

CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS DE CAIMITO (*CHRYSOPHYLLUM CAÍNITO* L) VARIEDADES VERDE Y MORADO E INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DE COSECHA EN LA CALIDAD DE LOS FRUTOS

CHARACTERIZATION OF STAR APPLE FRUIT (*CHRYSOPHYLLUM CAÍNITO* L) GREEN AND PURPLE VARIETIES AND INFLUENCE OF HARVESTING TIME ON FRUIT QUALITY

**Judith Zambrano; Natalie Montilla; Ramón Riveros; Ibis Quintero; Miguel Maffei;
Anne Valera; William Materano.**

Grupo de Fisiología de Poscosecha. Núcleo Universitario Rafael Rangel,
Universidad de Los Andes, Trujillo. Apdo 23 telf. 0272 2362177 Correo electrónico [jvalera_ve@
yahoo.es](mailto:jvalera_ve@yahoo.es)

Resumen

El Caimito (*Chrysophyllum caínito* L) pertenece a la familia de las Sapotáceas. Esta especie incluye árboles o arbustos distribuidos ampliamente en los trópicos de ambos hemisferios. En Venezuela, este frutal se cultiva primordialmente en el Noroeste del país donde esta extensamente difundido en huertos, como árbol ornamental y de sombra. Sin embargo, los frutos poseen exquisito sabor y valor nutricional por presentar calcio, fósforo, vitaminas A y C. El objetivo del estudio fue evaluarla composición química de los frutos de caimito, variedades verde y morada, de un huerto experimental establecido en la Finca El Reto, Universidad de Los Andes, ubicada en la localidad de Monay, estado Trujillo. Entre las características químicas, se determinaron: la acidez titulable, sólidos solubles totales (SST), relación SST/Acidez, azúcares reductores, contenido de materia seca y porcentaje de humedad. Se utilizó un diseño experimental que corresponde a un factorial con dos factores a dos niveles (2²): variedad (verde y morado) y época de cosecha temprana y tardía, con diez repeticiones dispuesto al azar. Los resultados para todas las evaluaciones fueron procesados estadísticamente mediante análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS®. La acidez titulable, contenido de azúcares reductores y materia seca fueron superiores para la variedad verde; mientras que el contenido de SST y el porcentaje de humedad fueron estadísticamente similares. La relación SST/Acidez resultó superior en los frutos de la variedad morada. El factor época de cosecha tuvo influencia en la mayoría de las variables químicas evaluadas.

Palabras clave: Caimito, características químicas, caracterización, época de cosecha, calidad.

Abstract

The Caimito (*Chrysophyllum caínito* L) belongs to the Sapotaceae family. This family includes trees or shrubs widely distributed in the tropics of both hemispheres. In Venezuela is grown primarily in gardens as an ornamental tree and shadow; however, the fruits have exquisite taste and nutritional value for calcium, phosphorus, vitamins A and C. The objective of the study consisted of the chemical evaluation of the fruits of caimito, varieties green and purple, from an experimental garden established on the farm El Reto, University of the Andes, located in Monay, Trujillo State. The variables evaluated were: titratable acidity, total soluble solids (TSS), SST/Acidity ratio, reducing sugars content, dry matter and moisture content. The experimental design corresponded to a factorial with two factors at two levels each (2²): variety (green and purple) and early and late harvest with ten replications arranged at random. The results for all assessments were processed statistically using analysis of variance by means of the statistical package SAS®. Titratable acidity, reducing sugars content and dry matter were higher for the green variety; while TSS and moisture percent were statistically similar. The TSS/acid ratio was higher in the fruits of the purple variety. The harvest time factor had influence on the majority of the chemical variables.

Key words: Caimito, chemical characteristics, characterization, harvest time, quality.

Recibido: 31/01/2013 - **Aprobado:** 20/11/2013

Introducción

El caimito (*Chrysophyllum caínito* L) pertenece a la familia de las Sapotáceas, formada por árboles o arbustos distribuidos ampliamente en los trópicos de ambos hemisferios (Álvarez *et al.*, 2004). En Venezuela este frutal se cultiva primordialmente en el Noroeste del país donde esta extensamente difundido en huertos, como árbol ornamental y de sombra (Quintero *y col.*, 2006).

Es conocido con el nombre común de caimito en Costa Rica, España, Honduras, Nicaragua, Panamá y Venezuela (OFI-CATIE, 2010). El nombre usual en inglés star apple se deriva de la apariencia de estrella que tiene el fruto cuando se corta transversalmente (Avilán *et al.*, 1992). Es un árbol de mediana altura, frondoso, de hojas muy verdes y brillantes por arriba y doradas por debajo. El caimito es probablemente originario de las Antillas y con la llegada de los Europeos su cultivo se extendió al resto del continente, de modo que en la actualidad se encuentra naturalizado en altitudes medias y bajas del suroeste de México hasta Panamá (Morton, 1987). El potencial de este frutal no se aprovecha debido a que su cultivo aún no es actividad económica importante. En su centro de origen se cultivan solamente en áreas pequeñas como una especie componente de un sistema agroforestal, es decir, no existen plantaciones comerciales considerables. Además, no se tiene mucho conocimiento con respecto a técnicas agronómicas para su cultivo ni mucho menos, procedimientos adecuados de post-cosecha, mercadeo e industrialización. Por otro lado, la caracterización de estos frutales se ve afectada por la preferencia de la población por otros frutos exóticos con mayor disponibilidad y mayor prestigio social.

De acuerdo al color de su cáscara el caimito se puede encontrar de color morado o verde (Popenoe, 1953). Al parecer, el de color morado o púrpura tiene más sabor, es más rico en azúcar y el de color verde más olor; la parte comestible la constituye una pulpa blanca, dulce, jugosa y algo astringente (Calabria, 1968). Posee hasta 10 semillas marrón oscuro, dispuestas en forma de estrella, de las cuales se obtiene un aceite para friccionar cuando hay dolores musculares (Delascio, 1985). La planta en condiciones favorables, puede llegar a producir entre 90 y 113 Kg o mas frutos por año (Campbell, 1974). En las regiones donde se produce, el fruto se consume habitualmente como fruta fresca, identificándose por su sabor exquisito con características que lo hacen ser uno de los frutales tropicales con grandes posibilidades de explotación.

El caimito, como todas las sapotáceas, es un árbol lactífero, cuando se fragmenta un caimito, no se debe permitir que el látex amargo de la piel del fruto se ponga en contacto con la pulpa comestible. El fruto maduro, preferiblemente refrigerado, se corta a la mitad y se extrae la pulpa con una cuchara, desechando la piel, las semillas y el corazón. La pulpa contiene alrededor de 5% de azúcar, y muestra excelentes cualidades nutritivas, ya que es una fuente apreciable de fósforo (15,9-22,0 mg/100g), calcio (7,4-17,3 mg/100g), hierro (0,3-0,68 mg/100g), ácido ascórbico (3,0-15,2 mg/100g) y niacina (0,94-1,34 mg/100g) (Morton, 1987); asimismo, en estudios realizados por Luo *et al.*, (2002) fueron identificados nueve antioxidantes polifenólicos en la pulpa de frutos frescos.

Los frutos no caen de la planta cuando alcanzan la madurez fisiológica, por lo tanto estos deben ser cosechados a mano con una tijera cortando el pedúnculo para evitar el daño del mismo. Para alcanzar

una maduración adecuada los frutos deben ser cosechados en el estado apropiado, el cual se puede precisar cuando el color del fruto cambia a púrpura o verde opaco y es suave al tacto. Frutos cosechados inmaduros no logran madurar, su pulpa se torna de color oscuro, no se ponen blandos y no son comestibles (Crane y Balerdi, 2010).

Actualmente, en Venezuela esta especie se encuentra muy poco explotada ya que no existen huertas comerciales establecidas. Las características de los frutos son los factores más significativos del árbol para seleccionar y fomentar el desarrollo de éste género. Por esta razón, es necesario realizar estudios que permitan difundir conocimientos sobre las características físico químicas de los frutos de éste frutal, ya que representa una etapa primordial en las perspectivas de comercialización de los frutos. El objetivo del presente estudio consistió en caracterizar y evaluar la calidad de los frutos de caimito, variedades verde y morada, dada por su análisis químico durante dos épocas de cosecha en un huerto experimental establecido en la Finca “El Reto” de la Universidad de Los Andes, ubicada en la localidad de Monay, Estado Trujillo.

Materiales y métodos

Se utilizaron frutos de caimito provenientes de un huerto establecido en la Finca “El Reto” de la Universidad De Los Andes, ubicada en la localidad de Monay, municipio Pampán, Estado Trujillo. Se realizaron dos cosechas durante los primeros meses del año, coincidiendo con la época de producción de este frutal.

Fase de campo

Se seleccionaron árboles de ambas variedades (verde y morado). Los frutos se cosecharon en estado maduro, se seleccionaron lo más uniforme posible por

tamaño, color, ausencia de daños mecánicos, por insectos y enfermedades y se procedió a cortarlos con una tijera dejándoles parte del pedúnculo. Posteriormente los frutos fueron transportados al laboratorio de Fisiología de Poscosecha del NURR para la evaluación de los parámetros físicos y los atributos de calidad.

Fase de laboratorio

Para la valoración de los frutos se utilizaron análisis destructivos que comprenden la acidez titulable, contenido de sólidos solubles totales (SST), relación SST/Acidez, azúcares reductores, contenido de materia seca y porcentaje de humedad. Con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable se cortaron los frutos transversalmente y se procedió a separar la cáscara, la pulpa y las semillas. A continuación se determinó el contenido de materia seca por medio de secado de una muestra de aproximadamente 10 gr de la pulpa de los frutos (peso inicial) y posteriormente fueron introducidas en la estufa con ventilación forzada a 75 °C hasta llegar a peso constante (AOAC, 1984). Los sólidos solubles totales (SST) se determinaron mediante refractometría en un refractómetro ABBE MARK II modelo 10495, NY, en el sobrenadante de 5 gr de muestra de la pulpa homogeneizada y centrifugada a 7000 rpm durante 30 minutos. Se colocaron dos gotas del sobrenadante del material centrifugado sobre el prisma del refractómetro y se tomó la lectura después de 1 minuto, expresándose el resultado en °Brix. La acidez titulable se determinó mediante la neutralización de la acidez libre total con una solución décimo normal (0,1N) de soda (hidróxido de sodio), en una muestra de 20 gr de pulpa triturada y homogeneizada usando un homogeneizador de tejido Tekmar (Tekmar Corp., Cincinnati, OH) a la cual se le añadió 20 ml de agua destilada y luego se tituló hasta alcanzar un pH de 8,2. (COVENIN, 1984). Para la determinación del

contenido de azúcares reductores previamente una porción de pulpa de aproximadamente 10 gr se sometió a liofilización en un equipo marca LABCONCO a 0,084 mBar, -45 °C durante 48 horas. En la muestra liofilizada se determinó el contenido de azúcares reductores mediante la técnica de Ting con ciertas modificaciones. A 0,1 gr de muestra de pulpa liofilizada, se le añadió 10 ml de etanol al 80 %, se sometió a reflujo durante 30 minutos a 80 °C, agitándose cada 10 minutos, se filtró con papel filtro N° 1 y se completó a volumen en balones de 25 ml con etanol al 80 %, se tomó 1 ml de la disolución agregándole 5 ml de ferricianuro alcalino, se llevó a baño de María hirviendo durante 30 minutos, luego se dejó enfriar y se adicionó 10 ml de ácido sulfúrico 2N, agitando hasta que se desprendan los gases y se le agregó 4 ml de reactivo de Nelson, posteriormente se leyó en el espectrofotómetro a 745 nm. El resultado se expresó en mg/g peso seco (ps).

Análisis estadísticos

Se utilizó un diseño experimental que corresponde a un factorial con dos factores a dos niveles cada uno (2²): variedad (verde y morado) y época de cosecha (dos), con diez repeticiones dispuesto al azar. Los resultados fueron procesados estadísticamente mediante análisis de varianza, la diferencia entre medias fue corroborada a través de la prueba de rango múltiple de Duncan. Fue empleado el paquete estadístico SAS® versión 9 (2002) y los datos fueron sometidos a pruebas que garantizaron el cumplimiento de los supuestos de normalidad, aditividad, independencia de errores y homogeneidad de varianza.

Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada una de las variables bajo estudio.

Referente a la acidez titulable el análisis de varianza reveló que existen diferencias significativas en cuanto a las variedades y a la época de cosecha ($p < 0,05$) (cuadro 1). La acidez titulable fue superior en los frutos de la variedad Verde (0,3154 %) comparados con los frutos de la variedad Morada (0,1918 %) (Cuadro 2). Estos valores son similares a los reportados por Alia-Tejacal *et al.* (2004) en frutos de caimito almacenados a baja temperatura; y son ligeramente mayores a los mostrados por Álvarez-Vargas *et al.* (2006). Los ácidos orgánicos tal como el cítrico, málico y tartárico, contribuyen considerablemente al sabor de las frutas, algunas frutas como los cítricos contienen más de 3% de ácidos orgánicos. (Wills *et al.*, 1998).

Los sólidos solubles totales resultaron estadísticamente iguales tanto para las variedades como para la época de cosecha (Cuadro 1). A través del análisis de varianza se determinó que no existen diferencias significativas en comparación de las variedades ni respecto a la época de cosecha (Cuadro 2). El valor obtenido en este trabajo 6,28 °Brix para ambas variedades son inferiores a los reportados por Álvarez-Vargas *et al.*, (2006) quienes reportaron valores promedio de 10,1 °Brix; por su parte Arzudia *et al.*, (1997) revelaron valores afines en colectas efectuadas en Guatemala. La relación Brix/ácido es representativa del sabor y es tomada como un índice de calidad en la aceptación de los frutos. Los valores más altos de esta relación fue alcanzada por los frutos de la variedad morada (31,74), y los frutos de la cosecha temprana fueron estadísticamente superiores ($p < 0,05$) en cuanto a éste índice.

En referencia al contenido de azúcares reductores el análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) para esta variable en cuanto a los factores

variedad y época de cosecha (Cuadro 1). La variedad verde mostró mayor contenido de azúcares reductores que la variedad morada, y a su vez, se comprobó que aquellos frutos de la cosecha tardía poseen mayor cantidad de azúcares reductores (cuadro 3). La diferencia de los valores correspondientes a la época de cosecha puede atribuirse a la hidrólisis de la sacarosa en las unidades de glucosa y fructosa. Los valores alcanzados en este trabajo son menores a los reportados por Álvarez-Vargas *et al.*, (2006), quienes reportaron un valor de 86,4 mg/g.

El valor promedio de materia seca para los frutos de la variedad verde fue de 20,057% comparado a 17,550 % para la variedad Morada, estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de rango Múltiple de Duncan (cuadro 3). En cuanto al factor época de cosecha se destacaron los frutos de la cosecha 1 con un valor de 19,646 % de materia seca. Este es un parámetro fundamental que determina el rendimiento del producto procesado, cuando se utilizan los frutos para la obtención de pulpa. Los valores de materia seca encontrados en los frutos de caimito utilizados en esta investigación se encuentran en los rangos divulgados por Morton (1987) para la porción comestible de Star Apple los cuales corresponden a 12,3-21,6 %. En el porcentaje de humedad no se encontraron diferencias significativas respecto a ninguno de los factores involucrados en el estudio.

Conclusiones y recomendaciones

Se encontró mayor contenido en acidez titulable, contenido de azúcares reductores y materia seca en los frutos de caimito variedad verde, mientras que la relación SST/Acidez fue superior en los frutos de la variedad morada. El factor época de cosecha tuvo influencia en la mayoría de las variables químicas, excepto para el contenido de SST, lo que indica que esta variable, para esta

especie frutal, actúa independientemente de la variedad y época de cosecha. Por lo tanto se recomienda realizar posteriores estudios planificando mayor número de cosechas, e incorporando a la investigación algunos compuestos bioactivos, componentes importantes de estos frutales para el consumo humano.

Bibliografía:

- AOAC. *Official Methods of Analysis of the Association of Agricultural Chemist*. 14thed, Washington, DC. (1984). pp 1141.
- Alia-Tejacal I., Colinas-León, Mt., Celis-Velazquez R., López-Martínez V., Acosta-Duran C., Guillen-Sánchez D, Hernández-Toledano JC. “Almacenamiento de frutos de caimito a bajas temperaturas”. *Investigación Agropecuaria* (2004). 2:7-13.
- Álvarez R., Quintero I. Manzano-Méndez J, González D. “Emergencia y características de plántulas de *Chrysophyllum cainito* L. (Sapotacea) bajo diferentes tratamientos pregerminativos y posición de siembra de la semilla”.
Rev Científica *Udo Agrícola* (2009). 9(3): 333-342.
- Álvarez-Vargas JE, Alia-Tejacal I, López-Martínez V, Acosta-Duran CM,
- Andrade-Rodríguez M, Colinas-León M, Delgado-Escobar I, Villegas-Torres O. “Caracterización de frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) en el estado de Morelos”.
- Revista Chapingo Serie Horticultura* (2006). 12(2):217-221. 292

- Arzudia C, Martínez E, Ayala E, Martínez V. "Sapotáceos del Sur Occidente de Guatemala". *Revista De Ciencia y Tecnología de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. (1997). 1:35-55.
- Avilán L, Leal F, Bautista D. *Manual de Fruticultura Tomo II* Segunda Edición Editorial América C.A. Caracas. Venezuela (1992).1381-1385.
- Calabria J M. *Frutales de Venezuela. Características e indicaciones prácticas para su cultivo*. (1968). Fundación Eugenio Mendoza. Caracas.
- Campbell C. "Research in CAIMITO (*Chrysophyllum cainito*)" in *Florida Proc. Tropical Region Amer. Soc. Hort. Sci* (1974). 18:123-127.
- Crane J, Balerdi CF "Caimito (Star Apple) Growing" in the *Florida Home Landscape Florida Cooperative Extension Service*, Institute of Food and Agricultural Science University of Florida. (2010). 7 p
- COVENIN "Determinación de la acidez y vitamina C en frutas y productos derivados". 1984. 151-77.
- Delascio C.F. *Algunas plantas usadas en la medicina empírica venezolana*. Direcciones de Investigaciones Biológicas, División de vegetación, Jardín Botánico, Inparques, Litopar(1985). C.A., Caracas, Venezuela.
- Luo XD, Basile MJ, Kennelly EJ *Poliphenolic Antioxidants from the fruit of Chrysophyllum cainito L.* (2002). (Star Apple) J. Agric. FoodChem. 50:1379-1382. Morton, J.F. "Star Apple *Chrysophyllum cainito* L". In: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton. Miami, FL. (1987). p. 408-410.
- OFI-CATIE "Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza" Disponible(2012). en : <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulospeciesy anexos/chrysophyllumcainito.pdf> Consultado 24-01-2012.
- Popenoe W. "Fruticultura Centroamericana". *Ceiba*(1953). 3(4):225-338.
- Quintero I, Álvarez R, Materano W, Maffei M, La Chica. J. *Caracterización Físicoquímica de Caimito (ChrysophyllumcainitoL.) var. Morada en dos estados de Madurez*. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. (2006).50:108-112.
- SAS®. "Statistical Analysis Systems. SAS Institute Inc". Version 9.0.North Carolina SAS Institute, Inc. User's Guide.SAS help and Documentation. (2002).
- Ting S "Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugar and fructose in citrus juices".*Agric. Food Chem* (1956) 43: 263-266
- Wills R, Lee T. Mcglasson, W., Hall E, Graham. D. *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas poscosecha*. Editorial Acribia S.A. 3ra Edición, Zaragoza, España (1998). p. 195. Morton, J.F. (1987). "Star Apple *Chrysophyllum cainito* L". In: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton. Miami, FL. p. 408-410.

Cuadro1: Resultados del Análisis de Varianza para las variables acidez titulable, sólidos solubles totales (SST), relación SST/Acidez, azúcares reductores, contenido de materia seca y humedad (%).

	Acidez titulable (%)	SST (°Brix)	SST/Acidez	Azúcares Reductores (mg/100g)	Materia Seca (%)	Humedad (%)
F.V.	gl	CM	p>F	CM	p>F	CM
E. cosecha	1	3,1922	0,0779	8,4091	0,0379	26,732
Variedad	1	0,0025	0,9872	3,0002	0,0072	71,556
E * V	1	9,7022	0,0055	2,5012	0,055	98,756
				175,295	0,0148	0,6911
				753,848	<.0001	0,5174
				141,776	0,0268	0,2769

F.V. Fuente de variación, gl grado de libertad, CM Cuadrado medio

Cuadro 2. Valores medios para las variables Acidez titulable (%), Azúcares reductores (mg/g), Sólidos solubles totales (°Brix) y relación SST/Acidez de frutos de caimito variedades verde y morado en dos épocas de cosecha.

Variables	Acidez titulable (%)	SST (°Brix)	SST/Acidez
Variedad			
Verde	0,3154 A	6,28 A	19,91 B
Morado	0,1918 B	6,28 A	31,74 A
Cosecha			
1	0,1761 B	6,56 A	37,25 A
2	0,3310 A	6,00 A	18,12 B

Medias de cada grupo de datos acompañadas de diferentes letras, difieren significativamente (Prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan a $p < 0,05$)

Cuadro 3. Valores medios para las variables Azúcares reductores (mg/g), contenido de materia seca (%), y Humedad (%) de frutos de caimito variedades verde y morado en dos épocas de cosecha.

Variables	Azúcares reductores (mg/g)	Materia Seca (%)	Humedad (%)
Variedad			
Verde	44,770 A	20,057 A	60,660 A
Morado	36,088 B	17,550 B	62,304 A
Cosecha			
1	38,336 B	19,646 A	61,487 A
2	42,522 A	17,961 B	61,477 A

Medias de cada grupo de datos acompañadas de diferentes letras, difieren significativamente (Prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan a $p < 0,05$)