

Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) cosechados en Caucagua, estado Miranda. Venezuela

Physicochemical characterization of the fruit shell of a cocoa clone (*Theobroma cacao* L.) Harvested in Caucagua, Miranda state. Venezuela

Caracterização físico-química da casca do fruto de um clone de cacauero (*Theobroma cacao* L.) Colhida em Caucagua, estado de Miranda. Venezuela

Eury Castillo ⁽¹⁾

yruecast@gmail.com

Climaco Alvarez ⁽²⁾

climacoa@hotmail.com

Yanetti Contreras ⁽¹⁾

yypeñat@hotmail.com

⁽¹⁾ Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela

⁽²⁾ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Caucagua edo. Miranda, Venezuela

Artículo recibido en abril 2018 y publicado en septiembre de 2018

RESUMEN

El cacao es un árbol tropical de la familia de las Malvaceae, se conoce científicamente como Theobroma cacao L. con este se elaboran diversos subproductos agroeconómicos (polvo y manteca de cacao, entre otros), del fruto se emplea sólo el 10% de su masa fresca y el resto es desechado causando problemas ambientales debido al desconocimiento de sus propiedades y características. El objetivo fue evaluar la composición química proximal, pH, acidez total titulable y polifenoles totales, de la cáscara de cacao de un grupo de 11 frutos maduros y sanos del clon OC-61XPLA-159 (codificado como 443) recolectados en el campo experimental Padrón. Se realizó el análisis químico proximal de la harina obtenida de las

cáscaras por métodos propuestos y aceptados para análisis de alimentos y control de calidad por la AOAC. Los resultados señalan que por su alto contenido de fibra, bajo contenido graso, y alta proporción de polifenoles, las cáscaras de cacao podrían ser utilizadas en la formulación de algunos productos alimenticios necesarios para regímenes que requieran estos componentes.

Palabras clave: Cacao; cáscara; caracterización fisicoquímica

ABSTRACT

Cocoa is a tropical tree of the family Malvaceae, is scientifically known as *Theobroma cacao* L. with the various agro-products (powder and cocoa butter, etc.), the fruit is used are produced only 10% of its mass fresh and the rest is discarded causing environmental problems due to ignorance of its properties and characteristics. Therefore, the objective of this research was to evaluate the proximal chemical composition, pH, total titratable acidity and total polyphenols from cocoa shell of a group of 11 mature and healthy fruits clone OC-61XPLA-159 (coded as 443) collected in the experimental field Padrón. The proximal chemical analysis of flour shells obtained by methods proposed and accepted for food analysis and quality control was conducted by AOAC. Result indicate that by its high fiber, low fat, and high proportion of polyphenols indicate that the cocoa shells may be used in the formulation of some food products necessary to regimes that require these components.

Key words: cocoa shell; physicochemical; characterization

RESUMO

Cacau é uma árvore tropical da família Malvaceae, é conhecido cientificamente como *Theobroma cacao* L. esta produtos agro-Vários (em pó e manteiga de cacau, etc.), fruto é utilizado são produzidas apenas 10% da sua massa fresco eo restante é descartado causando problemas ambientais devido ao desconhecimento de suas propriedades e características. O objetivo era avaliar a composição química proximal, pH, acidez total e polifenóis totais de casca de cacau de um grupo de 11 frutos maduros saudáveis clonar OC-61xPLA-159 (lote 443) recolhidos no campo experimental Registro. A análise centesimal da farinha obtida pelos métodos propostos cascas e aceites para análise de alimentos e de controlo de qualidade foi realizado pela AOAC. Os resultados indicam que o elevado teor de fibra, baixa gordura, elevada de polifenóis, as cascas de cacau pode ser utilizado na formulação de certos produtos alimentares necessárias para sistemas que requerem esses componentes.

Palavras chave: Cacau; casca; caracterização físico-química

INTRODUCCIÓN

Evidencias epidemiológicas y clínicas indican una asociación entre dietas ricas en frutas y vegetales y la disminución en el riesgo de morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas. La influencia positiva de tales dietas es atribuida a que estos alimentos pueden suministrar una mezcla óptima de fitoquímicos, tales como, antioxidantes naturales, fibra y otros compuestos.

La principal fuente de antioxidantes naturales son las frutas y vegetales los cuales contienen compuestos fenólicos en abundancia. Estos compuestos están estrechamente asociados con el color y sabor de los alimentos de origen vegetal, así como con su calidad nutricional por sus propiedades antioxidantes comprobados.

Por otra parte, el rol como antioxidante de la fibra, ha sido estudiado en algunas frutas y siendo desconocido en otras y en sus constituyentes; que a menudo suelen ser desechados.

En Venezuela, el procesamiento cacaotero genera un aproximado de 160.000 toneladas de cáscara de cacao anualmente (Luy, 2010), que son desechados, creando diversos problemas ambientales, como olores fétidos, problemas de disposición y la propagación de enfermedades para la plata por la descomposición de dicha cáscara (Barazarte, 2008), sin saber que éstos desechos pueden ser aprovechados debido al desconocimiento de sus propiedades y características.

La cáscara representa aproximadamente el 90% de la masa del fruto fresco; siendo aprovechado únicamente el 10% que representa la masa de la semilla que es utilizada industrialmente. De las cáscaras se puede obtener harinas que poseen en su constitución un bajo contenido de grasas, alto contenido en fibras y en compuestos fenólicos que pueden ser beneficiosos para la salud. El reconocimiento de los componentes fisiológicos, químicos y morfológicos en las cáscaras de los frutos de

cacao se ha convertido en un área de investigación en crecimiento (Luy, 2010). En la actualidad se ha encontrado que las cáscaras de los frutos son las principales fuentes de antioxidantes naturales, por lo que se ha propuesto utilizar estos subproductos de la industria como una posible fuente de materia prima proveedora de pectinas, antioxidantes, fibras, entre otros.

Así el objetivo fue evaluar las harinas de cáscaras de un clon de cacao, cultivados en Venezuela (en Caucagua, estado Miranda) y su potencial como posibles fuentes de materia prima para el desarrollo de alimentos funcionales. Además de determinar las propiedades fisicoquímicas y el análisis proximal de la harina obtenida de la cáscara de un clon de cacao, específicamente se determinará, el pH, acidez total titulable, los polifenoles, cenizas y la humedad de la cáscara.

MÉTODO

La población estuvo constituida por frutos sanos provenientes de un clon de cacao de *Theobroma cacao L* de un material codificado como 443 y cuya nomenclatura fue OC-61 x PLA-159, las siglas señalan el origen de procedencia del material, siendo OC referente a la zona de Ocumare, y PLA, playa alta y el 443 la parcela de origen donde se cultivó dicho clon. La muestra estuvo conformada por 11 frutos cosechados en el campo experimental de Padrón ubicado en Caucagua, estado Miranda.

El muestreo fue forma intencional, es decir, que se debe delimitar el número de muestras recolectadas o cosechadas, debido a que cada árbol posee un aproximado entre 20 y 25 frutos, pero debido a la fuerte sequía muy pocos alcanzaron la madurez efectivamente, y fueron seleccionados más que por azar por selección de los frutos sanos existentes y que lograron desarrollarse efectivamente. Esta investigación, es de forma intencional, ya que la misma seleccionó los frutos a estudiar, esto debido a la poca cantidad de frutos producidos por la planta de estudio por la fuerte sequía.

Las condiciones ambientales propiciaron la aplicación de un muestreo intencional, éste tipo de muestreo implica que el investigador obtiene información de unidades de la población escogidas de acuerdo con criterios previamente establecidos, seleccionando unidades “tipo” o representativas (Ramírez, s/f.).

La recolección de las muestras se realizó de forma manual durante el mes de febrero del año 2010, en el campo de cultivo ubicado en Caucagua estado Miranda. Para el estudio de las muestras de frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.) se cosecharán éstos de sus respectivos árboles cuando se consideren maduros, luego se transportaran a los Laboratorios de INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) donde se procederá a caracterizar físicamente dichos frutos mediante el uso del Manual Práctico para la Caracterización Morfológica de Cacao en Venezuela de Engels *et al.* (1980).

Análisis físicos

Luego de la recolección de los frutos y una vez que se encuentran en el laboratorio, se procedió a realizar el análisis de las características físicas de las muestras, para ello se procedió a lavar y limpiar los frutos, se les determinó la masa del fruto fresco con el uso de una balanza, se midieron sus propiedades físicas, como el largo, midiendo cada fruto con una regla, el ancho con un vernier, se extrajo la pulpa y las semillas para luego proceder a medir la masa de cada uno con una balanza, el grosor de la cáscara con un vernier, se midió la masa del endocarpio que fue extraída con un cucharilla, y por último se logró medir el color (comparando cada cáscara con la tabla Musell)

Procesamiento de la muestra

Posteriormente se cortaron en trozos pequeños las cáscaras de los frutos caracterizados y fueron secados a una temperatura de 50°C durante 48 horas para obtener la harina de la cual se obtuvo la información química proximal de la cáscara en los laboratorios de Química del Instituto Pedagógico de Caracas, se realizó el estudio químico proximal,

de polifenoles totales, acidez total titulable y pH luego se emplearán los métodos propuestos por la AOAC "Association of Official Analytical Chemists", estos métodos son muy usados para análisis de alimentos y materias primas. Con dicha harina se procedió a realizar el análisis químico proximal, polifenoles totales, pH y acidez total titulable, para ello se procedió a llevar a la estufa a 50°C durante 48h hasta una % humedad de 8% las muestras de cascara de cacao, para proceder a moler hasta obtener una granulometría de 40mesh.

Humedad

Para la determinación de la humedad se utilizó el método de pérdida de masa de agua en estufa convencional según AOAC (1995) N° 950.46. Para ello se procedió a llevar a la estufa una cantidad conocida de la muestra a 130 °C durante 4h.

Fibra cruda

Para determinar la presencia de fibra cruda en la cáscara de los frutos de un clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) se procedió con el método propuesto por la AOAC (1990), este consiste en la cuantificación del porcentaje de fibra cruda en sistemas biológicos, que corresponde a la pérdida de masa que tiene lugar posterior a la incineración a 600°C del residuo seco obtenido después.

Grasa cruda

Para la determinación de grasas cruda de la muestra de cascara de cacao (*Theobroma cacao* L.) se implementó la metodología señalada por Oladimeji y Kolapo (2008), método que consiste en extraer la grasa cruda con éter de petróleo y luego evaporar el solvente a 100°C.

Cenizas

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de

la materia orgánica de un alimento. Se utilizó el método de incineración en mufla a 550 °C propuesto por AOAC (1980) N° 18.025. Las cenizas representan el contenido de material mineral presente en la muestra. La ceniza consiste en el residuo de la incineración de un producto hasta que queda libre de carbón.

Proteína cruda

Para la determinación de proteína cruda se utilizó el método micro-kjeldahl, según AOAC (1995) N° 928.08. Mediante el equipo BUCHI, (digestor: K-424 y destilador: K-314), utilizando como factor 6,25 para conversión a % de proteínas Este método de micro Kjeldahl se basa en la destrucción de la materia orgánica de la muestra, por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado y sulfato de potasio, en presencia de un catalizador. El nitrógeno se destila bajo la forma de amoníaco, recolectándose en una solución ácida para su valoración posterior.

Polifenoles

Los polifenoles son compuestos que en su constitución contienen grupos fenoles como sustituyentes, éstos juegan un papel importante en la dieta del ser humano, y es aquí donde radica la importancia de la determinación de polifenos en la cáscara de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Esta determinación se realizó por el Método (Price et al., 1977). Rapid Visual Estimation and Spetrofotometric determination on tannin conten of sorghum. Agric. Food Chem. 25(6): 268.

RESULTADOS

Características físicas

La caracterización física de los frutos seleccionados del clon OC-61 X PLA-159 de cacao (*Theobroma cacao* L.) se registran en el cuadro 1, se presentan los valores de la media de las características físicas más resaltantes del fruto de cacao correspondiente a la población estudiada.

La cáscara de cacao representó el 72,4% de la masa del fruto entero, lo que indicó una proporción alta de desechos, razón por la cual se ha afirmado que el cacao es un fruto sub-utilizado. Siendo ésta cáscara un residuo voluminoso y de gran masa al que no se le ha dado importancia alguna por el desconocimiento de sus propiedades y características.

López et al. (1984) señalaron el 80% de proporción de cáscaras en el fruto de cacao. Esta cantidad de desechos es la base para considerar a la actividad cacaotera como una posible fuente de materia prima para la alimentación humana como la de animal. Los resultados obtenidos en este estudio difieren a los de Barazarte *et al.* (2008) quien obtuvo un promedio de 70,5% de proporción de cáscara para el clon IMC-67.

Braudeau (1970) señaló que la masa del fruto o mazorca para el cacao tipo Forastero oscilaba entre 400 y 500 g, mientras que Graziani *et al.* (2002) reportaron una masa promedio para este cacao y procedente de tres parcelas de la región de Cumboto, estado Aragua un promedio de 479,15 g. Sánchez y Jaffé (1989) reportaron para el cacao tipo Forastero del Amazonas masas comprendidas entre 403,00 y 571,0 g. Barazarte *et al.* (2008) reportó un valor promedio de 521,7 g para un clon cosechado en el INIA-MIRANDA codificado como IMC-67, tipo Forastero, en Caucagua. Cabe destacar que los promedios de la masa del fruto estudiado, están acorde a lo que señalan los autores anteriores, con la excepción de lo planteado por Barazarte *et al.* (2008), cuya masa del fruto del clon estudiado por él se encuentra por encima al reportado en este trabajo. El color visual obtenido por el código Munsell (7,5 YR) se refiere al grado de madurez del fruto, es decir un color amarillo indicó una condición óptima del grado de madurez fisiológica que presentaron los mismos al momento de la recolección. Los frutos de estos materiales se caracterizaron por presentar un color verde claro cuando están inmaduros, estos se tornan en una gama de amarillos cuando alcanzan su madurez fisiológica (Graziani *et al.*, 2002).

Cuadro 1. Datos Obtenidos de la caracterización física de frutos del clon 443 de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Nº Frutos	Masa fruto entero (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Esesor (cm)	Masa cáscara (g)	Masa placenta (g)	Número de semillas	Masa semillas (g)
1	547,50	20,00	8,42	1,36	374,2	17,00	33	150,00
2	562,1	21,4	9,13	1,46	440,1	6,10	27	102,60
3	433,00	18,20	8,18	1,04	294,8	9,60	35	126,80
4	493,90	19,30	8,19	1,44	341,8	5,30	36	143,60
5	500,90	20,30	8,31	1,51	382,8	7,20	30	106,80
6	529,80	21,90	8,59	1,56	405,6	8,10	32	114,00
7	468,60	22,10	8,32	1,34	359,2	8,10	29	98,60
8	437,50	20,20	8,29	1,22	281,1	7,90	33	116,30
9	470,30	19,50	8,49	1,52	370,1	7,30	23	89,50
10	485,40	19,40	8,56	1,22	337,7	7,20	39	138,40
11	506,30	19,80	9,01	1,44	356,9	9,00	35	137,00
Total	4325,7	200,70	84,36	10,85	3130	92,80	352,00	1323,60
Promedio	487,32	20,07	8,44	1,36	347,78	8,44	32	120,33
±sd	36,65	1,18	0,25	0,18	39,80	3,08	4,52	20,11

Cuadro 2. Continuación de los datos obtenidos para la caracterización física de los frutos de clon OC-61 x PLA- 159

N° Frutos	Número semillas vanas	Masa semillas vanas (g)	Masa semillas germinadas (g)	Color según tabla Munsell	Clasificación visual del color	Forma del fruto	Constricción basal del fruto	Apice del fruto	Rugosidad del fruto
1	2	3,2	0	10 R 6/10	Anaranjado	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Ligera
2	0	0	0	7,5 YR 7/10	Amarillo	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Ligera
3	0	0	0	7,5 YR 7/8	Amarillo	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Ligera
4	0	0	0	7,5 YR 6/10	Amarillo Oscuro	Elíptica	Pronunciado	Atenuado en curva	Ligera
5	1	1,5	0	7,5 YR 7/6	Amarillo	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Intermedia
6	0	0	0	10 R 5/10	Amarillo-rojizo	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Intermedia
7	0	0	0	7,5 YR 6/10	Amarillo Oscuro	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Intermedia
8	0	0	0	10 R 6/10	Anaranjado	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Ligera
9	0	0	0	7,5 YR 7/8	Amarillo	Elíptica	Pronunciado	Aguda	Ligera
10	0	0	0	10 R 5/10	Amarillo-rojizo	Elíptica	Pronunciado	Atenuado en curva	Ligera
11	0	0	0	10 R 6/10	Anaranjado	Elíptica	Pronunciado	Atenuado en curva	Ligera
Total	0,27	0,43	0	7,5 YR	Amarillo (7)	Elíptica	Pronunciado	Aguda (7)	Ligera (8)
Promedio	0,65	1,07	0						
±sd	0,27	0,43	0						

La ausencia de semillas vanas indicó que los frutos cosechados se desarrollaron eficientemente y las germinadas una ausencia de sobre maduración de los frutos.

Con respecto al número de semillas, se observaron diferencias a los señalados por Graziani et al. (2002) y Barazarte et al. (2008) quienes obtuvieron 38,61 y 50,7 unidades en promedio respectivamente. Es importante mencionar que los frutos fueron cosechados durante una época fuerte de sequía y de cambios atmosféricos que posiblemente hayan afectado el proceso de desarrollo de la planta y de los requerimientos nutritivos obtenidos a partir del suelo.

En relación a las dimensiones promedio (largo, ancho y grosor) se observó que no se encuentran alejados a los valores obtenidos por Barazarte et al. (2008), quien obtuvo 18,3 cm para el largo, 8,7 cm de ancho y 1,12cm para el espesor.

Los frutos evaluados presentaron una cáscara semi rugosa o ligera, en su mayoría con forma elíptica y con una pronunciada constricción basal o forma de botella indicando que estos frutos son del tipo Cundeamor según a lo señalado por el Manual Técnico del Cultivo del cacao en Venezuela (1989) en relación a su aspecto morfológico.

Cuadro 3. Características morfológicas del fruto de cacao

Tipos	Frutos	Nombre	Características
Criollo		Criollo	- Mazorcas alargadas
			- Tamaño mediano
			- Cáscara muy rugosa
Forastero o Trinitario		Angoleta	- 10 surcos
			- Punta aguda
		Cundeamor	- Mazorcas alargadas
			- Tamaño mediano
		Amelonado	- Cáscara semi rugosa
			- 5 surcos
	Legón	- Forma de botella	
		- Mazorcas alargadas	
	Calabacillo	- Tamaño grande	
		- Cáscara semi lisa	
Amazónico		Legón	- 5 surcos suaves
			- Forma de melón
			- Mazorcas semi redondas
		Legón	- Tamaño mediano
			- Cáscara lisa
		Calabacillo	- 5 surcos
			- Punta redonda
		Calabacillo	- Mazorcas alargadas
			- Tamaño mediano
		Calabacillo	- Cáscara lisa
			- Apenas surcos
		Calabacillo	- Punta redonda
		Amazónico	- Mazorcas alargadas
			- Tamaño mediano
			- Cáscara lisa
		Amazónico	- Sin punta

Características Químicas

En el siguiente cuadro 4 están reportados los valores promedio de la composición química proximal para las harinas obtenidas a partir de la cáscara de un clon de cacao mediante diversos métodos propuestos por la AOAC, todos parámetros de calidad de la harina, que indican valores como contenido de proteína cruda, grasa cruda, y fibra cruda, que sugieren posibles usos de la misma en la producción de diversos subproductos.

Cuadro 4. Composición química proximal de las harinas del clon de cacao

Humedad (%)	Proteína cruda (N x 6,25)% b.s.	Grasa cruda (% b.s.)	Fibra cruda (% b.s.)	Cenizas (% b.s.)	Azúcares totales (%)*
8,17 ± 0,52	4,59 ± 0,62	0,60 ± 0,04	32,05 ± 5,46	8,59 ± 0,07	45,42

* Cálculo por diferencia: *AT= 100-(% H+ % PC+ GC + % FC + % C), H: humedad; PC: proteína cruda; GC: grasa cruda; FC: fibra cruda; C: cenizas.

Actualmente existe poca información acerca de la composición química proximal de la cáscara de la mazorca del cacao y de su uso como una alternativa para ser aprovechada como fuente de alimentación humana, con la excepción del uso comercial de las pectinas (aún sin explotación) para la elaboración de mermeladas y de compostero (abono orgánico). Sin embargo, existen algunas alternativas para el uso de los residuos generados durante el procesamiento de cacao (cáscara), uno de ellos sería su utilización de los mismos por la industria de alimentos para animales sin incluir materia prima importada que genera gastos al estado, otra forma es la generación de hidrolizados de cacao con la combinación de proporciones en la dieta para alimentación animal.

Humedad

El contenido depende de la calidad y tipo de materia prima, del espesor de la cáscara, así como el proceso de deshidratación al cual se sometieron las cáscaras. Según los resultados obtenidos en este estudio sobre la composición química proximal (cuadro 11) se evidenció, que el valor de la

humedad de las harinas obtenidas de la cáscara de mazorca deshidratada de un clon de cacao (443: OC-61X PLA 159) fue de 8,17%, valor que concuerda con el reportado por el Manual Técnico del Cultivo del cacao en Venezuela (1989) que fue de 8,3 % y de 8,87% según (Yegres et. al., 2001).

Proteína cruda

En relación al contenido de proteína cruda se observó que el valor reportado en este estudio (4,59% b.s.) fue inferior a los reportados por Flachowsky et. al. (1990) con 17,5 % de proteína, Dankoh et al. (1991) con 7,66% y Yegres et al. (2001) con un valor promedio de 6,90% para la cáscara de mazorcas de cacao. Debido a la escasez de estudios realizados sobre la cáscara de cacao y con lo planteado por los investigadores anteriores, se observa un amplio intervalo de variabilidad en relación a los contenidos de proteína cruda. Al comparar estos resultados con los cítricos, se observa que el mayor contenido de proteínas lo presentaron las harinas de las cáscaras de mandarina y naranja con valores promedios de 7,55% y 5,07% respectivamente (Rincón et al., 2009), la harina de toronja resultó ser menor (4,22%) el relación a la harina de cacao.

Se deduce que el efecto de las condiciones climáticas, el manejo agronómico de la plantación y la época de cosecha son factores que afectan los requerimientos nutritivos de las plantas incidiendo en la productividad de las mismas. Reyes y Reyes (2000) mencionan que los períodos de sequía superiores a los tres meses causan en la planta de cacao una disminución severa de las actividades vitales ocasionando caída de las hojas, secamiento de los tallos y una merma en la fructificación y producción.

Grasa cruda

Similar al contenido de proteína cruda, el valor de la grasa cruda obtenida (0,60% b.s.) fue inferior al reportado por Flachowsky *et al.* (1990) con 1,63 %, Dankoh *et al.* (1991) con 4,37% y Yegres *et al.* (2001) con un valor promedio de 1,02 %, observándose que este componente no es relevante al compararse con los contenidos existentes en los granos

beneficiados de cacao, cuyo alto contenido de grasa (manteca) afecta las propiedades reológicas de los productos derivados cuando es introducida en su formulación, específicamente como lo son la textura, suavidad, plasticidad, fácil liberación del sabor y olor, viscosidad e inigualable característica de fusión (Lares, 2007). Rincón *et al.* (2009) reportaron que la grasa de las harinas de cáscara de naranja, mandarina y toronja, fueron similares al valor reportado en la cáscara de mango (1,98%) según (García, 2009) citados por Rincón *et al.* (2009), pero mucho más alto que la grasa contenida en la cáscara de guayaba (0,5%) Jiménez-Escrib, *et al.*, 2001 y al obtenido en este trabajo (0,60%), lo cual puede ser atribuido a la naturaleza del fruto, estado de madurez, variedad y estación del año.

Fibra cruda

Otros de los componentes de importancia en este estudio fue el alto contenido de fibra cruda (32,05% b.s.), cuyas características nutricionales podría ser considerada como una alternativa en la agroindustria. Flachowsky *et al.* (1990) y Yegres *et al.* (2001) reportaron valores de fibra cruda en la cáscara de cacao de 22,0% y 27,83% respectivamente. El valor obtenido por estos investigadores con relación a este parámetro fue menor al compararse con el valor promedio obtenido en este estudio (32,05% b.s.), siendo este último similar al obtenido por Dankoh *et al.* (1991), quienes reportaron un valor del 32,5 % b.s. Se observa que la fibra representa una fuente importante para la formulación de productos funcionales.

Lecumberri *et al.* (2006) citados por Domínguez (2010) señalaron que la fibra del cacao se puede considerar como una excelente fuente de fibra dietaria, principalmente de fibra insoluble, por lo que se podría ser utilizado como ingrediente en el desarrollo de alimentos funcionales enriquecidos en fibra dietética. Además de los beneficios asociados a su elevado contenido en fibra, este producto aportaría protección frente a estrés oxidativo gracias al contenido de polifenoles (epicatequina) que son absorbidos tras su ingesta contribuyendo a la actividad antioxidante en la sangre.

Cenizas

El contenido de cenizas obtenido fue de 8,59% en base seca y fue similar al reportado por Yegres *et al.* (2001) quienes obtuvieron un valor de 8,55% e inferior al valor obtenido por Dankoh *et al.* (1991), con un valor del 10,1 % b.s. Yegres *et al.* (2001) señaló que la cáscara de la mazorca de cacao por su alto contenido de minerales constituye, sin necesidad de añadirles nutrientes, un sustrato adecuado para formular medios de cultivo para el crecimiento de hongos en un sistema de fermentación en medio sólido, cualidad que lo hace de uso potencial. Entonces, al igual que la fibra cruda, tenemos que la composición en minerales representa otra alternativa del uso de la cáscara deshidratada de la mazorca de cacao en la formulación de alimentos funcionales. El valor obtenido en este trabajo fue mayor que el contenido de cenizas obtenido en las harinas de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) con 4,86%, mandarina (*Citrus reticulata*) (3,96%), toronja (*Citrus paradisi*) con 2,99% (Ricón *et al.*, 2009), mango (1,98) (García, 2009) citados por Rincón *et al.* (2009) y parchita (6,10%).

Carbohidratos totales

Se observó que los residuos de la cáscara de las mazorcas de cacao contienen alto contenidos de carbohidratos, lo que constituye un problema a la hora de su aprovechamiento agroindustrial, es decir, representan un problema como fuente generadora de energía para el desarrollo de enfermedades y de emisiones de gases.

Los valores obtenidos en este estudio (45,42%) son comparables a los reportados por Yegres *et al.* (2001), quienes obtuvieron un valor promedio de 47,01% de carbohidratos y bajos al ser comparados con los altos contenidos de azúcares presentes en la cascarilla de granos beneficiados de cacao (56,28%) según Bermúdez *et al.*, (2002). La combinación de la fibra obtenida de la cáscara o mazorca de cacao y de la cascarilla de los granos beneficiados de cacao constituyen una alternativas para la formulación de alimentos para animales y en la obtención de extractos de

cacao, aunado a la rica fuente de compuestos polifenólicos (antioxidantes) presentes (Domínguez, 2010). Estos desechos (cáscara y cascarilla) que son obtenidos del beneficio y procesamiento del cacao podrían ser estratégicamente utilizados para la explotación de rumiantes (Babayemi *et al.* (2000); citados por Domínguez, 2010).

Savon *et al.* (2002) caracterizaron las cáscaras de cacao del *Theobroma cacao* L. cosechadas en Cuba y en el Ecuador y las utilizaron como medio de soporte (estado sólido) para llevar a cabo la fermentación mediante el hongo de pudrición blanca *Pleurotus ostreatus* var. Florida. Concluyeron que estos medios poseen los requerimientos nutricionales (composición química proximal) para la tecnología de cultivos de las setas comestibles del hongo, como buenos medios de cultivo, sin requerir de una suplementación alguna de sales.

pH, acidez total titulable (% b.s.) y polifenoles totales (%b.s.)

Los valores de pH, acidez total titulable (% b.s.) y el contenido de polifenoles totales (% b.s.) se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Datos obtenidos de la determinación de pH, acidez total titulable y polifenoles totales de las harinas de cáscara de cacao.

pH	*Acidez total titulable (b.s)	**Polifenoles totales (g/kg muestra)
6,25 ± 0,04	0,38± 0,0003	21,41 ± 0,006

*% expresado como ácido cítrico, ** expresado como ácido tánico

El pH, término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución. El término se define como el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno, H⁺, cambiado de signo: pH = -log [H⁺]. Donde [H⁺] es la concentración de iones hidrógeno en moles por litro. Debido a que los iones H⁺ se asocian con las moléculas de agua para formar iones hidronio, H₃O⁺, el pH también se expresa a menudo en términos de concentración de iones hidronio. Es importante el control de pH en los alimentos para evitar problemas

o enfermedades ya que se ingiere un alimento demasiado ácido puede hacer daño al aparato digestivo o estómago ocasionando malestares. O ingerir ácidos que corroen proteínas y el cuerpo está formado de proteínas sufre daños.

Es importante mencionar que la muestra arrojaron datos muy cercanos a la neutralidad, es decir a pH 6,25, dando a entender que la concentración de $[H^+]$ debe ser bastante baja, esto se corrobora con los datos obtenidos para la acidez total titulable que se observa en cuadro 6.

Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, aroma, color y estabilidad de los mismos. Los ácidos orgánicos más frecuentes presentes en los alimentos son el ácido cítrico y el ácido acético, siendo el primero característico de las frutas; el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material. Siendo útil el uso de un indicador y un potenciómetro para la determinación efectiva de la acidez total titulable. Dando como resultado un valor promedio de 0,38%, una concentración bastante baja, corroborando los datos anteriores obtenidos durante la experiencia de determinación de pH (cuadro 6).

Varios compuestos fenólicos como los flavonoides, ácidos fenólicos y procianidinas (taninos) son conocidos como responsables de la capacidad antioxidante en frutas y vegetales. Su importancia radica en la prevención de ciertas enfermedades cardiovasculares y otras asociadas a la oxidación lipídica. Para la determinación de los compuestos polifenólicos en las harinas de la cáscara de cacao, fue necesario realizar previamente una curva de calibración por espectrofotometría de un compuesto estándar (ácido tánico) que permitiera determinar la concentración de la muestra con los valores de la absorbancia, pendiente y el punto de corte de la recta (figura 2).

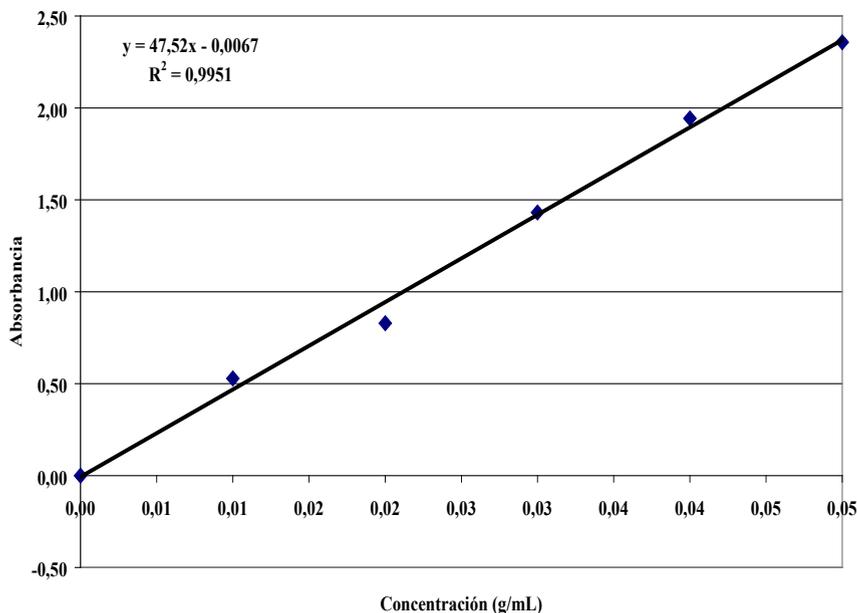


Figura 1. Curva de calibración para la determinación de polifenoles totales presentes en las harinas obtenidas de la cáscara de un clon de cacao, patrón ácido tánico

El valor del contenido de polifenoles totales de la harina de la cáscara de mazorca de cacao fue de 21,41g/kg expresados como ácido tánico, siendo este valor inferior al compararse con los contenidos de polifenoles presentes en la mandarina con 76,4 g/kg, 58,7 g/kg para la guayaba, 51,1 % g/kg en la toronja y de 43, 0 g/kg para la naranja (Rincón, *et al.*, 2009).

De acuerdo a lo anterior se concluye que los polifenoles de la cáscara de cacao pueden representar un gran potencial en la formulación de alimentos funcionales debido a la presencia de compuestos antioxidantes aprovechando a su vez el contenido de la fibra presente.

CONCLUSIONES

El color visual de los frutos de cacao determinado por tabla Mussel y el más representativo fue amarillo (7). Se obtuvo una masa promedio

de $347,78 \pm 36,38$ g de las cáscaras de fruto cosechado. Se obtuvo un promedio de 32 semillas que consisten en una masa de $120,33 \pm 20,11$ g, sin encontrar semillas germinadas y un promedio de 0,65 semillas vanas.

El contenido de humedad determinado en las harinas obtenidas de la cáscara por gravimetría AOAC (1995) N° 950.46 fue de 8,17% dando un porcentaje de base seca de 91,83%.

Se obtuvo que el contenido de cenizas totales por gravimetría AOAC (1980) N° 18.025 de las harinas obtenidas de la cáscara de cacao fue de $8,59 \pm 0,07$. El contenido de proteína cruda (factor: 6,25) por titulación volumétrica según el método AOAC (1995) 928.08 obtenido de las harinas de cáscara de cacao fue de $4,59 \pm 0,62$.

Se obtuvo que el contenido de grasa cruda (manteca de cacao) gravimétricamente a través del método de la AOAC (1990) N° 7056 dio un valor de $0,60 \pm 0,04$. Se obtuvo que el contenido de polifenoles totales por espectrofotometría UV/vis a 720nm fuera de un valor promedio de $21,41 \pm 0,006$ expresado como ácido tánico.

El contenido de fibra cruda por gravimetría mediante el uso de enzimas a través del método de la AOAC (1990) N° 962.09, de las harinas de la cáscara de cacao, obtenido fue un valor promedio de $32,05 \pm 5,46$. Se obtuvo un valor promedio de $0,38 \pm 0,0003\%$ reportado como ácido cítrico para la acidez total titulable de las harinas de la cáscara de cacao. Se obtuvo un valor de 45,42% para los carbohidratos totales por diferencia presentes en las harinas de la cáscara de cacao.

El pH de las harinas de la cáscara de cacao obtenido fue de un valor promedio de 6,25.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un análisis de fibra dietaria y capacidad antioxidante de los polifenoles presentes en las cáscaras de cacao para

complementar este estudio y elucidar así su funcionalidad nutricional como posible materia prima de otros subproductos.

La cáscara de cacao podría ser considerado en la formulación de diversos productos alimenticios dietéticos debido a su bajo contenido de grasas y su alto contenido en fibra en comparación con la cáscara de cítricos. También, se recomienda la formulación de alimento para animales de uso comercial.

Se deben tomar en cuenta modificaciones en los métodos para la obtención efectiva de resultados confiables, en especial, se observó efectivo el empleo de centrifugación en sustitución del filtrado.

REFERENCIAS

- Barazarte H., Sangronis E., Unai E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas [Documento en línea]. Disponible: <https://goo.gl/QZzE9U> [Consulta: 2009, noviembre, 22]
- Barazarte, H, Sangronis, E, Unai, E., (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L) una posible fuente de comercial. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 58(1):64-70
- Braudeau, J. (1970). El Cacao. Primera edición. Editorial BLUME. Barcelona, España. p. 292
- Jiménez-Escrib, A., Jiménez-Jiménez I., Sáura-Calixto, F., (2000). Evaluation of free radical scavenging of dietary carotenoides by stable radical two, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl. *J. Sci food Agric*.80:1686-1690
- López, A., Ferreira, H., Llamosas, A., Romeu, A. (1984). Present status of cacao by-products utilization in Brazil. *Rev Theobroma*
- Luy A. (2010). Producción Agroecológica de Cacao en el marco del Desarrollo Sustentable [Publicación en líneas]. Disponible: <http://www.desarrollosustentable.com.ve/Temporales/default/Data/Experiencias/Presentación%20Congreso%20de%20Cacao.pdf> [Consulta: 2015, noviembre 27]

- Oladimeji, G. R. and Kolapo, A. L. 2008. Evaluation of proximate changes and microbiology of stored defatted residues of some selected Nigerian oil seeds. *African J. of Agric. Res.* 3(2):126-129
- Ramírez, T. (s.f.). *Cómo hacer un proyecto de investigación: Guía Práctica*. Caracas: Editorial Panapo de Venezuela, C.A
- Yegres S., Sánchez, J., Belmer, M., Riveros, W., Belmer, D. (2000). Producción de enzimas pépticas a escala piloto. *Rev. Saber.* 13(3):54-56