

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA GRASA DE LA SEMILLA DE FRUTOPÁN¹

PHISYCAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF BREADNUT SEED FAT¹

Ligia Ortiz de Bertorelli*, Miguel Ramírez**, Lucía Graziani de Fariña*, Alejandra Ramírez* y América Trujillo*

¹Trabajo financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDHI) de la Universidad Central de Venezuela.

*Profesoras e **Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Venezuela (UCV). Facultad de Agronomía. Instituto de Química y Tecnología. Maracay, estado Aragua, Venezuela. Correo electrónico: ortizl41@cantv.net

RESUMEN

El estudio del frutopán, *Artocarpus camansi* Blanco, tiene como objetivo promover el uso y el aprovechamiento artesanal e industrial de la zona norte costera del estado Aragua, Venezuela, evaluándose las características físicas y químicas de la grasa de la semilla del fruto en tres parcelas ubicadas en las localidades de Cata (L1), Ocumare de la Costa (L2) y Cumboto (L3). A la grasa extraída con hexano a 60 °C por 16 h en un Soxhlet, se le determinaron algunos índices físicos y químicos, así como la composición en ácidos grasos (ÁG). Los resultados revelaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre las variables analizadas. El contenido promedio de grasa de harina en las tres localidades fue de 5,25%, correspondiendo el mayor valor a L2. Respecto a los índices físicos y químicos, el menor punto de fusión lo presentó la grasa de las muestras L1, menor densidad relativa (Dr) e índice de yodo (IY) las de L2 y menores índices de saponificación (ÍS) e índice de acidez (ÍA) las provenientes de L3. El índice de refracción (ÍR) no difirió entre las muestras. Los ÁG componentes de la grasa fueron: palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico, araquídico, araquidónico, behénico, nervónico y un ácido no identificado con tiempo de retención de 12 min, cuyos contenidos variaron entre las localidades, con mayor cantidad de palmítico y palmitoleico L1, oléico L2, araquídico L1 y L3 y araquidónico L3. La grasa presentó 53,47% de ácidos insaturados (AI), entre los que predominaron el oleico (24,84-27,14%) y el nervónico (23,52-24,56%). En conclusión, la harina de frutopán presentó un bajo contenido de grasa, cuyas propiedades se relacionan con un nivel nutricional adecuado para el consumo humano.

Palabras Clave: *Artocarpus camansi*; índices físicos; índices químicos; ácidos grasos.

SUMMARY

To promote handcrafting and industrial use of breadnut *Artocarpus camansi* from north-coast of Aragua State, Venezuela, physical and chemical characteristics were evaluated in fat from seed fruit from three plots located at Cata (L1), Ocumare de la Costa (L2) and Cumboto (L3). Some physical and chemical indexes and fatty acid composition were determined in fat seed flour, extracted with hexane at 60 °C for 16 hours in a Soxhlet by AOAC and COVENIN methods. Results revealed significant variations ($P \leq 0,05$) between analyzed variables. Average fat seed flour from three areas was 5,25%, with higher value in L2 samples. Lower melting point was found in L1, relative density and iodine index in L2, saponification and acid indexes in L3. Refractive index did not differ between samples. Fatty acids were palmitic palmitoleic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, arachidic, arachidonic, behenic, nervonic and unidentified acid with a retention time of 12 minutes, whose contents varied between locations, with greater palmitic and palmitoleic in L1, oleic in L2, arachidic in L1 and L3 and arachidonic in L3. Fat had higher proportion of unsaturated fatty acids 53,47%, mainly oleic acid 24,84-27,14% and nervonic 23,52-24,56%. Breadnut flour had low fat content with properties related to adequate nutritional status for human consumption.

Key Words: *Artocarpus camansi*; physical indexes; chemical indexes; fatty acids.

RECIBIDO: noviembre 29, 2010

ACEPTADO: octubre 12, 2011

INTRODUCCIÓN

El frutopán, *Artocarpus camansi* Blanco, denominado también breadnut, pana de pepitas, topán, es un cultivo perenne que se utilizó a través de los años como sombra en las plantaciones cacaoteras de las zonas costeras del centro norte de Venezuela.

Su semilla es rica en carbohidratos, minerales esenciales y su calidad protéica es comparable con la harina de soya y el huevo (Oshodi *et al.*, 1999). Además, contiene 6% de grasa con características físicas parecidas al aceite de oliva (Quijano y Arango, 1979). Debido a su calidad nutricional, esta semilla se utilizó en muchos países en la alimentación humana y se recomendó el incremento de su cultivo y consumo en función de disminuir las deficiencias nutricionales en muchas áreas de desarrollo en el mundo (Negrón *et al.*, 1983). En Venezuela es poco consumido, empleándose a pequeña escala como alimento en la zona costera del estado Aragua, donde las semillas poseen un valor cultural, cocidas artesanalmente y expendidas en las vías de acceso a las localidades ubicadas en dicha zona.

La investigación realizada en Latinoamérica, particularmente en Venezuela sobre el frutopán es escasa, conociéndose poco sus propiedades y los beneficios nutricionales obtenibles del consumo. Por estas razones, en este estudio se evaluaron las características físicas y químicas de la grasa de las semillas de frutos provenientes de diferentes localidades de la zona norte costera del estado Aragua; conocimiento necesario para promover la siembra de este cultivo y su aprovechamiento artesanal e industrial, que podría mejorar el ingreso económico y las condiciones nutricionales de sus habitantes. Además, la información generada constituiría una base para posteriores investigaciones que permitan determinar la utilización de este fruto como materia prima o ingrediente en la elaboración de diferentes productos alimenticios comercializables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron frutos provenientes de Cata (L1), Ocumare de la Costa (L2) y Cumboto (L3), municipio Costa de Oro, Ocumare, estado Aragua, Venezuela. Estas localidades son circunvecinas y están agrupadas bajo un bioclima de bosque seco tropical, con temperatura media anual entre 26 y 28 °C con una

humedad relativa de 68,1%, propias de los valles costeros. La precipitación anual varía entre 467 a 988,5 mm, con una marcada diferencia entre los períodos seco y lluvioso. Este último comienza en el mes de mayo y termina a mediados de septiembre, mes de inicio de la época seca (Sucre, 2003).

Para el análisis se seleccionaron tres parcelas: una en L1, otra en L2 y una tercera en L3. En cada una se delimitó una superficie de 1 ha y se escogieron al azar cinco árboles por localidad, de acuerdo con los descriptores morfológicos expuestos por Ragone (2006). De cada árbol se cosecharon al azar tres frutos sanos y maduros, tomando como criterios el color y textura.

Las áreas seleccionadas difieren entre sí en el manejo agronómico dado al cultivo del cacao, principal rubro de producción, incidiendo sobre los cultivos asociados como el frutopán que es usado como sombra.

En el ensayo se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones como unidad experimental, se estableció el árbol y las semillas de los frutos como muestras.

Extracción de la grasa de la semilla

Los frutos se lavaron y despulparon. Las semillas fueron extraídas manualmente y se secaron con una estufa de aire forzado a 55 ± 2 °C por 24 h, luego fue retirada la cubierta seminal en forma manual y se continuó el proceso de secado en las mismas condiciones, hasta alcanzar aproximadamente 12% de humedad. Una vez secas, se pulverizaron en un molino de martillo y la harina obtenida se separó en un tamiz de 590 μ (malla n° 30) y almacenó a 8 °C (Nuñez *et al.*, 2011), para finalmente extraerles la grasa con hexano a 60 °C por 16 h en un Soxhlet (AOAC, 1997), la cual se preservó a 5 °C.

Análisis físicos y químicos de la grasa

Para determinar los contenidos de humedad y grasa de la harina se utilizaron los métodos n° 925.10 y 936.15 de la AOAC (1997), y para medir el punto de fusión (PF), los índices de yodo (ÍY) e índice de refracción (ÍR) de la grasa, los métodos n° 920.157, 920.158 y 921.08, respectivamente (AOAC, 1997). En la evaluación de la densidad relativa (Dr) de la grasa se aplicó la norma n° 0703-2001 (COVENIN, 2001) y en los índices de acidez (ÍA) e índice de saponificación (ÍS) las normas n° 325-96 (COVENIN, 1996) y n° 323-98 (COVENIN, 1998), respectivamente.

Análisis cromatográfico de la grasa

Los ácidos grasos (ÁG) fueron metilados según la metodología de Morrison y Smith (1964) y posteriormente separados por cromatografía de gases, con un cromatógrafo Agilent Technologies 6820, equipado con detector de ionización de llama. Se utilizó una columna capilar HP- Innowax, 30 m x 0,320 mm x 0,25 m y nitrógeno como gas de arrastre, con una velocidad de flujo de 30 ml min⁻¹. La temperatura de la columna fue de 250 °C, la del detector de 275 °C y la del inyector 280 °C, mientras que la del horno de 250 °C. Los ÁG se identificaron por comparación de sus tiempos de retención con el de ÁG estándares. El porcentaje de cada éster de los ÁG se calculó por el método descrito por Morrison y Smith (1964).

Todas las investigaciones se realizaron por triplicado, aplicándole a los resultados obtenidos un análisis de varianza complementado con una comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan, además, se hizo una interpretación entre las variables, utilizando el paquete estadístico SAS (1998) versión 6.12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico reveló diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre el contenido de humedad y grasa de harina de las semillas de frutopán provenientes de las tres localidades, y entre los índices físicos y las características químicas de la grasa extraída de las harinas.

Contenido de humedad y grasa de la harina

En las muestras analizadas el promedio de humedad fue de 11,67% (Cuadro 1), presentando la harina L1 el mayor contenido de humedad y la L3 el menor. Los valores obtenidos fueron inferiores al 14%, que es el porcentaje de agua máxima recomendado para la conservación de las harinas (Kent, 1987), evitando así, el desarrollo de microorganismos, infestación y actividad enzimática, que ocasiona el deterioro del producto.

El contenido de humedad de las harinas depende del acondicionamiento del alimento, así como del clima y de los métodos de secado aplicados. Varios autores lograron harinas con porcentajes de humedad más bajos (5%) al secar en estufa de circulación de aire a 70 °C por 8 h (Akubor, 1997), de igual modo, al secar al sol (8,2%) semillas de *Treculia africana* (Akubor y Badifu, 2004), planta perteneciente a la misma familia y tribu taxonómica que el frutopán.

Respecto a la grasa cuyo promedio fue de 5,25%, la harina de la localidad de L2 mostró el porcentaje más alto, siendo la más baja en L1 (Cuadro 1). Estos valores se asemejan a los encontrados por Quijano y Arango (1979) en semillas de frutopán proveniente de Colombia (5,59%) e inferiores a los conseguidos por Obasuyi y Nwokoro (2006) en Nigeria (8,25-8,94%) y por Negrón *et al.* (1983) en Puerto Rico (6,2%), así como, superior al señalado por Kirk y Badrie (2005) para frutos de Hawaii (3,65%) y el obtenido en Nigeria (3,48%) por Adeleke y Abiodun (2010); discordancias que podrían deberse al origen de la especie y a las condiciones agroclimáticas de cada región.

En cuanto a las variaciones entre las muestras analizadas en este trabajo, posiblemente sean causadas por diferencias entre los materiales de frutopán, de los cuales se desconoce el origen de los árboles, además del manejo agronómico aplicado al cacao en las tres localidades, lo cual afecta a los cultivos asociados como el frutopán.

Índices físicos de la grasa

La grasa extraída de las harinas de las semillas de frutopán presentó una consistencia semisólida con un PF promedio de 23,67 °C, un olor semejante al aceite de maní y color amarillo claro. Los índices físicos (Cuadro 2) indicaron que el PF en L2 presentó un valor intermedio entre L1 y L3 y menor Dr, en tanto que el ÍR no mostró diferencias significativas entre las muestras. Estos índices fueron ligeramente superiores a los hallados en el frutopán colombiano por Quijano y Arango (1979), quienes obtuvieron un líquido viscoso a temperatura ambiente con un PF medio de 22,5 °C, una densidad de 0,9145 g cc⁻¹ y un ÍR de 1,4734, siendo el color y olor similar al del frutopán venezolano.

CUADRO 1. Contenido promedio de humedad y grasa de harina de la semilla de frutopán.

| Localidad | % Humedad | % Grasa |
|-------------------|------------------|-----------------|
| L1 | 12,12 a | 4,55 c |
| L2 | 11,53 b | 5,91 a |
| L3 | 11,36 c | 5,28 b |
| Media $\pm\sigma$ | 11,67 \pm 0,41 | 5,25 \pm 0,60 |

Letras distintas en las columnas, indican diferencias a un nivel de significación del 5%. L1 = Cata; L2 = Ocumare; L3 = Cumboto.

CUADRO 2. Índices físicos y químicos de la grasa de las harinas de semillas de frutopán.

| Índices | Localidad | | | Media $\pm\sigma$ |
|---|-----------|---------|---------|--------------------|
| | L1 | L2 | L3 | |
| Punto de fusión (°C) | 22,08b | 23,60ab | 24,60a | 23,67 \pm 1,05 |
| Densidad relativa | 0,9583a | 0,9320b | 0,9561a | 0,9488 \pm 0,02 |
| Índice de refracción | 1,4842a | 1,4852a | 1,4838a | 1,4844 \pm 0,00 |
| Índice de yodo (%) | 32,35a | 25,96c | 29,61b | 29,31 \pm 2,74 |
| Índice de saponificación (mg KOH g grasa ⁻¹) | 296,27b | 303,63a | 261,36c | 287,09 \pm 20,07 |
| Índice de acidez (mg KOH g grasa ⁻¹) | 0,21a | 0,21a | 0,17b | 0,20 \pm 0,03 |

Letras distintas en las columnas, indican diferencias a un nivel de significación del 5%. L1 = Cata; L2 = Ocumare; L3 = Cumboto.

Índices químicos de la grasa

En los índices químicos se notó que el mayor ÍY perteneció a la grasa de L1, el de ÍS a L2 y el menor ÍA a L3 (Cuadro 2). Estos resultados divergen respecto a Quijano y Arango (1979), quienes encontraron un ÍY más alto (69,64) y un ÍS más bajo (232,68) de la grasa analizada en este estudio que fue más saturada. Las variaciones entre los índices físicos y químicos probablemente se deban a las mismas causas sugeridas anteriormente para las diferencias en el contenido de grasa, se señaló inicialmente que los índices de las grasas pueden variar ligeramente en función del clima, suelo y variedad del vegetal (Liendo *et al.*, 1997; Acosta *et al.*, 2001).

En las grasas, el ÍA revela la presencia de ÁG libres y el ÍY es indicativo del grado de instauración de los ÁG componentes, siendo inversamente proporcional al PF. La instauración de la grasa, así como el peso molecular (PM) influyen ligeramente sobre la Dr, la cual tiende a incrementarse con el número de dobles enlaces y el largo de la cadena. Además, el ÍS es inversamente proporcional al PM (Hart y Fisher, 1991), consiguiéndose en este estudio una correlación positiva entre el ÍY y la Dr ($r = 0,56939$), asimismo, entre el ÍS y el ÍA ($r = 0,58327$).

Composición de ácidos grasos de la grasa

En los resultados obtenidos se detectaron once ÁG, entre ellos uno no identificado, con un porcentaje de 6,71% y un tiempo promedio de retención considerable (12 min) que indicó un alto PM; los principales fueron: palmítico, esteárico, oleico y nervónico, que constitu-

yeron el 85,86% de los ÁG componentes (Cuadro 3), correspondiendo al ácido oleico la mayor proporción (25,63%), seguido por el nervónico (24,13%).

Según estos resultados, la grasa del frutopán está compuesta principalmente por ÁG de alto PM, mostrando la grasa de L1 los porcentajes más altos de los ácidos palmítico, palmitoleico y linoléico y de L2 la mayor cantidad de ácido oleico y menor de araquídico (Cuadro 4), en tanto que los contenidos de los ácidos esteárico, linoléico, behénico, nervónico y del no identificado, no difirieron entre las muestras.

Con respecto a la grasa del frutopán de Nigeria, según Adeleke y Abiodun, 2010, observan que los contenidos de los ácidos oleico (12,4%), esteárico (2,0%) y palmítico (21,4%) resultaron inferiores a los encontrados en este estudio, mientras que el linoléico (14,8%) fue superior. Las variaciones examinadas entre los porcentajes de los ÁG pueden ser atribuibles a razones similares a las señaladas para las diferencias entre los índices químicos. La versatilidad en la composición en ÁG, se relacionó por otros autores con las condiciones del suelo (Briceño y Navas, 2005).

En referencia a la proporción total de ácidos saturados (ÁS) y ácidos insaturados (ÁI), se encontró que los porcentajes fueron semejantes en la grasa de las tres localidades, que está compuesta principalmente por ÁI, se halló la relación ÁI/ÁS superior a 1 (Cuadro 4). Así mismo, se obtuvo una correlación positiva ($r = 0,59553$) entre el porcentaje de grasa y de ÁI, así como negativa con ÁS ($r = 0,59435$).

CUADRO 3. Composición en ácidos grasos contenido en la harina de semilla de frutopán.

| Ácidos grasos | Localidad (5%) | | | Media±σ |
|----------------------|----------------|---------|---------|--------------|
| | L1 | L2 | L3 | |
| Palmítico (C16:0) | 23,69 a | 21,65 b | 21,76 b | 22,37 ± 0,32 |
| Palmitoleico (C16:1) | 0,64 a | 0,45 b | 0,49 b | 0,53 ± 0,03 |
| Esteárico (C18:0) | 13,27 a | 13,87 a | 12,55 a | 13,23 ± 0,72 |
| Oléico (C18:1) | 24,84 b | 27,14 a | 24,92 b | 25,63 ± 0,41 |
| Linoleico (C18:2) | 0,24 a | 0,24 a | 0,25 a | 0,24 ± 0,01 |
| Linolénico (C18:3) | 1,29 a | 1,12 b | 1,06 b | 1,16 ± 0,03 |
| Araquídico (C20:0) | 2,65 a | 2,26 b | 2,55 a | 2,49 ± 0,05 |
| Araquidónico (C20:1) | 1,53 b | 1,70 ab | 2,11 a | 1,78 ± 0,10 |
| Behénico (C22:0) | 0,29 a | 0,09 a | 0,51 a | 0,29 ± 0,09 |
| Nervónico (C24:1) | 23,52 a | 24,56 a | 24,30 a | 24,13 ± 0,60 |
| No identificado | 6,81 a | 6,09 a | 7,23 a | 6,71 ± 0,71 |

Letras distintas en las columnas indican diferencias a un nivel de significación del 5%. L1 = Cata; L2 = Ocumare; L3 = Cumboto.

El porcentaje de ÁI fue mayor al de ÁS, que determinó un estado semisólido de la grasa a temperatura ambiente, revelado en el PF; esta característica le otorga importancia a la grasa del frutopán desde el punto de vista nutricional, puesto que se recomienda preferir en la dieta alimenticia los ÁI.

Al comparar las características físicas y químicas de la grasa del frutopán con las del aceite de la semilla de *Treculia africana* de Nigeria (Ajayi, 2008), que fue generalmente líquido a temperatura de 28 ± 2 °C, se encontraron valores inferiores en los ÍR (1,463) y de ÍS (85,71 mg KOH g grasa⁻¹) y superior en el ÍA (10,04 mg NaOH g grasa⁻¹).

Por otra parte, al relacionar con las propiedades de aceites comerciales como el de oliva, maíz, soya y seje (Briceño y Navas, 2005), se notó que en estos la densidad (0,916-0,925 g ml⁻¹), el ÍR (1,4690-1,4744) y el ÍS (193-201,7 g KOH kg⁻¹) fueron menores y el ÍY (80-140 g I₂ 100 g⁻¹) superior, correspondiéndose con el mayor porcentaje de AI de dichos aceites, cuyos valores se ubicaron por encima del 82%. Además, las proporciones de ÁG fueron diferentes, siendo más bajo el contenido de palmítico y esteárico, cuyos valores no superaron el 15% ni el 10%, respectivamente. De igual forma, los porcentajes de ácido oleico del maíz (5,8%) y soya (8,9%) inferiores, a diferencia de los ácidos linoleico y linolénico que fueron más altos, dado que los aceites de seje y oliva presentaron valores superiores al 2% y los de maíz y soya al 75%.

Con respecto a la grasa del cacao (Acosta *et al.*, 2001), observaron que los valores de ÍR (1,4593), ÍS (192,73 mg KOH g grasa⁻¹), PF (28,58 °C), ÍY (32,42%) e ÍA (0,61 mg KOH g grasa⁻¹) resultaron superiores a los obtenidos con el frutopán. Igualmente, se apreció que difiere en la composición en ÁG, puesto que el contenido de ÁS de la grasa del cacao es mayor (62,58%) y el de ÁI menor (37,21%), predominando el esteárico (33,76%) y el palmítico (27,45%) entre los saturados y el oleico (34,66%) entre los insaturados.

CUADRO 4. Porcentajes de ácidos grasos saturados e insaturados contenido en la semilla de frutopán.

| Localidad | Ácidos 5% | | | ÁI/ÁS |
|-----------|------------|-------------|-------------|-------|
| | Saturados | Insaturados | Desconocido | |
| L1 | 41,12a | 52,07a | 6,81a | 1,27 |
| L2 | 38,70a | 55,22a | 6,09a | 1,43 |
| L3 | 39,64a | 53,13a | 7,23a | 1,34 |
| Media±σ | 39,82±2,60 | 53,47±2,60 | 6,71±0,71 | 1,35 |

Letras distintas en las columnas indican diferencias a un nivel de significación del 5%. L1 = Cata; L2 = Ocumare; L3 = Cumboto. ÁS = Saturados; ÁI = Insaturados.

CONCLUSIONES

- La harina de las semillas de frutopán presentó un bajo contenido de grasa en comparación con otros rubros.
- Las características físicas y químicas de la grasa variaron entre las tres localidades, excepto el IR, correspondiendo el menor punto de fusión a la grasa de L1 de Dr e ÍY a la de L2 y de los ÍS y ÍA a la de L3.
- La grasa presentó distintas proporciones de ÁG con predominio de los ÁI, que le confiere un nivel nutricional adecuado.
- Entre las localidades se destacó L1 por el mayor contenido de los ÁI palmitoleico y linolénico en la grasa de las semillas.
- No se observaron variaciones en el porcentaje total de AS y de AI de las localidades estudiadas.

AGRADECIMIENTO

A la técnico Boni Escorche, al personal del Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Veterinaria y a los productores de cacao de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., L. Ortiz de Bertorelli, L. Graziani de Fariñas, P. Parra y A. Trujillo de Leal. 2001. Estudio de algunas características físicas y químicas de la grasa de los cotiledones de tres tipos de cacao de la localidad de Cumboto. *Agronomía Trop.* 51(1):119-131.
- Adeleke, R. O. and O. A. Abiodun. 2010. Nutritional composition of breadnut seeds (*Artocarpus camansi*). *African J. Agric. Research.* 5(11):1 273-1 276.
- Ajayi, I. 2008. Comparative study of the chemical composition and mineral element content of *Artocarpus heterophyllus* and *Treculia africana* seeds and seed oil. *Bioresource Technol.* 99(11):5 125-5 129.
- Akubor, P. I. 1997. Proximate composition and selected functional properties of African breadfruit and sweet potato flour blends. *Plant Foods For Human Nutrition.* 51(1):53-60.
- Akubor, P. and G. Badifu. 2004. Chemical composition, functional properties and baking potential of African breadfruit kernel and wheat flour blends. *J. Food Sci. Technol.* 39(2):223-229.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1997. *Oficial Methods of Análisis of AOAC Internacional.* 16th Ed. Vol. II. Gaithersburg, Maryland, USA. 1 298 p.
- Briceño, J. y P. Navas. 2005. Comparación de las características químicas, físicas y perfil de ácidos grasos de los aceites de seje, oliva, maíz y soja. *Rev. Fac. Agron. Maracay, Venezuela.* 31:109-119.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1996. Norma Venezolana n° 325-96. Determinación del índice de acidez. Ministerio de Fomento. 3 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1998. Norma Venezolana n° 323-1998. Determinación del índice de saponificación. Ministerio de Fomento. 3 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 2001. Norma Venezolana n° 0703:2001. Determinación de la densidad relativa. Ministerio de Fomento. 3 p.
- Hart, F. L. y H. J. Fisher. 1991. *Análisis moderno de alimentos.* 2da reimpresión. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 343 p.
- Kent, N. 1987. *Tecnología de los cereales. Introducción para el estudio de la ciencia de los alimentos y agricultura.* Editorial Acribia. Zaragoza, España. 221 p.
- Kirk, W. and N. Badrie. 2005. Nutritional composition and sensory acceptance of boiled breadnut (*Artocarpus camansi* Blanco) seeds. *J. Food Technol.* 3(4):546-551.
- Liendo, R., F. C. Padilla and A. Quintana. 1997. Characterization of cocoa butter extracted from Criollo cultivars of *Theobroma cocoa* L. *Food Research International.* 30(9):727-731.
- Morrison, W. R. and L. M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride- methanol. *J. Lipid. Res.* 5:600-608.

- Negrón de Bravo, E., H. Graham and M. Padovani. 1983. Composition of the breadnut (seeded breadfruit). *Carib. J. Sci.* 19(3-4):27-32.
- Núñez, J., L. Ortiz de Bertorelli, L. Graziani de Fariñas; A. Ramírez y A. Trujillo. 2011. Caracterización del fruto y semilla del frutopán (*Artocarpus camansi* Blanco). *Bioagro.* 23(1): 51-56. (En prensa).
- Obasuyi, J. O. I. and S. O. Nwokoro. 2006. Physical and chemical characteristics of breadfruit (*Artocarpus altilis*) seeds collected from three locations in Edo State, Nigeria. *Pakistan J. Nutr.* 5(3):212-214.
- Oshodi, A. A., K. O. Ipinmoroti and N. T. Fagbemi. 1999. Chemical composition, amino acid analysis and functional properties of breadnut (*Artocarpus altilis*) flour. *Mol. Nutr. Food Res.* 43(6):402-405.
- Quijano, J. and G. Arango. 1979. The breadfruit from Colombia-A detailed chemical analysis. *Econ. Bot.* 33(2):199-202.
- Ragone, D. 2006. *Artocarpus camansi* (breadnut). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Hawaii, USA. 11 p.
- Statistical Analysis Systems (SAS). 1998. SAS/STAT User's Guide. Release 6.132 edition. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA. 1 208 p.
- Sucre, D. 2003. Delimitación de áreas ecogeográficas del estado Aragua. Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (FUNDACITE). Maracay, Venezuela. 77 p.