

Determinación física y bromatológica de la guanábana cimarrona (*Annona glabra* L.) del departamento de Córdoba

Determination of bromatological and physical cimarron soursop (*Annona glabra* L.) of Córdoba's department

Determinação física da graviola bromatológica cimarrona (*Annona glabra* L.), do Departamento de Córdoba

Guillermo S. Arrazola-Paternina^{1*}, José L. Barrera-Violeth¹, Marcela I. Villalba -Cadavid¹

¹ Ingeniero alimentos, MSc, PhD.

² Ingeniero agrónomo, MSc, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

³ Ingeniero Alimentos, MSc

* Grupo Investigación Procesos y Agro industria de Vegetales. Universidad de Córdoba. Colombia
Email: guillermo.azzola@ua.es

Recibido: Abril 29 de 2013

Aceptado: Agosto 31 de 2013

Resumen

El objetivo de esta investigación fue caracterizar los frutos de la Guanábana cimarrona en tres estados de madurez, a saber, verde, pintona y madura, analizando características físicas (tamaño, penetrometría) y bromatológicas (acidez titulable, pH, °Brix, índice de madurez, humedad, cenizas, fibra bruta, contenido de vitamina C, sacarosa mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución, HPLC). Los resultados arrojaron diferencias estadísticas significativas entre los estados de madurez del fruto en sus propiedades bromatológicas y fisicoquímicas, exceptuando el análisis de cenizas como también en sus propiedades físicas. El estudio reportó una composición promedio para el fruto de Guanábana cimarrona así: Acidez titulable 2.6%; pH 4.55%; °Brix 11.5%; índice de madurez 0.8%; humedad 81%; cenizas 0.72%; fibra bruta 8.55%; contenido de vitamina C, 3.6%. Los resultados obtenidos por HPLC muestran una concentración de 1.86 mg kg⁻¹ de Sacarosa, obteniéndose mayor producción en el tercer tratamiento, correspondiente al estado madurez en el cual las características organolépticas y fisicoquímicas son ideales para consumo en fresco o para su procesamiento agro industrial.

Palabras claves: Annona, Guanábana cimarrona, HPLC, índice madurez.

Abstract

The purpose of this researching was to characterize soursop maroon fruits into three maturity stages which are green, made and mature, analyzing physical characteristics (size, penetrometer) and qualitative (acidity, pH, ° Brix, maturity index, humidity, ash, crude fiber, vitamin C content of sucrose by HPLC). The results showed meaning statistic differences between the states of ripeness of the fruit on their property, except bromatological ash analysis as well as in their physical properties. The study reported an average composition for the Maroon and Soursop fruit: 2.6% Acidity, pH 4.55%, ° Brix 11.5%, 0.8% Maturity index, Humidity 81%, ash 0.72%, 8.55% crude fiber, vitamin content C, 3.6%. The results obtained by HPLC showed a con-

centration of 1.86 mg Kg⁻¹ of sucrose, resulting in higher production in the third treatment that corresponds to the commercial mature stage.

Key words: Annona, Soursop Maroon, HPLC, Sucrose, maturity index.

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar os frutos de graviola em três estágios de maturação (verde, amadurecimento e maduro) analisando as características físicas (tamanho, penetrometria) e bromatológicas (acidez titulável, pH, ° Brix, índice de maturidade, umidade, cinzas, fibra bruta, vitamina C, a sacarose por cromatografia líquida de alta resolução, HPLC). Os resultados mostram diferenças estatisticamente significativas entre os estados de maturação do fruto em suas propriedades físico-químicas e bromatológicas, exceto a análise de cinzas, bem como em suas propriedades físicas. O estudo relata uma composição média de graviola chimarrona assim: 2,6% de acidez titulável, pH 4,55%, ° Brix 11,5%, índice de maturidade de 0,8%, 81% de umidade, 0,72 % de cinzas, 8,55% de fibra bruta, vitamina C, 3,6 %. Os resultados obtidos por HPLC mostra uma concentração de 1,86 mg/kg de sacarose, obtendo-se uma maior produção no terceiro tratamento que corresponde ao estado maduro em que as características organolépticas e físico-químicas são ideais para o consumo fresco ou para o processamento agro-industrial.

Palabras claves: Annona, graviola chimarrona, HPLC, índice de maturidade

Introducción

La familia Anonácea, más conocida popularmente como la familia de la Guanábana, comprende cerca de 2.500 especies agrupadas en 130 géneros, constituidos por árboles, arbustos y lianas, distribuidas en las regiones tropicales de América, Asia y Madagascar. Dentro de la familia Annonaceae hay géneros que se caracterizan por el interés económico de sus frutos. Tal es el caso de la *Annona squamosa*, *Annona muricata*, *Annona cherimolla* y *Annona reticulata* (Ocampo *et al.*, 2007). Los cambios en el color, la textura, el sabor y el aroma durante la maduración, están asociados con el climaterio. La fruta desarrolla cambios de sabor, oscurecimiento de cascara y ablandamiento de la pulpa mediante la producción autocatalítica de etileno, haciendo de ellos tres factores dependientes (Coelho *et al.*, 2003).

Las guanábanas (*Annona Glabra L.*, *Annona muricata L.*) poseen una pulpa blanca, jugosa, aromática y de sabor agridulce, generalmente es consumida in natura, o en forma de helados, cremas, dulces, néctares y jugos. Los frutos de la guanábana chimarrona pueden ser empleados también de la misma manera. En su composición nutricional (g/100g) de muestra presenta: Humedad 80.57; materia seca 19.43; proteína total 0.88; lípidos 0.15; ceniza 0.71; pH 3.53; acidez total 1.27; azúcares reductores 13.77; azúcares no reductores 0.21; azúcares totales 13.98; compuestos fenólicos 352.01 (Pantoja *et al.*, 2005). El aprovechamiento de la gran diversidad de frutas endémicas o nativas, que se

producen o se adaptan en cada una de las regiones del país, es la tendencia en Colombia desde hace aproximadamente diez años. Sin embargo, la falta de investigación sobre la composición nutricional, estacionalidad del alimento, estudios sobre edafología, especies y variedades, así como transformación y comercialización, hace que estas frutas no traspasen las fronteras locales o regionales y que mucho menos lleguen a ser explotadas industrialmente. Por ello tienden a desaparecer. *Annona glabra L.*, es un árbol distribuido principalmente en Suramérica y en el sudeste de Asia, se utiliza además en la medicina tradicional como un insecticida y un parasiticida (Ohsawa *et al.*, 1991). En un estudio previo, tres conocidos bis-(THF) acetogéninas, desacetylularicin, asimicin y squamocin, fueron aisladas de semillas de esta especie (Ohsawa *et al.*, 1991, Zafra-Polo, *et al.* 1996) mostrando otro gran aprovechamiento como la actividad insecticida. Hoy día existen técnicas instrumentales de identificación y cuantificación de compuestos de interés para la industria alimentaria de vegetales y la nutrición, como es la cromatografía líquida de alta resolución. El *Annona* es un género de importancia económica, con algunas especies ampliamente comercializadas. Industrialmente también se analizan algunos otros compuestos, en especial los referentes a la parte nutricional, por ejemplo perfiles de Aminoácidos libres, compuestos antioxidantes utilizando HPLC de fase inversa. En algunas variedades de cherimolas se detectaron un total de 20 aminoácidos libres. Arginina, glutamina y serina, permitiendo mirar el potencial nutricional de estas especies frutales, además de la posible aplicación

en las pruebas de control de calidad de los derivados (Monteiro Egidioa *et al.*, 2013).

En el departamento de Córdoba se empieza a descubrir el gran potencial que tiene la explotación frutal. Se cultivan aproximadamente 11.000 hectáreas de frutas, entre ellas naranja, mango, patilla, papaya, maracuyá, plátano y guanábana. No obstante, en la actualidad no existen registros de la cantidad total de frutas que se cosechan, ni la información suficiente en el aspecto técnico-científico de muchas frutas tropicales. Tal es el caso de la Guanábana cimarrona (Umata, 2004).

El objetivo del presente trabajo es caracterizar física y bromatológicamente a la Guanábana cimarrona, con el fin de explotar sus ventajas, aprovecharla mejor, promover la creación de nuevas alternativas alimenticias y, por ende, mejorar su comercialización, posibilitando la creación de macroproyectos asociados a esta fruta.

Materiales y métodos

Material Vegetal

Los frutos de la guanábana cimarrona utilizados en esta investigación provienen de las plantaciones relictuales de las áreas productivas de ASPROCIG (Asociación de Productores para el Desarrollo Comunitario de la Ciénaga Grande del Bajo Sinú), agroecológicamente manejadas, y de diferentes zonas no inundables del bajo Sinú (municipios de Lorica, San Bernardo del Viento y San Antero del Departamento de Córdoba-Colombia).

Recolección y preparación de la materia prima

La obtención de los frutos de la guanábana cimarrona fue manual. Su selección tuvo en cuenta la norma

NTC 756. La clasificación tuvo como criterio los diferentes estados de madurez: T1=Verde, T2=Pinzona, T3=Maduro comercial. Las muestras se tomaron de los árboles, al azar, en cantidades iguales por réplicas homogeneizadas, destinadas para los análisis rutinarios de los diferentes estados de madurez (figura 1).

Determinación de propiedades físicas

Diámetro del fruto: Se utilizó un calibrador de Vernier, tomando como referencia una medida horizontal y una vertical. Los resultados se expresaron en centímetros (cm).

Textura: La firmeza del fruto se determinó a partir de ensayos de punción, usando para ello un Penetrometro Bertuzzi FT 011. Los resultados se expresaron en unidades de Kg/cm².

Determinación de las propiedades bromatológicas

Se separó la cáscara de la pulpa utilizando un cuchillo de acero inoxidable. Posteriormente, una vez retiradas las semillas, se extrajo el jugo mediante una maceración manual con un mortero de porcelana. Los grumos obtenidos fueron eliminados mediante un cernidor de lona gruesa. Finalmente se envasó el jugo en bolsas tipo ziploc almacenadas en congelación. La caracterización de la pulpa se hizo empleando análisis proximal:

Determinación de Acidez: Por titulación (AOAC 942.15/90 adaptado).

Cada una de las tres muestras fue sometida a mediciones por triplicado. La acidez se determinó mediante la aplicación de volumetría ácido-base con una solución NaOH (0.1N) en presencia del indicador fenolftaleína.



Figura 1. Diferentes estados de madurez del fruto de la guanábana cimarrona: T1= Verde, T2= Pinzona, T3= Maduro comercial.

na, hasta el cambio de viraje. La acidez fue expresada como porcentaje de ácido cítrico.

pH: Por potenciometría (AOAC 10.041/84 adaptado).

Se colocó 75 gramos de cada una de las tres muestras bien homogenizadas en un vaso de precipitados de 100 cm³ y se leyó directamente con un pH-metro Oakton Ion 510 Series. Para estandarizar el potenciómetro se utilizó una solución reguladora de pH 4. La lectura se efectuó generalmente a 20°C.

Sólidos solubles (°Brix): Mediante refractometría (AOAC 932.12/90 adaptado).

Se tomó una porción representativa de cada una de las tres muestras bien mezcladas, libre de semillas, y se colocó sobre los prismas del refractómetro de Bertucci modelo A36P, procediéndose a leer directamente sobre la escala del porcentaje de azúcares.

Índice de madurez: Se realizó mediante la relación °Brix y acidez titulable (Galvis, 1992).

El cálculo del índice de madurez se determinó mediante la ecuación:

$$I.M. = S.S.T / Acidez\ titulable$$

donde:

I.M. = índice de madurez

S.S.T = sólidos solubles totales

Humedad: Por el método de desecación en estufa a 105°C (930.15/90 adaptado).

Se pesó exactamente dos gramos de cada una de las tres muestras, para luego pasarlas a una cápsula de porcelana previamente tarada. Se calentó a 105°C empleando una estufa de secado modelo Heraeus, durante el tiempo suficiente para lograr un peso constante. Se enfrió en un desecador y se pesó de nuevo.

Cenizas: Por calcinación a 550°C (942.05/90 adaptado).

Se pesó exactamente 2 gramos de cada una de las 3 muestras, en un crisol de porcelana previamente tarado. Se colocó en una mufla modelo Heraeus y se calcinó al rojo oscuro (550°C) manteniendo la temperatura durante dos horas. Se transfirió el crisol directamente al desecador, dejándolo enfriar para pesarlo después.

Fibra: Por utilización de un extractor (AOAC 962.09/90 adaptado).

Se determinó mediante una digestión ácida de las muestras desgrasadas con H₂SO₄ (0,225N), seguida de una digestión básica con NaOH (0,313N) en un sistema de digestión VELD SCIENTIFICA FIWE 6 RAW por 10 minutos. El residuo obtenido se secó en una estufa a 105° C hasta obtener el peso constante. Éste fue pesado y calcinado a 550° C durante 30 minutos en mufla. El residuo restante se pesó al final. Los valores obtenidos fueron insertados en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Peso muestra seca a } 105^\circ \text{C} - P. \text{ muestra calcinada a } 550^\circ \text{C}}{\text{Peso de la muestra desgrasada}} \times 100$$

Vitamina C: Se empleó el método Colorimétrico de la 2-Nitroanilina (Bernal, 1993 adaptado).

Las muestras sólidas se extrajeron con solución de ácido oxálico al 0.15% y las líquidas con solución de ácido oxálico en cantidad suficiente para proporcionar una concentración entre 0.2 y 2.0 mg de ácido ascórbico en 5 cm³ de extracto. Se filtró sobre gasa los zumos obtenidos de la fruta llevándolos a diferentes vasos de precipitado de 100 cm³. A 1 cm³ de jugo libre de semillas, agregamos 4 cm³ de solución de ácido oxálico al 0.15% dejándolo en reposo unos 3 minutos. Luego se filtraron, y se obtuvieron los extractos problemas. Se preparó la curva de calibración y se mezcló bien el contenido de cada tubo leyéndose a 540 nm, ajustando el 100% de transmitancia con B, y utilizando un espectrofotómetro Teslar modelo 2005 serie AMP26.

Glucosa, fructosa y Sacarosa: Se usó el método de cromatografía líquida de alta resolución HPLC (Ojeda de Rodríguez *et al.*, 2007) adaptado.

Se obtuvieron muestras del fruto en cada uno de sus estados de madurez, a través de las guías de preparación de muestras para los equipos de cromatografía líquida de alta precisión.

Para este estudio se utilizó un Cromatógrafo líquido de alta eficiencia HPLC conectado a un detector de arreglo de Diodo marca Waters, modelo HPLC 32-2006. Teniendo como eluyente, acetonitrilo-agua en proporción 80:20 (v/v), bajo estado isocrático (a temperatura ambiente de Bogotá-Colombia) en el laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá del programa de Química y Farmacia. Se utilizó columna C18 Waters Symmetry C18 de 4.6 por 250 mm, inyectando un volumen de muestra de 20 µL. Para realizar la cuantificación se construyó una curva de calibración de 5 puntos, para los patrones (0,006 mg/µL) glucosa, fructosa y sacarosa (Sigma, St. Louis, MO), inyectando por triplicado alícuotas de 10, 15, 20, 25 y 30 µL para cada uno respectivamente. Los

picos cromatográficos de las muestras se identificaron por comparación con los tiempos de retención de los estándares, según método patrón externo.

Análisis estadístico

Se hizo un diseño experimental completamente al azar, con seis repeticiones y tres tratamientos. Para cada variable medida en escala de razón (cuantitativa), se utilizó análisis de varianza (ANOVA). Se recurrió a la prueba de rango múltiple de comparación de promedios de Bonferroni al encontrar diferencias entre los tratamientos. Se manejó una correlación lineal simple entre todas las variables, empleando el programa STATICS SXW VERSIÓN 8.0.

Resultados y discusión

A manera general en las tablas 1, 2, y 3 se evidencian los resultados de las pruebas sobre las características físicas y bromatológicas del fruto de la guanábana cimarrona en sus tres estados de madurez. En la tabla 1, se describen las propiedades físicas tales como diámetro y textura de la fruta, que indican estado de madurez desde el punto de vista organoléptico.

Tabla 1. Propiedades físicas de la Guanábana cimarrona de acuerdo al estado de madurez.

Propiedades	Estado de Madurez			
	T1	T2	T3	Media
Diámetro horizontal	26.3	25.7	22.2	24.72±1.99
Diámetro vertical	24.5	24.3	23.2	24.00±0.97
Textura	4.9	4.2	2.5	3.44±1.15

La tabla 2, presenta las características fisicoquímicas de los tres (3) estados de madurez del fruto. Todas estas variables ayudan a nivel industrial a tomar decisiones

Tabla 3. Estadística Descriptiva.

Variable	Suma	Media	SD	C.V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Textura	69.800	3.444	1.149	33.359	1.000	4.000	5.000
Humedad	1459.000	81.056	2.600	3.208	76.000	82.000	84.000
Cenizas	13.000	0.722	0.574	79.548	0.000	1.000	2.000
Fibra	154.000	8.555	3.091	36.131	6.000	7.000	14.000
Sólidos	323.000	17.944	2.600	14.491	15.000	17.000	23.000
Vitamina C	66.000	3.666	1.328	36.230	2.000	3.000	7.000
Glucosa	1.652	1.007	1.592	91.72	0.324	0.134	5.653
Sacarosa	1.871	1.057	1.895	179.24	0.286	0.660	8.580
Fructosa	1.692	1.071	1.622	118.01	0.452	0.734	7.591
°Brix	207.000	11.500	3.617	31.459	7.000	11.500	16.000
Acidez titulable	73.400	2.605	1.288	49.457	0.700	2.100	4.900
pH	82.000	4.555	0.511	11.224	4.000	5.000	5.000
Índice de Madurez	15.832	0.879	0.486	55.342	0.424	0.733	2.442

para su uso, ya sea en fresco o para su procesamiento. Además, por ser una fruta climatérica tropical, se muestra el contenido de vitamina C y su estabilidad.

Tabla 2. Comparación de Medias de Bonferroni.

Análisis	Tratamiento		
	Verde	Pintona	Maduro
pH	4.666a	5.000a	4.000b
Acidez	1.400c	2.220b	4.200a
°Brix	7.333c	11.333b	15.833a
Acidez titulable	2.000c	3.170b	6.000a
Índice Madurez	1.361a	0.776ab	0.502b
Sacarosa	0.300c	0.660b	0.924a
fructosa	0.291c	0.602b	0.895a
Glucosa	0.286c	0.509b	0.892a
Fibra	7.000b	12.167a	6.500 b
Cenizas	0.500a	1.000a	0.666a
Vitamina C	3.166b	2.833b	5.000a
Sólidos	17.000b	16.333b	20.500a
Humedad	82.000a	82.667a	88.500b

Valores con la misma letra en una fila no difieren estadísticamente (Bonferroni, $P < 0,05$)

La determinación del diámetro en los frutos de la guanábana cimarrona (Tabla 1) arrojó un valor promedio de 24.72 ± 1.99 cm de diámetro horizontal, con un coeficiente de variación de un 8,066%, valor amplio y heterogéneo que representa los valores comprendidos entre 22.778 y 26.716 cm. El estado maduro es estadísticamente diferente al estado verde y pintona, con valores máximos en el estado verde y valores inferiores en el estado maduro. Así mismo, el diámetro vertical presentó una media de 24.00 ± 0.97 cm, con un coeficiente de variación de un 4.042%, valor amplio y heterogéneo que representa los valores comprendidos entre 23.030 y 24.970 cm. La prueba de rangos múltiples de comparación de Bonferroni señala que hay diferencias estadísticas entre los estados de madurez. El valor más elevado se mostró en el estado verde y el inferior en el estado maduro. Según los

resultados obtenidos los valores se encuentran dentro de los mismos rangos del promedio, lo cual indica que el fruto se puede clasificar como ovoide, al hacer una comparación geométrica con el fin de determinar las formas de los productos vegetales.

La textura en la guanábana cimarrona presentó un valor promedio de $3.44 \pm 1,15\%$, con un coeficiente de variación de un 33.36% , valor amplio y heterogéneo que representa los valores comprendidos entre 2.295 y 4.593% (Tabla 1). La prueba de rangos múltiples de comparación de medias indica que el estado maduro es, estadísticamente, diferente a los otros dos (verde y pintona), y que el valor más elevado se evidenció en el estado verde. Los valores más bajos, en el estado maduro.

La prueba de acidez en la guanábana cimarrona (Tabla 2) presentó un valor promedio de $2.60 \pm 1.288\%$, con un coeficiente de variación de 49.457% , valor amplio y heterogéneo, que representa los valores comprendidos entre 0.700 y 4.900% . La acidez presenta diferencias estadísticas en la prueba de comparación de rangos múltiples de Bonferroni. Estos valores son mayores en relación a 1.33% de acidez de la guanábana (*Annona muricata* L.) (Días, 2005).

El pH de la fruta Guanábana cimarrona evidenció una media de $4.55 \pm 0.51\%$ con un coeficiente de variación de 11.224% , valor amplio y heterogéneo, que representa los valores comprendidos entre 4.044 y 5.066% . Además, presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre los estados de madurez, con mayores niveles en el estado pintona y valores inferiores en verde y maduro. Estos resultados se corroboran en la prueba de comparación de rangos múltiples de Bonferroni (Tabla 2), y son superiores a los de la guanábana (*Annona muricata* L.) que es de 3.04 (Villalba *et al.*, 2003). Pareek, S., *et al.*, (2011) reportaron composición de *annona cherimoya* sólidos solubles ($10-16^\circ\text{Brix}$), Acidez, vitamina C, Azúcares, pH, compuestos volátiles, firmeza y enzimas. Estos compuestos sufren cambios durante el proceso de maduración, dado el metabolismo propio de los seres vivos, como el caso de los frutos.

Los grados $^\circ\text{Brix}$ presentes en la guanábana cimarrona presentaron una media de $11.5 \pm 3,62\%$ con un coeficiente de variación de un 31.459% , valor amplio y heterogéneo que representa los valores comprendidos entre 7.8 y 15.1% (Tabla 2). El promedio de $^\circ\text{Brix}$ obtenido en la guanábana cimarrona comparado con el de la guanábana (*Annona muricata* L.), que es de 15.5% , resultó ser más bajo (Silva y Souza, 1999).

El valor del índice de madurez de la fruta guanábana cimarrona (Tabla 2) presentó un valor promedio de $0.88 \pm 0.486\%$, con un coeficiente de variación de 55.342% , valor amplio y heterogéneo, que representa los valores comprendidos entre 0.424 y 2.442 . Según la comparación de medias, el estado verde es estadísticamente similar al estado pintona del fruto, pero diferente del estado maduro. Además, el estado pintona es similar estadísticamente al estado maduro. El valor más elevado estuvo en el estado verde y los valores más inferiores en el estado maduro. Camacho (1995) establece que el índice de madurez influye sobre el rendimiento en pulpa de la guanábana, para el que reporta un 55% de rendimiento, similar a lo obtenido en el estudio.

La humedad presente en la fruta guanábana cimarrona arrojó un valor promedio de $81.10 \pm 2.60\%$ con un coeficiente de variación de un 3.208% , valor amplio y heterogéneo que representa los valores comprendidos entre 78.456 y 83.646% (Tabla 2). Existe diferencias estadísticas significativas, presentándose homogeneidad entre los estados verde, pintona y un nivel más bajo en el estado maduro. La especie estudiada presenta valores de humedad propios de los frutos de esta familia, como es el caso de la guanábana (*Annona muricata* L.), que tiene niveles de 82.8% (Bridg, 2000).

El contenido de cenizas en la fruta Guanábana cimarrona (Tabla 2), presentó un valor promedio de $0.72 \pm 0.57\%$, con un coeficiente de variación de un 79.548% , valor amplio y heterogéneo que representa los valores comprendidos entre 0.148 y 1.296% . No hay diferencias estadísticas significativas entre los estados de madurez, con respecto al promedio de cenizas presentes en la Guanábana cimarrona, que es del 0.722% el cual se encuentra dentro del rango de $0.7-0.8\%$ (Pantoja *et al.*, 2005). Esto demuestra estadísticamente que, evaporando el agua de constitución, no hay diferencia entre los resultados obtenidos. Se puede comparar al realizar la prueba de Bonferroni, en la que no se diferencian los estados, existiendo medias similares entre 0.500 y 1.000 para los tres tratamientos.

El contenido de fibra de la guanábana cimarrona tuvo un valor promedio de $8.55 \pm 3.10\%$ con un coeficiente de variación de un 36.131% , valor amplio y heterogéneo, que representa los valores comprendidos entre 5.464 y 11.646% (Tabla 2). La prueba de rangos múltiples de comparación de Bonferroni indica que el estado 2 es diferente estadísticamente a los otros dos estados (1 y 3). Que el valor más elevado se presentó en el estado pintona y los valores más bajos en el maduro. El valor promedio obtenido en la especie

estudiada presenta diferencias con el reportado para la guanábana (*Annona muricata* L.), ya que presenta un valor superior a un promedio de 1.63% (Bridg, 2000).

En el presente estudio se encontró que la variable textura tiene una correlación lineal inversa con la acidez, la vitamina C y °Brix altamente significativa. En cambio, cenizas y fibra se muestran en una tendencia inversamente proporcional y no significativa.

Así mismo, la acidez tiene una correlación lineal directa con °Brix y Vitamina C, pero muestra una tendencia inversamente proporcional con el índice de madurez, de humedad y la textura, altamente significativa. Por último, se encontró que la variable humedad tiene una correlación lineal inversa significativa con la acidez, la vitamina C y °Brix. Sin embargo la humedad muestra una tendencia directamente proporcional, pero no significativa, a la variable cenizas.

El contenido de Vitamina C (ácido ascórbico) de la guanábana cimarrona presentó una media de $4.07 \pm 1.34\%$, con un coeficiente de variación de 32.907%, valor amplio y heterogéneo, que representa los valores comprendidos entre 2.900 y 7.800% (Tabla 3). Estadísticamente se reportó diferencias altamente significativas entre los estados de madurez, observándose mayores niveles de ácido ascórbico en el estado maduro y valores inferiores en el estado pintona, según la prueba de comparación de rangos múltiples de Bonferroni, esto puede darse debido a que los cambios en el contenido de vitamina C son relativamente mínimos a través de cada uno de los estados de madurez. Estos resultados comparados con los del guanábano son inferiores a los valores de 29.6% (Bridg, 2000).

Si se tiene en cuenta los estados de madurez para los resultados de los azúcares, es importante anotar la concentración de fructosa y sacarosa para las frutas en madurez comercial o de consumo en fresco. En el estado 3 la pulpa tenía un sabor agradable, aromático y muy dulce, además de presentar mejor textura y color.

El contenido de sacarosa de la guanábana cimarrona tuvo un valor promedio de 1.87 ± 1.90 mg/100 g muestra (Tabla 3). Los resultados mostraron una diferencia altamente significativa, porque los polisacáridos van sufriendo cambios bioquímicos a través del proceso de maduración, entre el tratamiento 1 y el tratamiento 3. Así se obtienen valores entre 0.286 y 0.949 mg/100g muestra. La mayor concentración de sacarosa fue en el estado 3, al igual que la fructosa. La prueba de Bonferroni presentó tres grupos diferentes entre los tres tratamientos estudiados. Según lo cual, a medida que

avanza el estado de madurez, aumenta el contenido de sólidos solubles totales hasta alcanzar su valor máximo en el estado 3, debido a la degradación de los polímeros presentes (pectinas, almidones, etc). El valor promedio de sacarosa obtenido para la guanábana cimarrona muestra diferencias con los reportados para el guanábano, siendo estos más bajos, pues contienen un promedio de 1.31 mg/100g muestra (Umme, *et al.*, 1997). Los cambios de color, textura, y los fisicoquímicos, como son grados brix, acidez, pH, índice de madurez, entre otros, son consecuencia de la acción de procesos enzimáticos internos, reguladores del crecimiento, y variables externas como temperatura y humedad. Se debe tener en cuenta que es una fruta climatérica, con lo cual existe un incremento en la actividad respiratoria. Eso origina una gran cantidad de ATP requerida para llevar a cabo los cambios del fruto. Durante el proceso de maduración el etileno, existe una interacción con enzimas como amilasas α y β , celulasa, antocianoglucosidasas, fosforilasas, pectin-metil-esterasa, poligalacturonasas y sustratos. (De Lima, 2006).

Conclusión

Teniendo en cuenta las características fisicoquímicas, como pH y acidez, hacen de la guanábana cimarrona un recurso vegetal promisorio para la obtención de mermeladas, néctares, jugos y concentrados. Además, es importante estudiar las propiedades espesantes o viscosidad de sus estados lo cual permitiría evidenciar un mejor aprovechamiento en la industria alimenticia, química, farmacéutica y cosmetológica, como también la estandarización de procesos para la elaboración de productos alimenticios a partir de la fruta y sus características para su utilización en la industria alimentaria. Los grados Brix > 10 , obtenidos por refractometría y HPLC de los azúcares presentes muestran la importancia de esta fruta para su aprovechamiento agroindustrial.

Referencias

- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemistry. Official Method of Analysis. Virginia, USA: 16a. Edición.
- Bernal I. 1993. Análisis de los Alimentos. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Colección Julio Carrizosa Valenzuela; Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2a Edición.
- Bridg H. 2000. "Micropropagation and Determination of the in vitro Stability of *Annona cherimola* Mill. and *Annona muricata* L.". Tesis Doctorado: Agriculturae Rerum. Universidad Humboldt de Berlín, Alemania. 120. p.
- Camacho-Olarte G. 1995. Obtención y conservación de pulpas. Conferencia de Ciencia y Tecnología de Vegetales. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia. 25 p.

- Coêlho M, Elesbão R, Cunha H, Enéas J. "Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (*Annona muricata* L.) 'morada' sob temperatura ambiente". *Rev Bras Frutic.* 2003; 25(1):49-51.
- Dias D. 2001. Aspectos gerais da fruticultura tropical, enotecnología e biotecnología de fermentação". Tesis de Maestría: Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Federal de Lavras, Brasil. 130 p.
- De Lima MAC, Alves RE, Filgueiras HAC. Changes related to softening of soursop during postharvest maturation. *Pesqui Agropec Bras.* 2006; 41(12):1707-1713.
- Galvis A. 1992. Tecnología de manejo postcosecha de frutas y hortalizas: Sección de Vegetales. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Monteiro AP, Santa C, Segal EL, Alves Cursino DY. Free amino acid composition of *Annona* (*Annonaceae*) fruit species of economic interest. *Industrial Crops and Products.* (Indcrop). 2013; 45:373-376.
- Norma Técnica Colombiana. Tecnología de Alimentos. Frutas y Hortalizas frescas. Toma de muestras. 1993. Santafé de Bogotá. ICONTEC. NTC 756.
- Ocampo D, Betancur I, Ortiz A, Ocampo R. "Estudio cromatográfico comparativo de los ácidos grasos presentes en semilla de *Annona cherimoloides* y *Annona muricata* L". 200; 72(1):103-112
- Ojeda G, Coronado J, Nava R, Sulbarán B, Araujo D, Cabrera L. 2007. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de la guanábana (*annona muricata*) cultivada en el occidente de Venezuela. *Boletín del centro de investigaciones biológicas.* Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 41(2):151-160
- Pantoja I, Nobuyuki R, Da Silva S, López J, Miranda F, Alves, Q.; Gessy, F.; Ozaki, I. Pereira, N. 2005. "Aprovechamiento Biotecnológico de la Guanábana en la Elaboración de Bebidas Alcohólicas Fermentadas Utilizando Levadura Inmovilizada en Alginato de Calcio". V Simposio Internacional de producción de Alcoholes y Levaduras, (p. 96-102). Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la caña de azúcar ICIDCA: Brasil.
- Pareek S, Yahia E, Pareek OP, Kaushik R. Postharvest physiology and technology of *Annona* fruits. *Food Res Inter.* 2011; 44:1741-1751.
- Silva S, Souza A. 1999. Avaliação preliminar de cinco tipos de graviola (*Annona muricata* L.) nas condições de Manaus-AM. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa, 2. 10p.
- UMATA, 2004. Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria. Municipio de Montería: Diagnostico agropecuario.
- Umme A, Asbi B, Salmah Y, Junainah A, Jamilah B. "Characteristics of soursop natural puree and determination of optimum conditions for pasteurization". *Food Chem.* 1997; 58(1):119-124.
- Villalba M, Yepes I, Arrazola G. "Caracterización fisicoquímica de frutas de la zona del Sinú para su agroindustrialización". *Temas agrarios* (Córdoba) 2002; 11(1):15-23.