

CARACTERIZACIÓN DEL FRUTO Y SEMILLA DE FRUTOPAN (*Artocarpus camansi* Blanco)

Juan Nuñez¹, Ligia Ortiz de Bertorelli¹, Lucía Graziani de Fariñas¹,
Alejandra Ramírez¹ y América Trujillo¹

RESUMEN

Se realizó la caracterización física del fruto y física y química de la semilla del frutopan (*Artocarpus camansi* Blanco) de las localidades de Cata, Ocumare de la Costa y Cumboto, estado Aragua, mediante la evaluación de las dimensiones, color y composición química. Los resultados revelaron variabilidad de las características físicas de las semillas y frutos entre las localidades, destacándose Cata y Cumboto por presentar frutos con mayor peso, diámetro y número de semillas. Igualmente las semillas provenientes de Cata fueron más pesadas, anchas y gruesas, representando el 51,7 % del peso del fruto. En los parámetros del color, sólo se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en los valores de a_L del fruto. Los frutos mostraron una luminosidad intermedia y tendencias al verde y amarillo. Las semillas presentaron granos oscuros, que tendieron al rojo y amarillo. En los análisis químicos de las semillas, no se observaron diferencias significativas en el pH, acidez titulable, fibra, azúcares totales y reductores; en cambio en la humedad, proteínas, cenizas y grasas difirieron ($P \leq 0,05$), destacándose los frutos de Cumboto por mostrar los contenidos más altos de proteínas y cenizas, mientras que los de Cata presentaron los menores contenidos de proteínas y grasas. Los resultados indican la existencia de variabilidad en las características de los frutos y semillas provenientes de las tres localidades, y sugieren la potencialidad de la semilla de frutopan para la diversificación y aprovechamiento como materia prima en el procesamiento de alimentos a nivel artesanal e industrial.

Palabras clave adicionales: *Artocarpus camansi*, propiedades físicas, composición química

ABSTRACT

Characterization of breadnut (*Artocarpus camansi* Blanco) fruit and seed

The physical characterization of the fruit and physical and chemical of the seeds of frutopan (*Artocarpus camansi* Blanco) coming from localities of Cata, Ocumare of the Coast and Cumboto, Aragua State, Venezuela, were assessed by evaluating the dimensions, color and chemical composition. Results revealed variability of physical characteristics of seeds and fruits among localities. Cata and Cumboto presented heavier fruits, with larger diameter and number of seeds. Seeds from Cata were also heavier, wider and thicker, representing 51.7 % of fruit weight. In parameters of color, only a_L values of fruit display significant differences ($P \leq 0.05$). Fruits showed an intermediate luminosity and trends to green and yellow, while seeds were dark, which tended to red and yellow. In chemical analysis of seeds, there were not significant differences in pH, acidity, fiber, and total reducing sugars. In contrast moisture, protein, ash and fat showed differences ($P \leq 0.05$), highlighting the fruits of Cumboto to show higher contents of protein and ash, while fruits of Cata were found in the lowest levels of protein and fat. The results showed variability in characteristics of fruits and seeds coming from the three localities, and suggest the potential of the seed of frutopan for diversification and utilization as raw material in food processing to handcrafted and industrial level.

Additional key words: *Artocarpus camansi*, physical properties, chemical composition

INTRODUCCIÓN

El *Artocarpus camansi* es un árbol nativo de la región del Pacífico, desde el sudeste de Asia hasta la Polinesia, entre las latitudes 10° N y 20° S. Su distribución en el Caribe fue realizada en el siglo XVIII y desde entonces, ha sido cultivado y se ha naturalizado en los trópicos

húmedos (Parrotta, 1994; Harrynanan y Sankat, 2008). Actualmente, en Venezuela, el *Artocarpus* se encuentra en las regiones cálidas y bajas del norte del país (Hoyos, 1989) y se cultiva en la región central, comprendiendo las costas del estado Aragua, algunas zonas del estado Miranda y la región oriental a lo largo de la isla de Margarita, y los estados Anzoátegui y Sucre.

Recibido: Marzo 15, 2010

Aceptado: Diciembre 1, 2010

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Venezuela.
email: jnuez124@hotmail.com ; ortizl41@cantv.net ; lgluetic@gmail.com

Se mencionan dos especies de *Artocarpus* considerados por la mayoría de los botánicos como una sola: *A. altilis* (Parrotta, 1994), la partenocárpica o sin semillas llamada *breadfruit*, panepén o ñamepalo y con semillas denominada *breadnut*, pana de pepitas, topán o frutopan; no obstante, en la actualidad los árboles que producen semillas se clasifican como *Artocarpus camansi* Blanco y las que carecen de semillas conservan el nombre original de *A. altilis* (Ragone, 2006).

El árbol de frutopan es perennifolio, monoico, con un tronco recto y una copa compuesta por hojas grandes (Parrotta, 1994). Su altura promedio es de 15 m en la madurez y pueden producir entre 600 a 800 frutos por estación. Por lo general, la producción comienza a partir de los 8 a 10 años de edad (Ragone, 2006). El fruto o infrutescencia es redondo, ovalado u oblongo, y está compuesto de la unión de muchos gineceos. El epicarpio se compone de varias capas, cada una de las cuales pertenece a una flor individual. La textura del fruto es suave y carnosa.

El frutopan es muy conocido por sus semillas nutritivas, las cuales son buena fuente de proteínas, con adecuado balance de aminoácidos esenciales (Quijano y Arango, 1979), de calidad proteica comparable a la de la harina de soya, huevo y superior a la de muchas nueces. Las semillas presentan altos contenidos de carbohidratos, vitamina A y B, calcio, potasio y fósforo (Negrón et al., 1983). Tienen bajo contenido de grasa, la cual presenta características similares al aceite de oliva y un nivel nutricional favorable. Por estas razones se ha recomendado incrementar el cultivo y el consumo como una alternativa para atenuar la alta incidencia de deficiencias nutricionales en muchas áreas rurales del mundo (Quijano y Arango, 1979).

El *Artocarpus* es empleado en el norte de Venezuela como sombra en cafetales y plantaciones de cacao (Herrera et al., 1987). Sin embargo, su consumo en Venezuela es limitado, lo cual justifica el estudio de la planta, fruto y semilla. El objetivo de esta investigación fue la caracterización del fruto y semilla del frutopan de tres localidades del estado Aragua, información que puede ser útil para el aprovechamiento y diversificación de la semilla

como materia prima, tanto para el uso industrial como el artesanal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en frutos provenientes de Cata, Ocumare de la Costa y Cumboto, municipio Ocumare de la Costa de Oro, estado Aragua, Venezuela, localidades donde es usado para darle sombra al cacao. La zona presenta un bioclima de bosque tropical muy seco, precipitación anual de 795 mm, temperatura media de 25,8 °C y la humedad relativa es de 68,1 % (Sucre, 2003).

Se seleccionó una parcela de 1 ha en cada una de las tres localidades. Estas parcelas presentan condiciones agroclimáticas muy parecidas, aunque difieren en el manejo agronómico dado al cacao, lo cual influye sobre los cultivos asociados, entre ellos el frutopan. En Cata, se aplican prácticas agronómicas como podas, fertilización orgánica, eliminación de malezas, resiembra y control biológico de plagas, y el cacao cuenta con certificación orgánica. En Cumboto el manejo agronómico es heterogéneo y se efectúan prácticas del manejo orgánico, pero el cacao no cuenta con la certificación. En Ocumare de la Costa el manejo del cacao es inferior al de Cata y Cumboto, ya que las técnicas agronómicas se aplican sólo ocasionalmente.

Se seleccionaron al azar cinco árboles por parcela y de cada uno se cosecharon al azar tres frutos sanos y maduros, tomando como criterios el color y la textura. En el muestreo se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones para un total de 15 frutos por localidad.

Análisis físico

Los frutos fueron lavados, seccionados longitudinalmente y sus distintas fracciones separadas manualmente. Se tomó el peso del fruto entero, corazón (endocarpio), pulpa (mesocarpio) y concha (epicarpio). Asimismo se tomó el peso de la semilla entera y de la semilla, con o sin cubierta seminal. Además, se contó el número total de semillas por fruto, y se midió el largo y diámetro del fruto, así como el largo, ancho y espesor de la semilla.

El color del fruto y de la cubierta seminal de la semilla fueron evaluados con un colorímetro de Hunter, Color Quest II, y los resultados fueron expresados en los parámetros del color L, a_L y b_L de

la escala Hunter Lab, en la cual: “L” indica tendencia a la luminosidad (0= negro, 100= blanco); “a” tendencia al rojo (valores +) y verde (valores -); “b” tendencia al amarillo (valores +) y azul (valores -). Las dimensiones y peso de las semillas fueron medidos en muestras constituidas por 20 semillas, y el color en 10 semillas.

Análisis químico

Para obtener la harina de todas las muestras, 45 semillas fueron colocadas en un secador de aire forzado por 24 horas a una temperatura constante de 55 ± 2 °C; luego se les quitó manualmente la cubierta seminal y se continuó el proceso de secado por 24 horas en las mismas condiciones. Una vez secadas, las semillas fueron llevadas a un molino de martillo, modelo estandarizado N° 3, y la harina obtenida fue pasada a través de un tamiz de 30 mallas y almacenada a 8° C.

A la harina de las semillas se le efectuaron por duplicado los siguientes análisis químicos según la metodología de AOAC (1997): humedad (método 925.10); pH (método 943.02); acidez titulable (método 942.15); grasa (método 920.39); cenizas (método 923.03); fibra cruda (método 962.09E); azúcares reductores y totales (método 939.03) y proteínas (método de micro kjeldahl). A los resultados se les aplicó un análisis de varianza y comparación de medias de Duncan, mediante el paquete estadístico SAS v. 6.12 (Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas entre las distintas características físicas y químicas de los frutos y semillas de frutopan provenientes de las tres localidades estudiadas.

Características físicas del fruto

Con relación a las dimensiones del fruto (Cuadro 1) se detectó que los de menor diámetro fueron los provenientes de la parcela de Ocumare, mientras que el largo del fruto no mostró diferencias entre las tres parcelas.

Diferentes estudios muestran que los frutos de esta especie pueden medir 13 a 20 cm de largo y entre 7 y 30 cm de diámetro (Bennett y Nozzolillo, 1987; Parrotta, 1994; Ragone, 2006),

rangos dentro de los cuales se ubicaron los analizados en este trabajo. Estos frutos presentaron una forma ovalada a diferencia de la forma esférica del *Artocarpus* sin semilla venezolano (ñame de palo) cosechado en la localidad de Aroa, estado Yaracuy (Mendoza, 1992) y Margarita, estado Nueva Esparta (Rincón y Padilla, 2004).

Cuadro 1. Características físicas del fruto

Variables	Localidad		
	Cata	Ocumare	Cumboto
Largo (cm)	14,4 a	13,2 a	13,5 a
Diámetro (cm)	11,7 a	9,9 b	11,1 a
Peso fruto (g)	732,3 a	463,0 b	710,9 a
Peso endocarpio (g)	68,7 a	39,8 b	61,7 a
Peso mesocarpio (g)	142,2 a	74,9 b	115,1 a
Peso epicarpio (g)	177,2 a	130,3 b	164,5 a

Separación de medias según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

En cuanto al peso de los frutos y sus fracciones (Cuadro 1), se observó que los de la localidad de Ocumare fueron los más livianos. Sin embargo, en estos frutos las proporciones de endocarpio y mesocarpio, respecto al peso total del fruto, fueron semejantes a los de Cumboto e inferiores a los de Cata; en cambio el porcentaje de epicarpio fue mayor.

Cabe destacar que los frutos provenientes de Cata, parcela con el mejor manejo agronómico, fueron los más grandes, mientras que los más pequeños y de menor peso fueron los de Ocumare, parcela con prácticas de cultivo inferiores.

En comparación con los frutos de dos localidades de Puerto Rico (Negrón et al., 1983), el frutopan estudiado, contiene menos mesocarpio y mayor cantidad de endocarpio y epicarpio. Así mismo, en el *Artocarpus* sin semilla cosechado en dos regiones de Venezuela, se observó un mayor porcentaje de mesocarpio (Rincón y Padilla, 2004) y mayor peso del fruto (Mendoza, 1992).

Existe alta variabilidad a nivel geográfico en cuanto al peso del fruto maduro ya que se han reportado valores que van desde 800 g en Hawaii (Ragone, 2006) hasta más de 1500 g en Colombia (Quijano y Arango, 1979), con valores intermedios en Nigeria (Obasuyi y Nwokoro, 2006) y Puerto Rico (Negrón et al., 1983). Estos valores son superiores a los de los frutos evaluados en este estudio, discordancia posiblemente debida a las distintas condiciones climáticas de cada región,

prácticas agronómicas usadas y origen de la planta.

Características físicas de las semillas

Se detectó que los frutos de la localidad de Cata presentaron semillas más anchas y de mayor espesor que las de Ocumare; en cambio el largo de las semillas fue semejante en las tres localidades (Cuadro 2). Por su parte, la relación largo/ancho fue más alta en Ocumare, cuyas semillas fueron menos anchas, y menor en Cata por tener las semillas mayor anchura. Estos resultados se ubican en los rangos señalados por Parrotta (1994) para el largo y ancho de semillas.

En cuanto al número de semillas por fruto se notó que en Ocumare el valor es menor en aproximadamente un 44 %, mientras que no difirió entre las parcelas de Cata y Cumboto (Cuadro 2). Otros trabajos mencionan que el número de semillas de esta especie es muy variable, pudiendo un fruto maduro producir de 12 a 150 semillas (Ragone, 2006). Al respecto, Negrón et al. (1983) encontraron entre 46 y 94 semillas por fruto, rango coincidente con el obtenido por Bennett y Nozzolillo (1987) en frutos recolectados en un sólo árbol. Por su parte, Obasuyi y Nwokoro (2006) hallaron entre 73 y 77 semillas por fruto, ubicándose los resultados de este trabajo en esos niveles.

Cuadro 2. Características físicas de las semillas

Variables	Localidad		
	Cata	Ocumare	Cumboto
Largo (mm)	27,26 a	27,41 a	27,10 a
Ancho (mm)	20,85 a	20,22 b	20,38 ab
Espesor (mm)	16,00 a	15,21 b	15,81 ab
Largo/Ancho	1,34 b	1,40 a	1,37 ab
Número de semillas/ fruto	62 a	38 b	68 a
Peso de semillas/fruto (g)	378,5 a	222,6 b	365,2 a
Peso semillas/Peso fruto	0,517 a	0,481 a	0,514 a
Peso semilla sin cubierta seminal (g)	5,42 a	5,31 b	5,29 b
Peso cubierta seminal (g)	0,69 a	0,67 a	0,65 a

Separación de medias según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

El peso total de las semillas fue igual en Cata y Cumboto, pero menor en Ocumare (Cuadro 2), lo cual se debe a que en esta última localidad los frutos presentaron menor cantidad de semillas. No obstante, la relación peso

semilla/peso fruto fue similar en las tres localidades.

Se ha observado una importante variación en el peso de las semillas según el lugar geográfico de donde provienen. Por ejemplo, desde 281,6 g en Trinidad (Bennett y Nozzolillo, 1987) hasta 750,1 g en Nigeria (Obasuyi y Nwokoro, 2006), con valores intermedios en Puerto Rico (Negrón et al., 1983). Al remover la cubierta seminal (Cuadro 2), se encontró que en las semillas de los frutos de Cata tuvieron el mayor peso, aunque el peso de la cubierta seminal no difirió entre las semillas de las tres localidades. Es importante mencionar que estas variables tienen importancia desde el punto de vista de la calidad de la semilla (Vivas, 1979).

Color de las semillas y frutos

El valor de a_L del fruto fue mayor en Cata y menor en Cumboto, mientras que los parámetros L y b_L del fruto y de la semilla presentaron valores iguales en las tres localidades (Cuadro 3), indicando que la tendencia al color verde fue mayor en los frutos de Cumboto y menor en los de Cata. La luminosidad fue intermedia, con tendencia al verde y al amarillo.

Cuadro 3. Parámetros del color de las semillas y frutos de frutopan

Parámetros del color	Localidad			
	Cata	Ocumare	Cumboto	
L	Semilla	38,60 a	34,70 a	37,72 a
	Fruto	57,49 a	59,78 a	54,45 a
a_L	Semilla	4,04 a	5,05 a	3,37 a
	Fruto	-1,44 a	-7,89 b	-14,46 c
b_L	Semilla	6,91 a	7,05 a	7,92 a
	Fruto	13,01 a	13,58 a	14,72 a

Separación de medias según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

En *Artocarpus altilis* (sin semilla), se ha observado que las concentraciones de clorofila en el epicarpio del fruto son bajas al principio del desarrollo, pero que se incrementan a un máximo a la mitad del proceso y finalmente decaen con la maduración. De manera que el color del epicarpio del fruto es inicialmente verde claro, luego verde oscuro durante la madurez fisiológica y posteriormente verde pálido. Debido a esto, Worrell et al. (1998) indican que no es recomendable usar el color como índice de madurez. Para los frutos con semillas no se dispuso de esta información, pero se ha notado que al madurar el color del epicarpio es verde botella o verde-amarillo (Ragone, 2006).

Por su parte, la semilla presentó colores oscuros, con tendencia hacia el rojo y amarillo (Cuadro 3). Otros estudios señalan semillas de color marrón (Parrotta, 1994) con una capa externa fina, marrón clara con venas oscuras, en contraste con las semillas de *Artocarpus mariannensis (dugdug)*, las cuales presentan una capa marrón oscuro brillante (Ragone, 2006).

Características químicas de la semilla

El Cuadro 4 presenta la composición química, expresada en base seca, de la harina de las semillas. Se detectó mayor porcentaje de proteína y cenizas en las semillas de Cumboto, de humedad en Cata, y de grasa en Ocumare ($P \leq 0,05$). Los menores valores de proteínas y grasa correspondieron a Cata, los de cenizas a Ocumare y los de humedad a Cumboto. El resto de los componentes analizados no se diferenciaron entre las localidades. En general, el contenido proteico fue bajo (inferior al 10 %); sin embargo, se ha establecido que la calidad de la proteína es adecuada por su composición aminoacídica (Quijano y Arango, 1979), la cual le imparte un apropiado valor nutritivo a las semillas.

El contenido de humedad de la harina mostró valores inferiores al 14 % máximo recomendado para su conservación (Kent, 1987), reflejo de un adecuado tratamiento calórico de las muestras.

Cuadro 4. Características químicas de la harina de semillas de frutopan

Características químicas (base seca)	Localidad		
	Cata	Ocumare	Cumboto
Humedad (%)	12,12 a	11,53 b	11,36 c
pH	5,53 a	5,51 a	5,53 a
Acidez titulable (%)	0,08 a	0,08 a	0,08 a
Proteínas (Nx6,25)	7,26 c	7,35 b	7,58 a
Grasa (%)	4,65 c	5,94 a	5,32 b
Cenizas (%)	1,82 b	1,45 c	2,22 a
Fibra (%)	1,39 a	1,44 a	1,32 a
Azúcares reductores (%)	3,47 a	3,50 a	3,42 a
Azúcares totales (%)	6,32 a	6,52 a	6,46 a

Separación de medias según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Las características químicas de la harina fueron parecidas a las halladas en Colombia por Quijano y Arango (1979), con excepción de las

proteínas cuyo contenido fue inferior. Asimismo, presentaron menores contenidos de proteína, grasa, ceniza y fibra que las reportadas por Negrón et al. (1983) y Obasuyi y Nwokoro (2006), pero mayor contenido de grasa que la indicada por Kirk y Badrie (2005) en Trinidad. También, tuvieron menor contenido de proteína y ceniza, y mayor de grasa en comparación con la harina del mesocarpio de frutos inmaduros del *Artocarpus* sin semillas de Margarita, Venezuela (Rincón y Padilla, 2004). Sin embargo, la harina elaborada con frutos maduros del *Artocarpus* sin semilla cosechada en el estado Yaracuy (Mendoza, 1992) presentó valores de proteína muy parecidos al del frutopan de nuestro estudio. En cambio en la harina tanto de frutos maduros como inmaduros de la especie sin semilla en Samoa, Wootton y Tumaalii (1984) encontraron menos proteínas y grasa, pero más cenizas, fibra y azúcares totales. Respecto a los azúcares reductores y totales, los valores fueron inferiores a los del *Artocarpus* sin semillas de Barbados, en el que se obtuvieron $4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de azúcares reductores y $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de totales en frutos de 20 semanas (Worrell et al., 1998). Para los carbohidratos totales de frutos maduros, con semillas, se han encontrado contenidos de 76,2 % (Negrón et al., 1983) y 25,67 % (Kirk y Badrie, 2005), proporciones superiores a la de las nueces, por lo que se le considera como una buena fuente de calorías.

En general, las variaciones encontradas en este trabajo en las características del fruto y la semilla, podrían atribuirse, en parte, a la procedencia de los materiales de frutopan, así como al distinto manejo agronómico aplicado al cacao en las tres localidades, lo cual afecta a los cultivos asociados.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mostraron variabilidad en las características físicas y químicas de los frutos y semillas de las tres localidades estudiadas, y evidenciaron valores que sugieren potencialidad de la semilla de frutopan para la diversificación y aprovechamiento como materia prima en el procesamiento de alimentos a nivel artesanal e industrial.

LITERATURA CITADA

1. Association of the Analytical Chemists

- (AOAC). 1997. Official Methods of Analysis. 16th Edition. Gaithersburg, Maryland.
2. Bennett, F. y C. Nozzolillo. 1987. How many seeds in a seeded breadfruit, *Artocarpus altilis* (Moraceae)? Econ. Bot. 41(3): 370-374.
 3. Harrynanan, L. y C. Sankat. 2008. The dehydration and rehydration characteristics of the seeded breadfruit or breadnut seed. Canadian Biosystems Engineering 50: 337-345.
 4. Herrera, R., Aranguren, J. y G. Escalante. 1987. Coffee and cacao plantations under shade trees in Venezuela. Advances in Agroforestry Research 1(11): 173-181.
 5. Hoyos, F. 1989. Frutales de Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas. 285 p.
 6. Kent, N. 1987. Tecnología de los Cereales. Introducción para el estudio de la ciencia de los alimentos y agricultura. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
 7. Kirk, W. y N. Badrie. 2005. Nutritional composition and sensory acceptance of boiled breadnut (*Artocarpus camansi* Blanco) seeds. J. Food Technol. 3(4): 546-551.
 8. Mendoza, J. 1992. Caracterización física y química de la harina del fruto “ñame de palo” (*Artocarpus altilis*) en dos grados de madurez y su uso en la elaboración de galletas. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. 104 p.
 9. Negrón de Bravo, E., Graham, H. y M. Padovani. 1983. Composition of the breadnut (seeded breadfruit). Carib. J. Sci. 19(3-4): 27-32.
 10. Obasuyi, J. y S. 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.
 11. Parrotta, J. 1994. *Artocarpus altilis* (S. Park) Fosb. Breadfruit, breadnut. USDA, Southern Forest Exp. Sta. New Orleans, LA. 6 p.
 12. Quijano, J. y G. Arango. 1979. The breadfruit from Colombia-A detailed chemical analysis. Econ. Bot. 33(2): 199-202.
 13. Ragone, D. 2006. *Artocarpus camansi* (breadnut). The Breadfruit Institute, National Tropical Botanical Garden. Hawaii. 11 p.
 14. Rincón, A. y F. Padilla. 2004. Physicochemical properties of breadfruit (*Artocarpus altilis*) starch from Margarita island, Venezuela. Arch. Latinoamer. Nutr. 54(4): 1-9.
 15. Sucre, D. 2003. Delimitación de áreas ecogeográficas del estado Aragua. FUNDACITE. Maracay. Venezuela. 77 p.
 16. Vivas, J. 1979. Estudio de algunas características químico-físicas en almendras de cacao de Venezuela. VII Conferencia Internacional en Cacao. Doula, Camerún. pp. 611-615.
 17. Wootton, M. y F. Tumaalii. 1984. Composition of flours from Samoan breadfruit. J. Food Sci. 49: 1396-1397.
 18. Worrell, D., Carrington, C. y D. Huber. 1998. Growth, maturation and ripening of breadfruit, *Artocarpus altilis* (Park.) Fosb. Scientia Hort. 76(2): 17-28.