., Gutiérrez, R., Hernández, M. and Fernández-Trujillo, J. 2013. Clarification effects in a functional copoazú (*Theobroma grandiflorum*) beverage. Foods. 1:1-7.

Carvalho, J., Muller, C., Benchimol, R., Kate, A. y Alves, R. 1999. Copoasu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng) Shum.]: Cultivo y utilización. Secretaría Pro-tempore del Tratado de Cooperación Amazónica. Caracas. 142 pp.

Cavalgante, P. 1988. Frutas comestíveis da Amazonica de rev. Ampl. Belem: Museu Paraense Emilio Goeldi; Companhia Souza Cruz Industria e comercio. pp. 90- 93.

Clement, C., Cristo-Araújo, M., d'Eeckenbrugge, G., Pereira, A. and Picanço-Rodrigues, D. 2010. Origin and domestication of native Amazonian crops. Diversity Brasileira. 2(1): 72-106.

Costa, M., Arraes, G., Moreira, M., Figueiredo, R., Nassu, R. e Sabino, J. 2003. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. Rev. Bras. Frutic. 25(2): 213-215.

- Hernández, L. and Hernández, G. 2012. Growth and development of the cupuaçu fruit (*Theobroma grandiflorum* [Willd. Ex Spreng.] Schum.) in the western Colombian Amazon. *Agronomía Colombiana* 30(1): 95-102.
- Hernández, M. y Galvis, A. 1994. Análisis de crecimiento del fruto y determinación del momento de cosecha del Copoazú. *Colombia Amazónica* 7(1-2):157-167
- Hernández, M., Barrera, J., Carrillo, M., Martínez, O., Melgarejo, L., Galvis, J., Casas, A. y Bolaños, C. 2006. Crecimiento y desarrollo de los frutos de especies promisorias del genero *Theobroma*, bajo condiciones de la Amazonia norte colombiana. In: Melgarejo, L., Hernández, M., Barrera, J. and Carrillo, M., eds. *Theobroma*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI); Universidad Nacional de Colombia; Ed. Script, Bogotá. pp. 107-136.
- Kalt, W. 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science* 70(1):11-19.
- López-Valenzuela, J., Valverde-Juárez, F., Mejía-Torres, S., López-Angulo, G. y Vega-García, M. 2011. Efecto del almacenamiento en atmósfera controlada sobre la calidad poscosecha y nutricional del tomate. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 17(2): 115-128.
- Matos, C., Souza, C., Faria, J., Oliveira, S., Santos, L. y Sacramento, C. 2008. Características físicas e físico-químicas de Cupuaçus de diferentes formatos. *Rev. ciênc. agrár. Belém*, 50: 35-45.
- Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 2000. Instrução Normativa nº1de 07 de janeiro. Aprova o Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial da União, Brasília-DF, Seção I*. 54 pp.
- Moreira, J. 2009. Desidratação de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em estufa com circulação de ar forçado. Tese MSc. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Brasil. 84. pp.
- Quijano, C. and Pino, J. 2007. Volatile compounds of copoazú (*Theobroma grandiflorum* Schumann) fruit. *Food Chemistry*. 104(3):1123-1126.
- Ribeiro, G. 2000. A cultura do cupuaçuzeiro em Rondônia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa). Segunda edição. Porto Velho. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 48. 43 pp.
- Ribeiro N., Sacramento, C., Barreto, W. e Santos Filho, L. 1992 Características físicas e químicas do frutos do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do sudeste da Bahia. *Agrotrópica*. 4(2):33-37.
- Silva, F. and Silva, C. 1997. Quality optimization of hot filled pasteurised fruit purees: container characteristics and filling temperatures. *J. Food Eng.* 32:351-364.
- Tratado de Cooperación Amazónica (TCA). 1999. Copoazú [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Shum.]: cultivo y utilización. Manual técnico. Caracas, Venezuela: FAO; Santiago, Chile: A & C Impresores. 142 p. [Libro en línea]. En: www.otca.org.br/publicacao/spt-tca-per-50.pdf. [enero, 2014].
- Vargas, G. y Argüelles, J. 2000. Clasificación y caracterización morfoagronómica del germoplasma de cinco especies frutales amazónicas. Instituto Amazónico de investigaciones científicas, SINCHI. San José del Guaviare, Colombia. 28 p.
- Venturieri, G. e Lopes, J. 1988. Composição do chocolate caseiro de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum). *Acta Amazônica* 18 (1-2): 3-8.
- Villachica, H. 1996. Frutales y Hortalizas Promisorias del Amazonas. Nº 44. Lima, Perú. pp. 103-112.