

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE FRUTAS DE LA ZONA DEL SINU PARA SU AGROINDUSTRIALIZACION

PHYSIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF SINU FRUITS FOR INDUSTRIAL PROCESSING

Mirna Villalba¹, Inés M. Yepes¹, I. Guillermo Arrázola¹.

Recibido para evaluación: Marzo 2005

Aceptado para publicación: Agosto 2005

RESUMEN

En la zona del Sinú, existe una gran diversidad de frutas, que no son aprovechadas por la poca capacidad de negociación de los productores y por la carencia de infraestructura y capacitación técnica, lo que origina pérdidas de estos productos, en especial los perecederos, en época de cosecha. En esta investigación se analizaron las diferentes especies de frutas promisorias encontradas en la zona con el objetivo de determinar sus características fisicoquímicas y correlacionarlas con las posibilidades de agroindustrialización, para lo cual se tomaron muestras aleatoriamente y por triplicado; determinando las características de pH, acidez, °Brix y rendimiento. Los datos fueron analizados aplicando un test de media de Tukey (95%) y un análisis de cluster. Se encontró que existe una gran variedad de frutos aptos para el procesamiento como el tamarindo con valores de pH 2.9, acidez 0.8%, sólidos solubles 15.5% y rendimiento de 38.6% en parte comestible. Dentro de las frutas encontradas se destaca como una fruta promisoriosa la grosella dado el alto rendimiento y su potencialidad agroindustrial.

Palabras claves: sólidos solubles, pH, acidez, frutos.

ABSTRACT

In the Sinú Valley, there is a great diversity of fruits that are not used due to economical and technical limiting factors. This originates losses especially in perishable ones. In this research, different fruit species with economic potential were analyzed with the purpose of determining their physicochemical characteristics and to correlate them with possible industrial processing. Three randomized fruit samples were taken with three replicates and characteristics such as pH, acidity, °Brix and yield were evaluated. The results were analyzed with Tukey's test (95%) and a cluster analysis. It was found that a great variety of desirable fruits exists for processing such as tamarind (pH 2.9, acidity 0.8%, S.S 15.5% and yield of 38.6% edible part). Other fruit with great potential is Grossella, because of the high-yield and processing potentiality.

Keywords: soluble solids, pH, acidity, fruit.

¹Universidad de Córdoba. Departamento de Ingeniería de Alimentos, Km. 12 vía Cereté - Ciénaga de Oro
Tel. (4) 894 0508 - Fax 786 0255 E-mail: garrazolasinu.unicordoba@unicordoba.edu.co

INTRODUCCION

Los vegetales y las frutas tropicales autóctonos son utilizados desde épocas ancestrales solo con el conocimiento empírico de las diferentes comunidades; es así como se encuentran frutas con usos variados desde el punto de vista gastronómico, industrial y farmacéutico. En estos momentos existe un total desconocimiento en el aspecto científico-técnico de algunas variedades de frutas tropicales, propias de la zona del Sinú, esto ocasiona el desaprovechamiento de su potencialidad como fuente de alimentos, materias primas e inclusive desde medicamentos (Pantástico, 1979).

En el departamento de Córdoba a diciembre de 2003, existía un área total de 12197.6 ha de cultivos de frutas como la patilla, naranjas, mangos (SADECOR, 2003). Sin embargo, cabe mencionar que no existe un inventario de la totalidad de frutas que en realidad se cosechan en el departamento como son la guanábana, la guayaba, la piña, papaya variedad hawaiana y mango entre otras, cuyos volúmenes de producción son representativos aún cuando no son cultivos manejados técnicamente en su mayoría. Otros como el caso de las papayas son manejados con sentido técnico e industrial.

En las frutas, el contenido de agua es del 80 a 90% aproximadamente, así mismo son fuentes naturales de nutrientes esenciales en el desarrollo de los seres humanos (Wills *et al.*, 1989). Este es uno de los aspectos más importantes a considerar cuando se habla del procesamiento de frutas; siendo estas, la materia prima, el motivo mismo del desarrollo de los procesos de conservación. La abundancia de variedades que son susceptibles de ser industrializadas es interesante, pero en la actualidad solo se ha hecho posible una breve mención de algunas de ellas, dedicando más espacio al grupo de frutas que son de común ocurrencia general.

El procesamiento es una alternativa de conservación para estos productos ricos en elementos nutritivos muy valiosos, como vitaminas, minerales y fibras, por lo tanto es necesario poner a disposición del procesamiento materias primas con características fisicoquímicas y sensoriales óptimas y preferiblemente que cumplan con los requerimientos necesarios para obtener productos alimenticios de excelente calidad. (Desroiser, 2002; Camacho, 2000). Este trabajo de investigación tuvo como objetivos identificar y caracterizar fisicoquímicamente las diferentes variedades de frutas promisorias tanto para el consumo en fresco como para su aprovechamiento industrial en la zona del Sinú Medio, para luego proceder a la evaluación de las variables establecidas, teniendo los resultados obtenidos del análisis de dichas variables se perfilaron las posibles alternativas de agroindustrialización de las diferentes especies de frutas estudiadas.

MATERIALES Y METODOS

Los análisis físico-químicos de las frutas evaluadas se realizó en el laboratorio de nutrición y planta piloto de vegetales de la Universidad de Córdoba sede Berástegui, realizando tres repeticiones de cada una de las variables a analizar en cada muestra.

Material Vegetal

Se recolectaron frutos propios de la zona del Sinú, cultivados en fincas, comercializados en las plazas de mercado de la zona que comprende los municipios de Montería, Cereté, Cotorra, Ciénaga de Oro, San Carlos, San Pelayo y Tierralta, con un estado de madurez apto para el procesamiento o consumo en fresco. El periodo de exploración se hizo de acuerdo a las épocas de cosechas dadas durante un tiempo de 11.5 meses transcurridos entre el mes de enero hasta mediados de diciembre del 2003.

Recolección y preparación de la materia prima

Recolección y procesamiento: Se recogieron varias clases de frutas encontrados en la zona, tomando muestras representativas de cada uno de ellos e identificándolas. Cada uno de los vegetales se acondicionaron empacándose en bolsa y mallas, para su transporte hasta el laboratorio a fin de conservar sus características. El lavado se llevó a cabo por inmersión en agua potable y un agente germicida (Mertec) durante unos 60 s, luego se dejó secar a temperatura ambiente. Posteriormente, se tomó el dato del peso neto de cada fruta, para referencia en el cálculo del rendimiento, utilizando una balanza. El despulpado se realizó mediante una separación manual de la parte pulposa o comestible de la cáscara y semillas. La pulpa pesada, se preparó para obtener una muestra homogénea, que dependiendo del tipo de vegetal se licuó para facilitar la extracción del jugo, luego se extrajo el jugo de la pulpa, evitando la presencia de partículas sólidas o fibra, por medio de un filtrado con un cedazo lona fina y una vez obtenida la muestra, se realizaron los análisis fisicoquímicos para cada uno de los vegetales colectados.

Caracterización fisicoquímica

pH: Se calculó según el método 981.12 de la A.O.A.C. (1990), usando un potenciómetro Hitachi Mod. 32FH-2004

Sólidos solubles (°Brix): Se calculó según el método 932.12 de la A.O.A.C. (1990), con corrección de temperatura y corrección por acidez (NTC 4086, 1996) por medio de la ecuación:

$S.S.T \text{ Corregidos} = 0.194A + S.S.T$
 Donde, A. = % ácido cítrico y S.S.T. = sólidos solubles totales

Acidez: Según el método 942.15/90 de la A.O.A.C. el resultado se expresó como porcentaje de ácido cítrico.

Índice de madurez: Se realizó teniendo en cuenta la relación entre el contenido de sólidos solubles y la acidez total (Galvis, 1992), mediante la ecuación:

$I.M. = S.S.T / \text{acidez}$
 Donde, I.M. = índice de madurez y
 S.S.T. = sólidos solubles totales

Rendimiento: Se determinó el peso inicial de la muestra, que constituye el peso total del fruto, luego se retiró la cáscara y semillas, quedando solamente la parte comestible o apta para ser procesada industrialmente, se tomó el peso final de esa parte y con estos valores se aplicó la siguiente relación:

$\text{Rendimiento} = \frac{P_{\text{final}}}{P_{\text{inicial}}} * 100$

Procesamiento de datos: Se tabuló la información de cada una de las variables realizadas por triplicado, para luego relacionarlas en un test de media aplicando la prueba de Tukey (95%) utilizando el software estadístico SPSS versión 11.5 y un análisis de cluster con el software estadístico Statgraphics Plus versión 5.0; con el fin de aprovechar características comunes para su agrupación o clasificación según criterios industriales para la obtención de los diferentes productos alimenticios como mermeladas, pastas, néctares, entre otros.

Las variables con respuestas calificativas del proceso fueron sometidas a un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

Procedencia y clasificación de los frutos

La tabla 1 muestra los municipios donde se recolectaron las diferentes muestras de frutas, para ser analizadas. Se observa que la mayoría de las frutas fueron colectadas en la zona del Sinú Medio.

Tabla 1. Procedencia del material vegetal recolectado para el estudio.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Procedencia
Badea	<i>Passiflora quadrangularis</i>	Pasifloráceae	Ciénaga de Oro
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotáceae	Cereté y Montería
Cereza criolla	<i>Malpighia glabra</i>	Rosáceae	Montería y San Carlos
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	Anonáceae	Cereté y Montería
Ciruella criolla	<i>Spondias purpúrea</i>	Anacardiáceae	Ciénaga de Oro y Montería
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arecáceae	San Pelayo
Corombolo	<i>Averrhoa carambola</i>	Averroáceae	Cereté y Ciénaga de Oro
Corozo	<i>Bactris minor</i>	Arecáceae	Montería
Grosella	<i>Phyllanthus acidus</i>	Eurforbiáceae	Tierralta
Guama	<i>Inga heteroptera</i>	Mimosáceae	San Pelayo
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Anonáceae	C. de Oro, Cereté y Tierralta
Guayaba agria	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	Mirtáceae	Cotorra y Tierralta
Guayaba dulce	<i>Psidium guajava</i>	Mirtáceae	Cereté
Limón	<i>Citrus aurantiifolia</i>	Rutáceae	Sinú medio
Mamey	<i>Mammea americana</i>	Clusiáceae	C. de Oro, San Carlos y Tierralta
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Sapindáceae	San Carlos y Montería
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiáceae	Sinú medio
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>	Pasifloráceae	Cereté y Montería
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiáceae	Montería
Melón criollo	<i>Cucumis melo L.</i>	Curcubitáceae	Cotorra y San Pelayo
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>	Rutáceae	Montería y Cereté
Níspero	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotáceae	Tierralta
Papaya	<i>Carica papaya L.</i>	Caricáceae	Montería
Patilla	<i>Citrullus vulgaris</i>	Cucurbitáceae	San Pelayo
Piña	<i>Ananas comosus</i>	Bromeliáceae	Tierralta
Pomelo	<i>Citrus grandis</i>	Rutáceae	Ciénaga de Oro
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Cesalpiniaceae	San Carlos y Tierralta
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotáceae	Tierralta

Caracterización fisico-química de las frutas

Los valores de las características fisicoquímicas en las frutas evaluadas se relacionan en la tabla 2. Los resultados ponen de manifiesto diferencias de las variables analizadas, entre las diferentes especies frutales.

Rendimiento: El rendimiento varía mucho entre el amplio número de especies analizadas, al realizar el análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos, con el valor de las medias, se nota que existen diferencias en el grupo de frutas, encontrándose valores entre 87.75% y 13.11% para especie (Tabla 2); asimismo, se muestra

Tabla 2. Valores medios obtenidos de las características fisicoquímicas evaluadas en las frutas de diferentes especies

Número	Fruta	pH	Acidez	Brix	I.M.*	Rendimiento
1	Piña	3.23	1.24	18.00	14.63	9.75
2	Guayaba agria	2.60	2.97	9.46	3.20	72.24
3	Maracuyá	2.87	4.59	9.73	2.13	47.80
4	Guayaba dulce	4.13	0.36	4.10	11.62	70.67
5	Naranja dulce	3.61	0.71	8.77	12.29	75.55
6	Pomelo	3.08	0.74	7.30	9.83	78.60
7	Limón criollo	1.95	7.56	6.73	0.89	81.53
8	Mango de paloma	3.27	1.66	9.87	5.95	50.50
9	Mango de azúcar	4.39	0.15	11.40	79.62	39.57
10	Zapote	4.75	0.43	24.63	58.77	44.82
11	Níspero	5.10	0.14	24.13	169.76	80.02
12	Mamey	3.45	0.90	13.87	15.36	54.39
13	Marañon	4.09	0.43	9.53	22.12	73.10
14	Ciruela criolla	3.06	0.52	13.60	25.86	37.31
15	Guama	5.03	0.05	13.40	272.79	13.11
16	Melón criollo	6.01	0.09	7.33	78.39	60.58
17	Badea	5.40	0.60	8.53	14.21	76.27
18	Ají dulce	3.48	0.37	6.13	16.43	81.16
19	Anón	4.64	2.48	9.66	3.90	38.86
20	Corozo	2.67	3.62	20.13	5.55	21.12
21	Chirimoya	4.58	1.30	11.80	9.05	43.87
22	Corombolo	4.10	0.50	9.73	19.62	86.60
23	Guanábana	3.04	1.21	12.53	10.33	73.58
24	Coco	6.13	0.32	9.73	30.36	58.04
25	Cereza criolla	2.94	3.91	6.53	1.67	15.60
26	Grosella	2.01	3.57	5.73	1.60	87.75
27	Mango de clase	4.21	2.23	8.26	35.86	52.14

Nota: Los números de las frutas se relacionan con los de las figuras de los dendrogramas.

*IM = Índice de madurez

que frutos de grosella (87.75%), corombolo (86.60%), ají dulce (81.16%), dadas sus características presentan mayor rendimiento en parte comestible, mientras que la guama (13.11%) y la cereza criolla (15.60%) presentan los rendimientos más bajos.

En particular cada especie de fruta posee compuestos que las hacen diferentes en sus características fisicoquímicas, sensoriales y en su rendimiento, las cuales varían de manera importante de especie a especie y aun entre cultivares de la misma especie, como puede verse en la especie *Manguifera indica* donde

la variedad chancleta y la variedad paloma presentaron valores de pH 4.12 y 3.27, ácido cítrico 0.33% y 1.66%, y sólidos solubles 6.16 y 9.87, respectivamente; mientras que con respecto al rendimiento presentan valores cercanos de 54.32 y 50.50%, respectivamente. Estas diferencias se deben a factores genéticos y agro culturales que influyen en el resultado de estas características, lo cual se evidencia en los datos obtenidos de iguales especies procedentes de diferentes lugares como el caso de la guanábana (*Annona muricata*) del Valle, que muestra un rendimiento del 55%, acidez de 0.7% ácido cítrico y 14% de sólidos solubles, mientras que la guanábana procedente de la zona del Sinú medio presenta un rendimiento de 73.58%, acidez de 1.21% ácido cítrico y 12.53% de sólidos solubles (Camacho, 2004). El mismo autor reporta datos de algunas características de variedades de frutos cuyos valores corresponden al promedio de éstas tomadas de diferentes procedencias por ejemplo en piña sólidos solubles de 13%, acidez de 0.5% ácido cítrico y rendimiento de 50%, los cuales contrastan con los resultados de la presente investigación con 18% sólidos solubles, 1.24% ácido cítrico y rendimiento de 59.75% para la misma especie.

pH: El análisis de medias para la variable pH (Figura 1a), nos indica que se forman dos grandes grupos comprendidos entre valores bajos de pH (1.95 y 3.61) y valores medio-bajos de pH (4.09 y 6.13); los cuales podrían considerarse que presentan un valor de pH sin mayor diferencia, mientras que la patilla con el valor mas alto (6.96) presenta una diferencia significativa la cual se agrupa individualmente. Estos resultados permiten seleccionar un amplio número de frutas que presentan una característica en común con perspectiva de agroindustrialización. Autores como Meyer y Paltrinieri (1993), reportan valores de pH en frutas como la grosella (3.0), guayaba (3.3), limón (2.3), mango (4.4), piña (3.6); los cuales son cercanos a los determinados en las variedades de la zona.

Existen variedades que forman parte de un mismo subconjunto, siendo derivadas de familias distintas, pero cuyos valores medios de pH no presentan diferencias significativas, como es el caso del limón común (*Citrus aurantiifolia*) cuyo pH es 1.95 siendo la fruta con menor valor. Asimismo, se nota que no existe relación estrecha entre especies que pertenecen a una misma familia, es decir, la característica fisicoquímica en cuanto al pH es diferente entre una especie y otra, tal es el caso de *Anacardium occidentale* y *Manguifera indica* que son parte de la familia (Anacardiaceae), y presentan valores medios de pH de 4.09 y 4.39, respectivamente. Con esto se podría afirmar que el valor de pH no es una característica asociada a la familia botánica.

Acidez: En los valores medios de la acidez obtenida en las especies de frutas, encontramos que entre la heterogeneidad de los resultados sobresale como frutas con mayor acidez limón, maracuyá y cereza criolla con valores de acidez de 7.56%, 4.59% y 3.9% de ácido cítrico respectivamente (Figura 1b). Cabe notar que la acidez sensorial no está correlacionada directamente con el pH de un producto elaborado industrialmente, una fruta no puede sentirse tan ácida pero si tener un pH alto y viceversa; esto depende de la capacidad buffer (tamponizante) de la pulpa a un pH bajo y de la combinación de ácidos presentes en el producto. Por esta razón es importante determinar el porcentaje de acidez en una fruta, con lo cual se considera la posibilidad de que la presencia del ácido mayoritario no sea la del ácido cítrico, este último determinado en este trabajo (Weaver, 1987).

Sólidos solubles: De acuerdo al contenido de sólidos solubles, los resultados (Figura 1c) muestran que el nispero y el zapote son las frutas con mayor cantidad de sólidos solubles con valores de 24.1% y 24.6%, respectivamente. En orden de menor contenido de sólidos solubles encontramos al mamón 5.3% y la grosella 5.7%. Los

resultados obtenidos de la piña con relación a las variables de sólidos solubles y acidez son de 13.8 y 1.2, respectivamente, diferenciándose de los valores encontrados en la literatura que reporta valores de sólidos solubles de 15.95 y acidez de 0.58 (Carvajal, 2004).

En los análisis se encontró un valor atípico del contenido de sólidos solubles en la guayaba dulce (4.1), dado que teóricamente para dicha fruta en estado de madurez óptimo los sólidos solubles están alrededor de 8, lo cual indica que se presentaron errores en el análisis de la muestra o los frutos no se encontraban en el grado de madurez óptimo, afectando significativamente el resultado obtenido.

Con respecto al índice de madurez es notoria la variabilidad en los resultados obtenidos,

inclusive entre las mismas variedades, ya que esta variable esta ligada al tiempo de cosecha y a factores medio ambientales; sin embargo, esto se puede controlar industrialmente, efectuando correcciones de la acidez y °Brix, ya sea evaporando o agregando un azúcar.

Los resultados obtenidos muestran grandes diferencias como por ejemplo el limón con 0.89 y la guama con un valor de 272.8 con lo cual se puede predecir parámetros que permitan decidir el estado de madurez de una fruta apta para la industrialización. Las figuras 1,2 y 3 nos muestran la agrupación mediante el cluster por características fisicoquímicas, con lo cual a nivel industrial permitirá y ayudará a determinar los niveles y las combinaciones requeridas para la elaboración de productos como néctares de varios sabores, mermeladas e inclusive compotas.

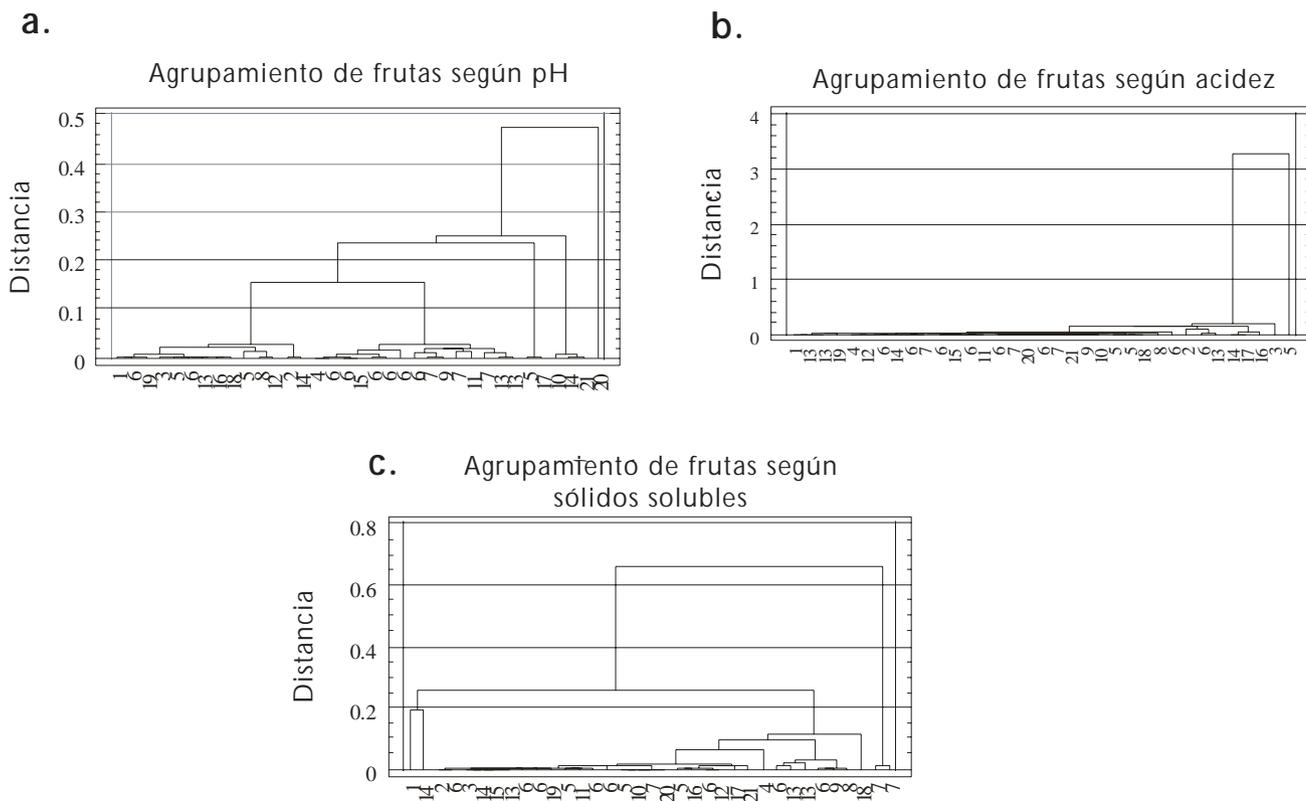


Figura 3. Dendrogramas para a) pH, (b) acidez y (c) sólidos solubles de algunas frutas de la zona del valle del río Sinú.

Perspectivas de agroindustrialización: Con respecto a la agroindustrialización de las diferentes frutas analizadas se puede considerar que entre las frutas indicadas para la obtención de néctares tenemos imón, maracuyá, cereza criolla y grosella, de acuerdo a la acidez, pH y sólidos solubles encontrados; también puede considerarse el tamarindo y la guayaba agria, teniendo en cuenta la mayor relación sólido-agua. Se hace esta consideración de acuerdo con las especificaciones de las características para la obtención de néctares y al resultado del cluster que agrupó éstas frutas teniendo en cuenta los valores presentados en cada una de las características fisicoquímicas determinadas.

Las frutas tropicales y en particular las analizadas en esta investigación, demuestran su potencial para la agroindustrialización ya no procesadas independientemente si no realizando mezclas con el fin de aprovechar en cada una su aroma, sabor y color.

CONCLUSIONES

- Aunque existan diferencias entre las características fisicoquímicas de las especies promisorias analizadas, los resultados demuestran que se pueden utilizar conjuntamente en la formulación de mezclas.

- Existe un amplio número de frutos que tienen perspectivas de agroindustrialización entre las cuales tenemos: piña, mangos, guanábanas, anónes, corombolos, zapotes, nísperos, melónes criollos, cocos y papayas, dadas sus características fisicoquímicas y la interacción entre ellas para obtener productos con valor agregado como néctares, mermeladas, compotas, etc.
- Entre las especies de vegetales estudiadas se encontraron algunas que no presentan muchas posibilidades de agroindustrialización desde el punto de vista de obtener productos de consumo directo como es el caso de la guama o cereza criolla, dadas sus características, sin embargo podrían aprovecharse en la obtención de otros productos a partir de propiedades funcionales que presenten dichas especies como pueden ser la obtención de antioxidantes, enzimas, etc.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad de Córdoba, en especial al personal del laboratorio de análisis de alimentos y planta piloto de vegetales, y a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto de investigación.

BIBLIOGRAFIA

A.O.A.C. (Association of official analytical chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Virginia, p.1000 - 1050

Camacho, G. 2004. Obtención y conservación de pulpas de frutas: Tecnología de obtención de conservas de frutas. Conferencia Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos I.C.T.A.; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Carvajal, L. 2004. Respuesta de la capacidad antioxidante, la textura y el rendimiento de dos variedades de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal *in vivo*: Tesis M.Sc., Universidad Nacional, Medellín.
- Desroiser, N. 2002. Conservación de los alimentos. Editorial Continental S.A., Ciudad de México, p.22-23
- Galvis, A. 1992. Tecnología de manejo post-cosecha de frutas y hortalizas: Sección de Vegetales. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Meyer, M. y Paltrinieri, G. 1993. Manual de Elaboración de frutas y hortalizas: Manuales para educación agropecuaria. Trillas, México, p.13-14
- Pantástico, E. 1979. Fisiología de la recolección, manejo y utilización de frutales y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial Continental S. A. México, p.15
- SADECOR (Secretaría de Desarrollo Económico y Agroindustrial): URPA's-UMATA's: Consenso Departamental de Frutas, Hortalizas y Tubérculos, Junio-Diciembre 2003, Montería.
- Weaver, R. 1987. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México, p.128-140
- Wills, R.; Lee, T.; Mc Glasson, W.; Hall, E. y Graham, D. 1989. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. Editorial ACRIBIA, p.1-10