

## Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones

*Elba Sangronis, María José Soto, Yolmar Valero, Ignacio Buscema*

Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Laboratorio de Análisis de Alimentos,  
Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

**RESUMEN.** En la industria del cacao se subutilizan materiales que pudieran ser ingredientes en la elaboración de productos novedosos, uno de ellos es la cascarilla de cacao. Estudios previos le atribuyen a dicho material una alta capacidad antioxidante, lo que sumado a su relativo bajo costo, lo hacen un atractivo ingrediente para la elaboración de infusiones, pero antes de promoverlo como tal, se necesita garantizar su calidad. En este estudio se evaluó la composición química, la calidad microbiológica de la cascarilla de cacao, así como también aquellos parámetros que determinan su uso como materia prima en la preparación de infusiones. Las semillas de cacao fueron cultivadas en dos estados en Venezuela. A la cascarilla de cacao se le determinó el contenido de humedad, proteínas, grasa, cenizas, carbohidratos, minerales, calidad microbiológica, ocratoxina A y las propiedades como antioxidante, contenido de materias extrañas, cenizas insolubles en HCL y extracto acuoso. Los métodos aplicados se basan en normas nacionales e internacionales. Se determinaron diferencias significativas entre las muestras mediante la aplicación de ANOVA. Un bajo contenido de humedad pero alto en cenizas, una calidad microbiológica ajustada a la norma y la ausencia de ocratoxina A se observaron en la totalidad de las muestras analizadas. El bajo contenido de materias extrañas y alto valor del extracto acuoso y alto contenido de polifenoles con actividad antioxidante permite recomendar la cascarilla del cacao como materia prima para preparar infusiones.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao* L, antioxidantes, ocratoxina, FRAP

**SUMMARY. Husk of Venezuelan cocoa as raw material of infusions .** In the cocoa bean industry, some by-products go underutilized. Some of these components could provide other innovative products, and such is the case with the husk of the cocoa bean. Previous studies have attributed the husk with a high antioxidant capacity, which added to its relative low cost, makes it an attractive ingredient for the production of infusions. However, prior to promoting it as such, its quality needs to be guaranteed. This study evaluated the chemical composition of the husk of cocoa, its microbiologic quality and other parameters in order to be considered raw material in the preparation of infusions. The cocoa was cultivated in two different states in Venezuela. Moisture, protein, fat, ash, carbohydrates, microbiologic quality and ochratoxin A as well antioxidant properties, content of foreign matter, insoluble ash in HCL and aqueous extract were evaluated in the husk of cocoa seeds. Applied methods were in compliance with national and international norms. Significant differences were determined between the samples through the ANOVA application. A low level in moisture content, but high in ash, along with a microbiologic quality that met the norm, and an absence of ochratoxin A were observed in the totality of the analyzed samples. Low levels of foreign matter, the high value of its aqueous extract and high phenolic compounds content with antioxidant activity allow for the recommendation of the husk of cocoa as raw material for the preparation of infusions.

**Key words:** *Theobroma cacao* L, antioxidant, ochratoxin, FRAP

### INTRODUCCIÓN

Venezuela cuenta con óptimas condiciones naturales para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L), un rubro de gran demanda internacional por la alta calidad de los compuestos del aroma y sabor que lo hace único. A partir de las semillas o almendras de cacao se obtiene el chocolate, en su elaboración, sólo se utiliza aproximadamente el 10% de dicha semilla, por lo que

se van dejando atrás potenciales materias primas, como la cáscara y la cascarilla, desperdiciándose las propiedades que ellos podrían ofrecer (1). Estos materiales son ricos en pectinas (2) y otros ingredientes de la fibra dietética así como otros compuestos de interés (3-5). Desde hace algún tiempo, en varios países, la cascarilla se utiliza como materia prima para abono orgánico y alimento para animales, pero su alto contenido en alcaloides puede ser una limitante (3). Una

estrategia económica beneficiosa para el productor y la industria es comercializar esos desechos para otros usos.

La cascarilla de cacao rodea al grano de cacao y se obtiene a partir del descascarillado de la semilla. Este material representa aproximadamente alrededor de 12% del peso de la semilla, es seca, crujiente y de color marrón (1). Estudios en otros países indican que la cascarilla de cacao tiene una importante actividad antioxidante y quizás una de las formas más eficientes de aprovechar esa propiedad sería a través de su uso en la preparación de infusiones (4,5). Los antioxidantes naturales son capaces de inactivar los radicales libres del proceso de oxidación del organismo, previniendo la aparición de enfermedades degenerativas, diversos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares entre otras (3). En el mercado nacional existe una oferta comercial de cascarilla de cacao para preparar infusiones, pero no se conoce mucho sobre su calidad. La mayoría de dicho material proviene del descascarillado manual del cacao, y probablemente no cumple con los requerimientos sanitarios exigidos para un alimento.

Para poder aprovechar esas propiedades de la cascarilla de cacao, no se debe obviar que el cacao es un rubro con una manipulación postcosecha que puede comprometer su calidad y también su inocuidad. Estudios informan de la presencia de ocratoxina A en cacao cultivado en algunas zonas de África y en Brasil, dicha micotoxina es poco inactivada por el procesamiento y se concentra en la cascarilla (6). La ocratoxina es producida por hongos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* e induce cáncer en el tracto urinario y riñones de humanos. También se ha detectado su presencia en café, cereales, uvas, vinos, frutos secos, entre otros alimentos. Es importante considerar que a veces puede estar presente el hongo pero no la toxina y que las condiciones de alta humedad y temperatura de climas tropicales favorecen la presencia de dichos hongos (6).

El objetivo de este estudio fue evaluar la composición química, la calidad microbiológica, las propiedades antioxidantes, así como también aquellos parámetros que definen el potencial uso como materia prima para preparar infusiones, de muestras de cascarilla proveniente de semillas de cacao cultivadas en los estados Sucre (Yaguaraparo) y Miranda (Barlovento).

## MATERIALES Y METODOS

### Materia prima

Se utilizaron muestras de cascarilla de cacao donadas por una empresa procesadora de cacao, ubicada en el Estado Miranda, Venezuela. El muestreo se realizó en un período de dos semanas y los lotes procesados en la empresa estaban compuestos por mezclas de semillas de cacao criollo y forastero ya que así lo reciben de sus proveedores. Se recolectó un total de 5 muestras, 3 de ellas provenían de Barlovento (Estado Miranda), identificadas como I, III y IV, mientras que la II y V provenían de Yaguaraparo (Estado Sucre). La numeración usada corresponde al orden cronológico en que se tomó la muestra, la cual se hizo de manera aleatoria mientras ocurría el descascarillado de cada lote procesado. El tamaño de cada muestra fue un kilogramo lo cual representó un 0,3% en peso del total de cascarilla por lote procesado. Todas las muestras se molieron a una granulometría de 0,595 mm en un micromolino analítico Scienceware y se conservaron en refrigeración (10°C) en envases herméticos hasta su análisis.

Composición proximal: se les determinó proteínas (960.52) y grasa (920.39C) usando la metodología AOAC (7) y humedad y cenizas aplicando las normativas COVENIN (8,9). Los carbohidratos se determinaron por diferencia. Los análisis se realizaron por triplicado de muestras.

Microbiología: se realizó el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos y levaduras. Para los aerobios mesófilos se siguió la norma COVENIN (10), usando Agar de Recuento en Placa (PCA, siglas en inglés) con siembra en profundidad. Para los coliformes totales se utilizó el método descrito en COVENIN (11). Mientras que para los mohos y levaduras se aplicó la norma COVENIN (12) con siembra en superficie en Agar Papa Dextrosa (PDA, siglas en inglés). Los análisis microbiológicos se realizaron por duplicado y los resultados se expresaron en UFC /g de muestra.

Ocratoxina A: se molieron las muestras a un tamaño de partícula de 20 mesh y se pesaron 25 g para preparar el extracto, se le adicionó 100 mL de metanol al 50% v/v y se mezcló en una licuadora durante 2 min. Seguidamente, se filtró a través de un papel de filtro tipo Whatman #2, se tomaron 100 µL del mismo y se diluyeron en 10 mL de metanol al 50% v/v. Este

extracto final se uso para la cuantificación de la ocratoxina A empleando el kit Veratox<sup>®</sup>, basado en la técnica de inmunoensayo competitivo directo ELISA-CD. La ocratoxina libre que se encuentra en las muestras y en las soluciones controles del kit compete con la ocratoxina etiquetada con enzimas (conjugado), por sitios de enlace de anticuerpos. El sustrato reacciona con el conjugado enlazado produciendo un color azul, la intensidad de este color es inversamente proporcional a la cantidad de ocratoxina en la muestra. Se utiliza un lector micropozos para 650 nm. La curva estándar se prepara con las densidades ópticas de los controles mientras que la lectura de la muestra se interpola en la curva para calcular la concentración de ocratoxina. El método cuantifica entre 2-25 ppb. Los análisis se hicieron por duplicado.

Minerales: a partir de la solución de cenizas se determinaron los minerales por Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-AES). Los minerales determinados fueron: calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K) y magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn). Los resultados se expresaron en mg/kg.

Propiedades antioxidantes: para obtener información sobre la actividad antioxidante de las muestras, se aplicaron tres indicadores de tal actividad: contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante medida por la actividad antiradical 1,1-difenil-2-picril-hidracil o método DPPH\* y por el método del Poder Antioxidante de Reducción Ferrica o método FRAP (siglas en inglés). A continuación se detalla la metodología empleada.

Polifenoles totales: se utilizó el método de Folin-Ciocalteu (13), a partir de 500 g de muestra recién molido se realizaron dos extracciones sucesivas con una mezcla metanol-agua 80:20 v/v acidificado al 0,1% (14). Para la curva de calibración se utilizó ácido gálico, en concentraciones de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 y 0,5 mg/ml. Las lecturas se realizaron en el espectrofotómetro UV-Visible Genesys 6 Thermo Scientific a 765 nm. Los resultados se expresaron en g AGE (Ácido Gálico Equivalente)/100g de muestra.

Capacidad antioxidante: por el método del radical DPPH\* (15). Se introdujo la modificación de preparar los extractos con metanol (14) y se utilizó 0,1 ml del dicho extracto de cada muestra a diferentes concentraciones y se hizo reaccionar con 3,9 ml de solución DPPH. Se determinó la absorbancia en un espectrofo-

tómetro UV-Visible Genesys 6 Thermo Scientific a una longitud de onda de 515 nm. De igual manera se corrió un patrón de solución de metanol al 80% (v/v). Para los cálculos se realizó un gráfico de % DPPH vs. tiempo. El % DPPH viene dado por la siguiente ecuación:

$$\%DPPH = \frac{Abs.muestra(515nm) + 0,0028}{Abs.patrn(515nm) + 0,0028} \times 100 \quad (1)$$

Luego se calculó la eficiencia antioxidante (EA) aplicando la siguiente ecuación:

$$EA = \frac{1}{EC_{50} * T_{EC_{50}}} \quad (2)$$

El factor  $EC_{50}$  se obtiene del gráfico de %DPPH con las diferentes concentraciones, indica la cantidad de muestra en gramos necesarios para disminuir la absorbancia en un 50%. El factor  $T_{EC_{50}}$  representa el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de  $EC_{50}$ . La influencia del  $EC_{50}$  y  $T_{EC_{50}}$  en la EA se expresa mediante la ecuación 2.

Poder antioxidante de reducción ferrica (FRAP): la determinación se realizó según lo descrito por Benzie y Strain (16), se cuantificó la capacidad de los agentes reductores en las muestras para reducir el complejo férrico a ferroso, con producción de una coloración azul en la solución. La intensidad de dicha coloración es proporcional a la absorbancia leída en un espectrofotómetro a 760 nm. Los resultados se expresan en  $\mu$ mol/g de muestra.

Para determinar su potencial uso como materia prima de infusiones a las muestras se les determinó materias extrañas, cenizas insolubles en ácido clorhídrico y extracto acuoso, a continuación se detalla la metodología empleada.

Materias extrañas: según lo indicado en la Norma COVENIN (9), se pesaron aproximadamente 25 g de la muestras y se separaron las materias extrañas al producto (excretas de roedores y de otros animales, insectos enteros o partes de ellos), completamente identificables a simple vista o empleando una lupa, se pesaron y se calculó el porcentaje de materias extrañas.

Cenizas insolubles en ácido clorhídrico (HCl): se siguió el procedimiento descrito en la Norma COVENIN (9), para lo cual el residuo obtenido de las cenizas totales se trató con HCl y se filtró, y se sometieron a un proceso de ignición para finalmente pesarlo. Los resultados se expresaron en g/100 de muestra en base

seca.

Extracto acuoso: se siguió el procedimiento descrito en la Norma COVENIN (8), a fin de extraer las sustancias solubles en agua, se pesaron aproximadamente 2 g de muestra, en un matraz Erlenmeyer con tapa, se les agregó 100 ml de agua destilada a 70 °C, se agitó y se dejó reposar por 16 h; se filtró usando un papel de filtro Whatman #2. Luego se tomaron 50 mL del extracto obtenido, se evaporaron a sequedad, se pesaron los sólidos, y se expresó como el porcentaje de extracto acuoso en la muestra.

Los análisis se realizaron por triplicado de muestra.

Análisis estadístico: las diferencias entre las muestras se analizaron mediante la aplicación de ANOVA en una vía ( $\alpha = 0,05$ ), se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición proximal de la cascarilla de cacao. Se observa que su contenido de humedad es  $\leq 5\%$ , valor inferior a los reportados en estudios previos (3,17). En lo que respecta a su contenido de proteína, se aproxima a 20%, en concordancia con el rango dado (13-20%) por otros autores (5,17). Su aporte proteico, unido a la presencia de otros constituyentes como la fibra, hace a la cascarilla de cacao muy interesante para destinarla a la alimentación animal (5). Su contenido de grasa es algo mayor a 1%, estudios previos indican valores menores al 6% (5). Las cenizas totales de las muestras variaron entre 7 y 8%, lo que concuerda con resultados previos (3,17). Al calcular el contenido de carbohidratos por diferencia se observaron valores entre 70 y 72%, similares a lo reportado en otros estudios (5,17). Los resultados indican que la procedencia de las muestras no afectó significativamente la composición de las muestras analizadas.

En la Tabla 2 se muestran los resultados del contenido de minerales en la cascarilla de cacao. En general, el contenido de los minerales analizados es bajo, destaca el alto contenido de potasio en todas las muestras analizadas, siendo las provenientes de Barlovento más ricas en potasio que las de Yaguaraparo. También resalta el bajo contenido de hierro e incluso a nivel no detectable en las muestras II y V, ambas provenientes del estado Sucre. No se detectó la presencia zinc.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las determinaciones de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras. Las muestras presentaron una carga de aerobios mesófilos menor a  $5 \times 10^4$  UFC/g y una ausencia de coliformes, *E. coli*, mohos y levaduras. Las muestras provenientes de Barlovento (I, III y IV) presentan una mayor carga de aerobios mesófilos que las de Yaguaraparo (II y V), pero la diferencia entre ellas no supera un orden de magnitud. No se detectó presencia de ocratoxina (ND) en ninguna de las muestras, eso puede significar la ausencia total de esta toxina o que su concentración está por debajo del rango de detección del método aplicado (2 -25 ppb).

En la Tabla 4 se presentan los parámetros que se evalúan en materias primas de infusiones. En las muestras analizadas sólo se observaron materias extrañas tales como fragmentos de semillas de cacao y ramas pequeñas provenientes del árbol de cacao, resultando un porcentaje muy inferior al límite máximo (5%) establecido en la norma COVENIN (8). Las cenizas insolubles en HCL deben ser un máximo de 2%, los valores para la cascarilla de cacao superan este límite. En cuanto al extracto acuoso la normativa establece un mínimo de 15%, comparando los resultados de la cascarilla de cacao, se notan que están por encima del valor exigido.

En la Tabla 5 se presentan los parámetros que definen las propiedades antioxidantes de las muestras evaluadas. El contenido de polifenoles totales no presenta diferencias estadísticamente significativas entre las muestras analizadas, sin embargo, los valores de capacidad antioxidante para FRAP y DPPH son mayores en las muestras II, IV y V, las cuales son no se diferencian entre sí.

## DISCUSIÓN

La variable humedad que presentan las muestras de cascarilla está influenciada por las diversas etapas del tratamiento postcosecha donde se aplica tratamiento térmico (secado y tostado). En la empresa que donó las muestras de cascarilla, se reciben las semillas de cacao secadas por el productor, y en la empresa se calienta para tostarla a temperaturas mayores de 100°C por un min, ello genera un material con una humedad menor a 5%. De acuerdo a la normativa nacional (8), la humedad máxima establecida para materiales destinados a la elaboración de infusión debe ser 10%, lo

Tabla 1. Composición proximal de las muestras de cascarilla de cacao (g/100g).

Muestras	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	*Carbohidratos
I	4,45 ± 0,46 <sup>ab</sup>	19,69 ± 0,53 <sup>a</sup>	1,38 ± 0,55 <sup>a</sup>	8,09±0,04 <sup>a</sup>	70,85 ± 0,03 <sup>b</sup>
II	4,83 ± 0,35 <sup>a</sup>	18,54 ± 0,45 <sup>b</sup>	1,12 ± 0,33 <sup>a</sup>	7,52±0,12 <sup>b</sup>	72,82 ± 0,79 <sup>a</sup>
III	3,46 ± 0,37 <sup>b</sup>	18,72 ± 0,39 <sup>b</sup>	1,33 ± 0,41 <sup>a</sup>	7,51±0,46 <sup>b</sup>	72,44 ± 0,66 <sup>a</sup>
IV	3,68 ± 0,63 <sup>ba</sup>	19,07 ± 0,53 <sup>ab</sup>	1,27 ± 0,21 <sup>a</sup>	7,87±0,09 <sup>a</sup>	71,81 ± 0,58 <sup>ba</sup>
V	5,08 ± 0,23 <sup>a</sup>	18,54 ± 0,69 <sup>b</sup>	1,09 ± 0,48 <sup>a</sup>	8,04±0,05 <sup>a</sup>	72,35 ± 0,46 <sup>a</sup>

Resultados expresados en base seca como promedio y desviación estándar de triplicados. \*Calculados por diferencia. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística (p < 0,05).

Tabla 2. Minerales en las muestras de cascarilla de cacao (mg/kg).

Mineral	Muestras				
	I	II	III	IV	V
Ca	40,13 ± 8,34 <sup>a</sup>	25,40 ± 5,38 <sup>c</sup>	35,12 ± 7,18 <sup>abc</sup>	36,34 ± 8,70 <sup>ab</sup>	28,49 ± 5,88 <sup>bc</sup>
Mg	20,45 ± 5,12 <sup>a</sup>	28,52 ± 4,90 <sup>a</sup>	21,32 ± 4,89 <sup>a</sup>	20,10 ± 5,02 <sup>a</sup>	27,67 ± 5,72 <sup>a</sup>
Zn	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	0,76 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,60 ± 0,04 <sup>bc</sup>	0,77 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,06 <sup>ab</sup>	0,56 ± 0,04 <sup>c</sup>
Mn	0,80 ± 0,24 <sup>a</sup>	0,71 ± 0,32 <sup>a</sup>	0,82 ± 0,41 <sup>a</sup>	0,81 ± 0,47 <sup>a</sup>	0,79 ± 0,25 <sup>a</sup>
Fe	0,14 ± 0,01 <sup>a</sup>	ND	0,17 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,01 <sup>a</sup>	ND
Na	25,31 ± 4,22 <sup>c</sup>	35,36 ± 6,87 <sup>ab</sup>	23,45 ± 4,03 <sup>c</sup>	27,56 ± 0,5,74 <sup>bc</sup>	37,34 ± 5,09 <sup>a</sup>
K	810,76 ± 58,98 <sup>c</sup>	709,36 ± 49,08 <sup>bc</sup>	780,65 ± 50,25 <sup>abc</sup>	803,87 ± 57,90 <sup>ab</sup>	700,9 ± 45,95 <sup>a</sup>

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma fila denotan diferencia estadística (p < 0,05). ND: No Detectado

Tabla 3. Calidad microbiológica y Ocratoxina A en las muestras de cascarilla de cacao.

Microorganismo/Toxina	Muestras				
	I	II	III	IV	V
Aerobios mesófilos (UFC./g)	3,6 x 10 <sup>4</sup>	8,5 x 10 <sup>3</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>	4 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes totales (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Mohos (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Levaduras (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Ocratoxina A (ppb)	ND	ND	ND	ND	ND

ND: no detectado

Tabla 4. Materias extrañas, cenizas insolubles en HCl y extracto acuoso en muestras de cascarilla de cacao.

Muestra	Materias extrañas (g/100g)	Cenizas insolubles en HCl (g/100g)	Extracto acuoso (g/100g)
I	0,41 ± 0,47 <sup>a</sup>	4,70 ± 0,10 <sup>a</sup>	38,13 ± 1,92 <sup>a</sup>
II	0,10 ± 0,17 <sup>b</sup>	4,72 ± 0,23 <sup>a</sup>	36,58 ± 3,98 <sup>a</sup>
III	0,08 ± 0,13 <sup>b</sup>	4,29 ± 0,30 <sup>a</sup>	31,75 ± 1,66 <sup>a</sup>
IV	0,37 ± 0,32 <sup>c</sup>	4,23 ± 0,26 <sup>a</sup>	37,99 ± 5,79 <sup>a</sup>

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística (p < 0,05).

Tabla 5. Polifenoles totales, capacidad antioxidante y poder reductor de las muestras de cascarilla de cacao.

Muestra	Contenido de polifenoles (g AGE/100g muestra)	Capacidad antioxidante/método	
		DPPH	FRAP
		EA	( $\mu\text{mol/g}$ muestra)
I	$2,50 \pm 0,06^a$	$6,77 \times 10^{-4} \pm 6,00 \times 10^{-5} \text{ a}$	$378,75 \pm 16,67^b$
II	$2,45 \pm 0,06^a$	$5,70 \times 10^{-4} \pm 8,39 \times 10^{-5} \text{ b}$	$416,25 \pm 18,08^{ba}$
III	$2,48 \pm 0,07^a$	$3,38 \times 10^{-4} \pm 5,02 \times 10^{-5} \text{ b}$	$388,125 \pm 26,45^b$
IV	$2,51 \pm 0,06^a$	$7,59 \times 10^{-4} \pm 6,66 \times 10^{-5} \text{ a}$	$473,13 \pm 28,70^a$
V	$2,40 \pm 0,05^a$	$6,95 \times 10^{-4} \pm 5,01 \times 10^{-5} \text{ b}$	$454,38 \pm 27,45^{ab}$

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

cual indica que la cascarilla analizada cumpliría con ese requerimiento. La humedad es un parámetro crítico en la calidad del producto, su control minimiza la actividad microbiana del material (4). Con respecto a su contenido de proteínas, se observan valores muy similares a los reportados en granos enteros de cacao venezolano (cerca de 16%) (18), lo que indica que la proteína está homogéneamente repartida en el grano. Según varios autores ((5,19), ese alto contenido proteico junto a otros constituyentes como la fibra, hace que la cascarilla de cacao sea de interés en la alimentación animal. Las muestras de cascarilla analizadas están prácticamente libres de grasa. Los granos de cacao venezolano contienen entre 55 y 60% de grasa (18), pero en su cascarilla es cercana al 6% (5), variaciones dependen del tipo de cacao o su origen. El alto contenido de cenizas de las muestras indica que se trata de un material rico en minerales, sin embargo, los valores son inferiores a lo reportado en previas investigaciones (17,20). Como no se determinó la fibra dietética del material, ya que no era el interés del estudio, el valor de carbohidratos calculado por diferencia engloba el contenido de fibra. Un estudio previo en cacao colombiano reporta valores de fibra dietética en el orden de 70%, con predominio de la fibra insoluble (3).

Con respecto al contenido de minerales se observó que no se detectó la presencia de zinc, lo cual coincidió con lo reportado por otros autores (17,20). Otro dato interesante resultó ser el alto contenido de potasio en todas las muestras, en especial las de Barlovento. Una posible causa sería la utilización de fertilizantes, los cuales proveen potasio, en forma de óxido de potasio y de fósforo, deutóxido de difósforo y de nitrógeno (21). El contenido de minerales, además de

poseer un interés nutricional, es un parámetro que se modifica con el origen de las muestras analizadas, ya que está influenciado por la naturaleza de los suelos.

Al analizar la calidad microbiológica de las muestras de cascarilla de cacao, se observaron resultados que están dentro de los valores dados en el anteproyecto de la norma COVENIN revisada (22). Es importante aclarar que en la norma vigente para materia prima de infusiones (8) no se establecen requisitos microbiológicos, pero ello se corrigió en su anteproyecto de actualización (22). Los valores dados están soportados en la norma titulada Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos en los alimentos, Norma COVENIN 409:1998 (23). El anteproyecto de la norma para infusiones establece un límite máximo de  $1 \times 10^4$  para aerobios mesófilos y hasta un máximo de  $1 \times 10^3$  para mohos, levaduras y coliformes totales. Se observó que las muestras I, III y IV (Barlovento) están fuera del rango recomendado de aerobios mesófilos, pero dentro del mismo ciclo logarítmico. Considerando que las muestras provienen de una procesadora de cacao que sigue Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), lo recomendable es controlar y monitorear las condiciones de cultivo, postcosecha y almacenaje de las semillas, es decir las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Con respecto a la no detección de ocratoxina A en las muestras analizadas, se puede explicar por varias razones. Quizás los granos de cacao de donde provienen las muestras de cascarilla estaban libres de contaminación tanto de los hongos como de la ocratoxina A producida por ellos. También es posible que los granos se hubiesen contaminado con hongos, pero que las condiciones para producir la toxina no se hubieran dado, o que simplemente la concentración presente no

fue detectada por el método empleando. Un alto contenido de humedad del alimento y temperaturas ambientales en un rango de 30-45°C, favorecen la presencia de los hongos y la producción de la ocratoxina (24). La mayor contaminación generalmente sucede en la etapa del secado al sol de las semillas fermentadas, las cuales son comúnmente extendidas en el suelo por horas y/o días. Se recomienda la utilización de hornos de secado sumada a la aplicación de BPA al momento del cultivo de la semilla y sus tratamientos posteriores (4). En la industria procesadora de cacao donde se hizo el muestreo, las semillas de cacao se someten a tostados a más de 100 °C durante un min antes del descascarillado, ello disminuye o elimina la carga microbiana previa. Es importante destacar que las muestras provienen de semillas de cacao cultivadas y cosechadas en dos estados del país, con técnicas agrícolas y postcosecha diferentes, factores de variabilidad en su calidad microbiológica.

El límite máximo de materias extrañas es 5% p/p (8), los valores de las muestras de cascarilla no superan ese valor, sólo se observaron materias extrañas tales como fragmentos de semillas de cacao y ramas pequeñas provenientes del árbol de cacao. De acuerdo con la normativa para infusiones (8), las cenizas insolubles en ácido clorhídrico no deben superar el 2% en peso de la materia prima, en tal sentido, los valores obtenidos para la cascarilla de cacao superan este límite. Sin embargo, en el anteproyecto de la norma revisada (22) no se fijaron límites en el valor de cenizas insolubles en ácido. Estos cambios en la normativa quizás se deban a que no se saben las implicaciones de dicho parámetro. Según la norma nacional (8), el extracto acuoso debe ser mínimo 15% y los valores para las muestras de cascarilla analizadas son superiores, lo que permite calificarlas como una materia prima idónea para la elaboración de infusiones. Ese parámetro representa la porción de los nutrientes y componentes solubles en agua, muchos de ellos beneficiosos y aprovechables al preparar la infusión

Con respecto a las propiedades antioxidantes, el contenido de polifenoles fue inferior a 6.000 mg/100 g de muestra, valores dados por otros autores (5), pero muy similares a polvos de café colombiano (25) y a los dados para varias semillas venezolanas que se promueven como ricas en antioxidantes, propiedad atribuida principalmente a los polifenoles presentes (26). Con respecto a los valores de EA, están en el orden

de 10-4, según Sánchez- Moreno et al (15) valores menores a 1 se considera una baja EA. Sin embargo, los valores de FRAP si reflejan una actividad antioxidante del orden de frutas como la manzana roja con cáscara, limón y vegetales verdes como el perejil, espinacas, alcachofas (27), entre otros. También se observó que las muestras con mayor EA también tienen mayor valor FRAP. Diferentes estudios sobre capacidad antioxidante en diversos alimentos de origen vegetal muestran una correlación positiva entre ambos métodos (26, 28). Estos resultados sugieren que la cascarilla de cacao como ingrediente podría proporcionar efectos beneficiosos para la salud como lo hacen algunas semillas, frutas y vegetales, por ser una fuente de compuestos con propiedades antioxidantes como son los polifenoles.

## CONCLUSIÓN

El estudio realizado permite concluir que la cascarilla del cacao analizado, proveniente de Barlovento y Yaguaraparo y obtenido de una industria procesadora del cacao puede ser usada como materia prima de infusiones. Sin embargo, ello no puede generalizarse para toda la cascarilla que se genera del cacao venezolano, ya que su cultivo y tratamiento postcosecha es muy artesanal y está sometido a una cuestionada manipulación que en algunos casos pone en riesgo su inocuidad. Se requiere completar el estudio con muestras tomadas en otras empresas que procesen semillas y realizar evaluaciones sensoriales y pruebas de aceptabilidad con potenciales consumidores para conocer otros aspectos importantes de dicho material.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Olgamar Franceschi por permitir realizar los análisis de ocratoxina en Laboratorios Brolab C.A y a la Profesora Alexia Torres por su colaboración en la metodología aplicada.

## REFERENCIAS

1. Kalvatchev Z, Garzaro D, Guerra F. *Theobroma Cacao* L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. Agroalimentaria. 1998 (6).
2. Barazarte H, Sangronis E, Emaldi U. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente co-

- mercial de pectinas. Arch Latinoam Nutr. 2008; 58(1): 64-70.
3. Baena LM, García Cardona NA. Obtención y caracterización de fibra dietética a partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao* L. en una industria chocolatera colombiana. Tesis para optar al título de PhD. en Química. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira; 2012.
  4. Macrae R, Robinson R, Sadler M. Encyclopaedia of Food Science. Food Technology and Nutrition. Reino Unido: STAFF; 1993.
  5. Lecumberri E, Mateos R, Izquierdo M, Rupélez P, Goya L. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). Food Chem. 2007; 104:948-954.
  6. Teixeira de Magalhães J, Andrade G, Viscogliosi H. Occurrence of Ochratoxin A in Brazilian cocoa beans. Food Control. 2011; 22:744-748.
  7. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13a ed. Washington DC : A.O.A.C. International; 1990.
  8. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Infusiones 1575-80. Venezuela: Fondonorma; 1980.
  9. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales . Especies y Condimentos 1562-90. Métodos de Ensayo. Venezuela: Fondonorma; 1990.
  10. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Métodos para el recuento de colonias de bacterias aerobias en cápsulas de petri 902-87. Venezuela: Fondonorma; 1987.
  11. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Métodos para el recuento de colonias de bacterias coliformes en cápsulas de Petri 1086-84. Venezuela: Fondonorma; 1984.
  12. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Método para el recuento de mohos y levaduras 1337-90. Venezuela: Fondonorma; 1990.
  13. Singleton V, Orthofer R, Lamuela-Raventos R. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin–Ciocalteu reagent. Meth Enzymol. 1999; 299:152–178.
  14. Mujica M, Granito M, Soto N. Importance of the extraction method in the quantification of total phenolic compounds in *Phaseolus vulgaris* L. Interciencia. 2009; 34(9).
  15. Sánchez-Moreno C, Larrauri J, F. Saura-Calixto. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. J Sci Food Agric. 1998; 76:270-276.
  16. Benzie I, Strain J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. Anal Biochem. 1996; 239(0292):0-76.
  17. Cardona, M, Sorza, J, Posada S, Carmona J. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2002; 15(2):240-246.
  18. Ortiz de Bertorelli L, Graziani de Fariñas L, Gervaise Rovedas L. Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. Agronomía Trop. 2009; 59(2):119-127.
  19. Magistrelli L, Malagutti G, Galassi RF. Cocoa husks in diets of Italian heavy pigs. J Animal Sci. 2012; 90:230-232.
  20. León J, Gómez R, Hernández S. Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos en los Altos de Chiapas, México. Universidad y Ciencia. 2006; 22(002):163-174.
  21. FAO. Food and Agriculture Organization. Estrategias en Materia de Fertilizantes. Roma: Food and Agriculture Organization; 1989.
  22. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Infusiones (1575 R). Anteproyecto. Venezuela: Fondonorma; 2002.
  23. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos (409:1998). Fondonorma: Venezuela; 1998
  24. Centre for Food Safety. Ochratoxin A in Food. Food and Environmental Hygiene Department. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region; 2006.
  25. Naranjo M, Vélez L, Rojano B. Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades. Rev Cubana Plant Med. 16(2): 164-173.
  26. Padilla F, Rincón A, Bou-Rached L. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. Arch Latinoam Nutr. 2008; 58(3):303-308.
  27. Araya H, Clavijo C, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. Arch Latinoam Nutr. 2008; 56(4):361-365
  28. Stockhammer S, Stolze K, Rohr-Udilova N, Chizzola R, Zitterl-Eglseer K, Franz C. Antioxidant activity of phylogenous industrial waste and derived extracts for the production of feed and food additives. Int J Food Sci Technol. 2009; 44(4):702-710.

Recibido: 23-04-2014

Aceptado: 04-07-2014