



Características fisicoquímicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Physicochemical characteristics, bioactive compounds and minerals content in cocoa fruit (*Theobroma cacao* L.) shell flour


Silvia María Murillo-Baca*; Fortunato C. Ponce-Rosas; María de Jesús Huamán-Murillo

Escuela de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Ciudad Universitaria, Calle Daniel A. Robles s/n, Ciudad Universitaria, Chanchamayo, Junín, Perú.

*Autor correspondiente: smurillob@undac.edu.pe (S. Murillo-Baca).

ID ORCID de los autores

S. Murillo-Baca:  <https://orcid.org/0000-0003-2403-2157>

F. Ponce-Rosas:  <https://orcid.org/0000-0003-0579-7226>

RESUMEN

Los objetivos fueron conocer las características fisicoquímicas, componentes bioactivos, minerales, color y cuantificación microbiológica de las harinas de cáscara del fruto de cacao Criollo y CCN 51; los frutos fueron cosechados, lavados, cortados, despulpados y sus cáscaras se picaron, secaron y molieron. Se realizaron análisis de humedad, fibra cruda, proteínas, cenizas, grasas, pH y acidez total; contenido de polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides, antocianinas, fibra soluble e insoluble; minerales, color L*, a* y b*, y la determinación *Escherichia coli*, *Salmonella*, mohos y levaduras. Se utilizó un diseño completo al azar, con tres replicas y se efectuaron análisis de varianza para hallar las diferencias estadísticas. Los resultados indican fibra cruda 29,78 y 30,69%, ceniza 7,13 y 7,29 %, contenido bajo de grasa de 2,01 y 1,89%, mayor contenido de fibra insoluble 52,57 y 51,9 0% que soluble 3,02 y 3,47%, presentaron alto contenido de polifenoles 69,53 y 57,64 mg. AGE/g muestra, actividad antioxidante 60,30 y 48,90 IC₅₀(µg/ml); carotenoides 7,90 y 6,05 mg carotenos/100g muestra; antocianinas 1,43 y 1,25 mg cianidina-3-glucósido/g; presentando mayor contenido de minerales como P, K, Fe, Zn que los encontrados en granos de cacao y ausencia de microorganismos, siendo viable su uso en alimentos para consumo humano.

Palabras clave: cacao; cáscara; compuestos bioactivos; fibra; minerales.

ABSTRACT

The objectives were to know physicochemical characteristics, bioactive components, minerals, color and microbiological quantification of the cocoa shell flours of the Criollo and CCN 51 cocoa fruits; the fruits were harvested, washed, cut, depulped and their hulls were chopped, dried and ground. Moisture, crude fiber, proteins, ashes, fats, pH and total acidity were analyzed; polyphenol content, antioxidant activity, carotenoids, anthocyanins, soluble and insoluble fiber; minerals, color L*, a* and b*, and the determination *Escherichia coli*, *Salmonella*, molds and yeasts. A complete randomized design with three replicates was used and variance analysis was performed to find statistical differences. The results indicate crude fibre 29.78 and 30.69 %, ash 7.13 and 7.29 %, low fat content of 2.01 and 1.89 %, higher insoluble fibre content 52.57 and 51.9 0% than soluble 3.02 and 3.47%, presented high polyphenol content 69.53 and 57.64 mg.AGE/g sample, antioxidant activity 60.30 and 48.90 IC₅₀(µg/ml); carotenoids 7.90 and 6.05 mg carotenes/100g sample; anthocyanins 1.43 and 1.25 mg cyanidine-3-glucoside/g; presenting higher content of minerals such as P, K, Fe, Zn than those found in cocoa beans and absence of microorganisms being viable its use in food for human consumption.

Keywords: cocoa; shell; bioactive compounds; fiber; minerals.

Recibido: 18-01-2020.
Aceptado: 25-03-2020.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao produce, desde la etapa de recolección hasta la de procesamiento, una serie de desechos (10 toneladas de desechos frescos por cada tonelada de semillas secas) estos desechos están constituidos por la cáscara del fruto y la pulpa de las semillas, los cuales son ricos en taninos, polifenoles, alcaloides, azúcares y polisacáridos (Crescente *et al.*, 1999); en el caso del café y cacao solo se aprovecha económicamente el grano que corresponde alrededor de un 10 % del peso del fruto fresco (Abarca *et al.*, 2010); la cáscara de cacao que cubre a la semilla ha representado por largo tiempo el inconveniente de la acumulación de biomasa en grandes pilas en el lugar del corte o partido para la extracción de la semilla, el principal uso que se le ha dado a este material es en la fertilización de suelos, no obstante el escepticismo de los agricultores por su aplicación (Padrón-Gamboa *et al.*, 2004), este residuo agroindustrial se ha traducido en serios problemas ambientales con proliferación de microorganismos, de insectos, aparición de olores fétidos y deterioro del paisaje, como también problemas de disposición considerándose un foco para la propagación de *Phytophthora spp.*, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (Barazarte *et al.*, 2008), como solo se aprovecha económicamente la semilla, la cáscara de la mazorca del cacao es considerada un desecho del proceso agrícola de producción de cacao (Ardila y Carreño, 2011).

Los compuestos bioactivos o fitoquímicos, constituyentes de alimentos de origen vegetal, son

considerados en la actualidad como uno de los puntos de anclaje en la reducción de ciertas patologías generadoras de importantes problemas de salud y elevados costes económicos (Herrera *et al.*, 2014), el estudio de la presencia de fibra dietaria es importante porque produce Ácidos grasos de cadena corta, modifica el pH colónico, mantiene la microflora, estimula la producción de hormonas gastrointestinales, mejora las defensas de la barrera intestinal y controla la traslocación bacteriana (Escudero y Gonzales, 2006); los minerales son elementos inorgánicos esenciales para el organismo como componentes estructurales y reguladores de los procesos corporales (Carbajal, 2017); y la información sobre la cantidad de estos componentes en las harinas de cáscara del fruto de cacao no está detallada.

El fruto de cacao CCN 51 es de color variable como rojo, morado, café (Carrión, 2012) y el fruto de cacao Criollo es de color amarillo intenso, ovoide con superficie rugosa y también los hay cuyos frutos son de color rojo (García, 2011), y aunque los subproductos de su procesamiento representan un problema de disposición importante para la industria, también son fuentes prometedoras de compuestos que pueden ser utilizados debido a su propiedades favorables tecnológica o nutricional (Gonzales, 2013), por lo que el objetivo fue determinar las características fisicoquímicas, componentes bioactivos, fibra dietaria, contenido de minerales y microbiológicas de la harina obtenida a partir de la cáscara del fruto de cacao.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizaron cáscaras de cacao criollo color amarillo verdoso del distrito de Pichanaki Provincia de Chanchamayo, altitud media de 525 m.s.n.m. y del híbrido CCN 51 color rojo anaranjado intenso de la Provincia de Satipo, altitud media de 632 m.s.n.m., ambos del departamento de Junín, selva central del Perú.



Figura 1. Fruto de cacao Criollo y CCN 51.

Obtención de la harina de cáscara del fruto de cacao

Luego de recolectar los frutos de cacao, se lavó con una solución de hipoclorito de sodio al 0,25 %, se usó un paño para ayudar con la limpieza, se cortó, se extrajeron los granos y las cáscaras vacías se picaron en trozos pequeños, se desecaron en un secador de cabina y se pulverizaron con un molino de martillo para obtener la harina que se pasó por un tamiz de malla N° 40, obteniendo harina fina (Torres *et al.*, 2016).

Procedimientos analíticos

Características fisicoquímicas

En las harinas de cáscara del fruto de cacao criollo y CCN 51 se determinaron: humedad, fibra cruda, proteína, cenizas, grasa y carbohidratos, por métodos gravimétricos (AOAC, 1984); para la acidez método de titulación y calculado como ácido sulfúrico (meq. 0,049) y pH con medidor de pH lectura directa.



Figura 2. Picado de la cáscara de cacao.

Determinación de compuestos bioactivos

Polifenoles, método de Folin Ciocalteu Ordoñez-Gómez *et al.*, (2018) y capacidad antioxidante con el uso del reactivo D.P.P.H. ambos descritos por Sandoval *et al.* (2002).

Cuantificación de carotenoides por espectrofotometría UV VIS, descrito por Rodríguez-Amaya (1993).

Antocianinas, mediante el método espectrofotométrico del pH diferencial reportado por Zapata (2014).

Fibra dietética soluble e insoluble (Lee *et al.*, 2013).

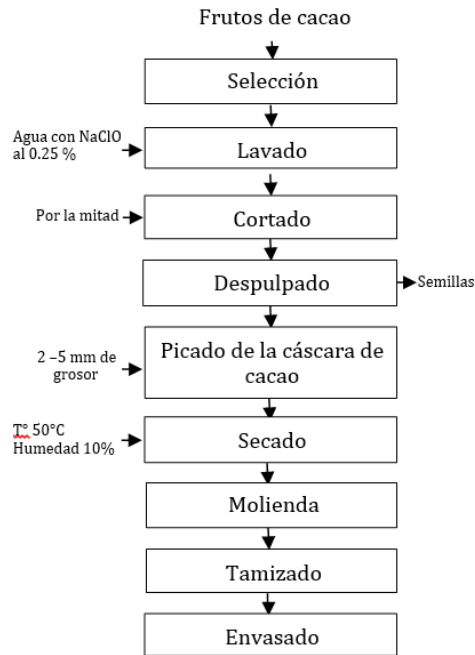


Figura 3. Flujograma de obtención de harina de cáscara del fruto de cacao.

Quantificación de minerales

Se realizaron determinaciones de Nitrógeno por Kjeldahl's (método 930.29, AOAC, 1990), Fósforo método colorimétrico de meta vanadato (método 957.02, AOAC, 1997); Calcio, magnesio, potasio y sodio, por Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA), (AOAC, 2005); cobre, hierro y zinc

por Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA), lectura directa con estándares adecuados (AOAC, 2012); y manganeso, por Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA), con aspiración en llama aire/acetileno, según el método descrito por AOAC (2012).



Figura 4. Harinas de cáscara de cacao CCN 51 (HCCN) y criollo (HCCC).

Color de las harinas

Por colorimetría (Paucar-Menacho *et al.*, 2016).

Quantificación microbiológica

Numeración de *Escherichia Coli*, determinación de *Salmonella sp.*, y numeración de mohos y levaduras (Campuzano, 2015).

Diseño experimental y análisis estadístico

El estudio fue un diseño completo al azar con tres repeticiones seguido de la prueba de Tuckey para determinar las diferencias estadísticas; el nivel de probabilidad empleado para todos los análisis estadísticos fue $p = 0,05$ (Gorgas *et al.*, 2011). Todos los valores se presentan como medios (Me) \pm error estándar de la media (SEM) a menos que se indique lo contrario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas

Según la Tabla 1, las harinas de cáscara del fruto del cacao presentan un contenido menor de humedad a lo reportado por Martínez *et al.* (2012) y Vriesmann *et al.* (2011) (6,53 y 8,5 %) en investigaciones de cáscara de cacao; los bajos niveles de humedad encontrados en ambas harinas previenen el ataque de bacterias y hongos aumentando su vida útil, disminuyendo el ataque de insectos y favoreciendo su uso en alimentación (Espitia-Pérez *et al.*, 2013).

El contenido de fibra cruda no difiere a los encontrados por Larragán (1958) (27,10 a 34,82%), pero por debajo de lo que reporta Abarca *et al.* (2010) con 33,26% en cáscaras de cacao; el alto porcentaje de fibra indica una fuente potencial de pectinas y otros agentes naturales como fibras (Vriesmann *et al.*, 2011); las harinas de cacao muestran alrededor de 90 veces más fibra que la harina de trigo, lo que permite inferir que pueden ser un ingrediente importante para la elaboración de un alimento funcional.

En cuanto a las proteínas, ambos resultados se asemejan al rango que presenta Vriesmann *et al.* (2011) de 8,6% y Larragán (1958) de 6,0 a 8,94%, resultados similares a las obtenidas en otras fuentes vegetales como en residuo fibroso de níspero 7,16% y de cáscara de mango 6,79% Sánchez (2005), su importancia radica principalmente en la fracción que pueda cuantificarse como proteína indigerible, debido a que si es resistente a la acción enzimática, esta podría formar parte de la fibra dietética (Jibaja, 2014), además representa una condición importante para su uso potencial como fuente de proteína.

El contenido de ceniza está por debajo al presentado por Martínez *et al.* (2012) de 8,32 - 8,42 pero por encima a lo reportado por Vriesmann *et al.* (2011) de 6,7%, variación posiblemente influenciada por la composición del suelo, los fertilizantes utilizados u otros factores ambientales, estos contenidos reflejan el contenido de sustancias minerales.

Tabla 1

Análisis fisicoquímico de la harina de cáscara de cacao Criollo, cáscara de cacao CCN 51 y de trigo (g/100 g de materia seca)

Composición	Harina de cáscara de cacao criollo	Harina de cáscara de cacao CCN 51	Harina de trigo
Humedad (%)	5,98 ± 0,01 ^b	5,74 ± 0,04 ^c	12,00 ± 0,02 ^a
Fibra cruda (%)	29,78 ± 0,04 ^b	30,69 ± 0,06 ^a	0,30 ± 0,02 ^c
Proteína (%)	7,97 ± 0,10 ^b	8,07 ± 0,10 ^b	10,20 ± 0,22 ^a
Ceniza (%)	7,13 ± 0,06 ^a	7,29 ± 0,07 ^a	0,40 ± 0,03 ^b
Grasa (%)	2,01 ± 0,04 ^a	1,89 ± 0,05 ^b	1,10 ± 0,01 ^c
Carbohidratos (%)	45,89 ± 1,00 ^b	46,32 ± 0,13 ^b	76,00 ± 0,5 ^a
pH	5,82 ± 0,18 ^a	5,57 ± 0,25 ^a	5,94 ± 0,28 ^a
Acidez (% H ₂ SO ₄)	0,3212 ± 0,02 ^a	0,4414 ± 0,06 ^b	0,0629 ± 0,09 ^c

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey (P ≤ 0,05).

En relación al contenido de grasa presentaron valores superiores al contenido en harina de trigo, pero valores inferiores a lo reportado por Martínez *et al.* (2012) (2,34 %) en cáscara de cacao, pero similar a la harina de quinua con 2,05 ± 0,01% (Torres *et al.*, 2016); el contenido bajo en grasa puede incentivar la utilización de harina de cáscara de cacao en productos alimenticios de consumo masivo bajos en grasa.

Debido a que no existe información del valor de pH de harina de cáscara de cacao es posible compararla con Caballero *et al.*, (2014) quienes reportan valores de pH de la testa en cacao de 4,9 – 5,7 y cotiledón de 5,3 – 6,9 y Bravo (2010) en granos de cacao a los 0 días de fermentación de 5,28 – 5,99; Pesantes (2014) indica rango para harinas sucedáneas que es de 5,5 a 6,5, las muestras de harinas de la cáscara de los frutos de cacao son productos no ácidos. Las Fichas técnicas de alimentos (2020) indican que la acidez de una harina de cereal debe ser menor o igual a 0,4 %, encontrándose la acidez de la harina de cacao criollo dentro de este rango mientras que la harina de cacao CCN 51 sobrepasa mínimamente al máximo permitido debido a la variedad de cacao utilizada; el cual puede ser favorable, ya que el ambiente ácido de las harinas va a retrasar el desarrollo de los microorganismos (Pascual y Zapata, 2010).

Compuestos bioactivos

El contenido de polifenoles totales (Tabla 2) son más altos a lo reportado en otras partes del cacao; Soto (2012) en cascarilla de la semilla de cacao con 25,09 a 24,03 mg AGE/g y Gil (2012) en semillas de muestras de cacao desengrasadas y no desengrasadas 49,9 y 48,8 mg AGE/g respectivamente, de esta manera se afirma que la harina de cáscara de cacao posee características funcionales más alta que otras partes del fruto.

Se observa que la harina de cáscara de cacao CCN 51 tiene mayor actividad antioxidante por que el valor alcanzado muestran que la concentración de extracto necesaria para inhibir en un 50% la actividad del radical DPPH es 8% menor que la requerida por la harina de cáscara de cacao Criollo; ambas harinas contienen mayor actividad antioxidante que los productos comerciales elaborados a partir de cacao, así Perea-Villamil *et al.* (2009) reporta en chocolate amargo 400 µg/mL, chocolate con polvo de cacao y grasa vegetal (1850 µg/mL), chocolates clavos y canela (1250 µg/mL),

chocolate con azúcar (1200 µg/mL) e incluso de las semillas de cacao secas y fermentadas (380 µg/mL). Por el contenido de actividad antioxidante se infiere que podría tener efectos benéficos para la salud similares a ciertas frutas, vegetales, plantas y vinos, y su posible uso como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de gran utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Delgado, 2016).

El contenido de carotenoides en ambas harinas son cantidades importantes considerando que el ser humano no puede sintetizar carotenoides, por lo tanto, depende de la dieta alimentaria para obtener niveles suficientes de los mismos (Meléndez-Martínez *et al.*, 2004).

Burgos y Calderón (2009) indican que las frutas y verduras son la fuente primaria de carotenoides en la dieta humana y su composición ha sido asociada con beneficios a la salud y poseen una importante capacidad antioxidante ya que interactúan con el oxígeno.

De los valores del contenido total de antocianinas se observa que la harina de cáscara de cacao Criollo presenta más pigmentos antocianínicos que la harina de cáscara de cacao CCN 51; ambas harinas presentan contenidos mayores a los reportados por Zapata *et al.* (2015) en granos de cacao sin tostar y tostados 0,99 y 0,82 mg de cianidina-3-glucósido/g respectivamente; Chávez y Ordoñez (2013) indican que la presencia de cianidina-3-glucósido da el mayor poder radical lo que confiere la mayor capacidad antioxidante.

Respecto a la fibra soluble presenta contenidos inferiores a lo reportado por Cañas *et al.* (2011) de 10,09 % pero respecto a la fibra insoluble se asemejan con un contenido de 50,42 % semejante a lo reportado por Martínez *et al.* (2012). La capacidad antioxidante de la fibra dietaria (FD) y sus propiedades fisicoquímicas de la cáscara de cacao, hacen que este subproducto sea adecuado para ser usado en la preparación de alimentos bajos en calorías, tales como: alimentos ricos en FD como galletas de chocolate, tortas de chocolate, suplementos de chocolate dietéticos, entre otros, donde el color y el sabor de la FD de cacao son aspectos ventajosos Cañas *et al.* (2011). Las harinas de cáscara de cacao son una buena fuente de fibra dietaria debido a que se enmarca en el enunciado que “un alimento es considerado una buena fuente de fibra dietaria si su contenido de fibra dietaria está entre el 25 – 60%” (Figuerola, 2008).

Tabla 2

Polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides, antocianinas y fibra dietaria en las harinas de cáscara de cacao criollo y CCN 51

Compuestos	Harina de cáscara de cacao criollo	Harina de cáscara de cacao CCN51
Polifenoles concentración (mg AGE/g muestra)	69,53 ± 1,23 ^a	57,64 ± 1,07 ^b
Actividad antioxidante IC ₅₀ (µg/mL)	60,30 ± 2,09 ^a	48,90 ± 1,13 ^b
Carotenoides (mg carotenos /100g muestra)	7,9 ± 0,09 ^a	6,05 ± 0,10 ^b
Antocianinas (mg cianidina-3-glucósido/g)	1,43 ± 0,14 ^a	1,25 ± 0,14 ^a
Fibra insoluble (%)	52,57 ± 0,08 ^a	51,90 ± 0,07 ^b
Fibra soluble (%)	3,02 ± 0,09 ^a	3,47 ± 0,05 ^b

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey (p ≤ 0,05).

Tabla 3

Minerales en harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Minerales	Harina de cáscara de cacao Criollo	Harina de cáscara de cacao CCN 51
Nitrógeno (g/100 g)	1,11 ± 0,08 ^a	0,90 ± 0,08 ^b
Fósforo (g/100 g)	0,57 ± 0,06 ^a	0,75 ± 0,07 ^b
Calcio (g/100 g)	0,62 ± 0,06 ^a	0,70 ± 0,03 ^a
Magnesio (g/100 g)	0,042 ± 0,02 ^a	0,046 ± 0,04 ^a
Potasio (g/100 g)	3,00 ± 0,05 ^a	3,70 ± 0,06 ^b
Sodio (g/100 g)	0,17 ± 0,02 ^a	0,21 ± 0,04 ^a
Cobre (ppm)	6,20 ± 0,50 ^a	2,97 ± 0,02 ^b
Hierro (ppm)	19,66 ± 0,12 ^a	20,82 ± 0,15 ^b
Zinc (ppm)	176,18 ± 0,48 ^a	181,14 ± 0,06 ^b
Manganeso (ppm)	111,03 ± 0,08 ^a	34,0 ± 0,09 ^b

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey (p ≤ 0,05).

Contenido de minerales

Los contenidos de nitrógeno, cobre y manganeso en la harina de cáscara de cacao Criollo son mayores que en la harina de cacao CCN 51 (Tabla 3), y sucede lo contrario con los demás minerales como fósforo, calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro y zinc. Perea et al. (2012), indica para granos de cacao Criollo y CCN 51 fermentados y secos contenidos de fósforo de 0,34 y 0,42 g/100 g, de potasio 1,3 y 0,86 g/100 g, de hierro 1,2 y 1,1 ppm y de zinc 4,0 y 7,9 respectivamente. Comparando con los valores de la harina de trigo según reporta INCAP (2012), fósforo 0,108 g/100g, calcio 0,015 g/100 g, magnesio 0,022 g/100g, potasio 0,10 g/100g, sodio 0,002 g/100g, hierro 11,7 ppm y zinc 7 ppm; se evidencia en las harinas de cáscara de cacao un contenido de hasta 5 veces más de fósforo (0,57 - 0,75 g/100 g), 40 veces más en calcio (0,62 - 0,70 g/100 g), el doble de magnesio (0,042 - 0,046), 30 veces más de potasio (3,0 - 3,0 g/100 g), 80 veces más de sodio (0,17 - 0,21 g/100 g) casi el doble de hierro (19,66 - 20,82 ppm) y 25 veces más de zinc (16,18 - 181,14 ppm). Además, las harinas de cáscara de cacao aportarían aproximadamente el 50 % del RDA (recommended dietary allowances) de calcio y fósforo, aproximadamente, el 10% de magnesio, 20% de hierro y se cubriría las necesidades de zinc según la guía de alimentación y salud UNED (2014).

Color de las harinas

En relación al color (Tabla 4), la luminosidad (L*), de las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 indican una mayor tendencia al color oscuro a comparación de la harina de trigo, sin embargo, fueron menos oscuras que la harina de cáscara de plátano variedad Cavendish (L* = 40,88) reportando por Alkarkhi et al. (2010). Los valores obtenidos de matiz (a*) indican una tendencia al color rojo para la harina de cáscara de cacao mientras la harina de trigo tiende a un color verde. Para la intensidad del color (b*) fueron valores positivos mostrando tendencia al color amarillo siendo más clara la harina de trigo que las de cáscara de cacao. Los valores de luminosidad más bajo de las harinas de cáscara de cacao que la harina de trigo se puede atribuirse al contenido de fibra, carotenoides y polifenoles presentes en estas harinas por lo que al incorporarse a diferentes tipos de alimentos los enriquecería.

Cuantificación microbiológica

Los datos obtenidos de los resultados microbiológicos de las harinas de cáscara de cacao (Tabla 5) muestran valores por debajo de lo establecido por la norma sanitaria estando apta para el consumo humano, y para mantener esta condición es necesaria la utilización de un empaque de plástico de alta densidad y sellado al vacío.

Tabla 4

Coordenadas de color para las harinas del cacao Criollo y del CCN 51

Coordenadas	Harina de cáscara de cacao Criollo	Harina de cáscara cacao CCN 51	Harina de trigo
L*	71,17 ± 0,33 ^b	70,63 ± 0,51 ^b	96,33 ± 0,50 ^a
a*	5,61 ± 0,05 ^a	5,73 ± 0,08 ^a	0,56 ± 0,06 ^b
b*	22,84 ± 0,13 ^a	22,31 ± 0,17 ^b	5,97 ± 0,12 ^c

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey (p ≤ 0,05).

Tabla 5

Resultado del análisis microbiológico de las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

Microorganismos	Harina de cáscara de cacao Criollo	Harina de cáscara de cacao CCN 51	*Límites admitidos
<i>Escherichia coli</i> (m.o./g)	Ausencia	Ausencia	10 - 10 ²
<i>Salmonella</i> sp. (m.o./g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia/25 g
Mohos y Levaduras (m.o./g)	Ausencia	1	10 ⁴ - 10 ⁵

*Norma Sanitaria 071 RS N°591-2008/MINSA.

CONCLUSIONES

Las harinas de cáscara del fruto de cacao Criollo y CCN 51 presentaron: humedad de 5,98% y 5,74%, niveles altos en contenido de fibra cruda 29,78% y 30,69% mostrando 90 veces más fibra que la harina de trigo 0,30%; proteínas 7,97 y 8,07 comparables al residuo fibroso de níspero con 7,16; ceniza 7,13% y 7,29% evidenciando el alto contenido de minerales, baja presencia de grasa de 2,01 y 1,89 % que puede incentivar a utilizarla en productos bajo en grasa; su pH es no ácido con porcentaje de acidez 0,32 y 0,44 expresada en H₂SO₄. Respecto a los compuestos bioactivos presentaron alto contenido de polifenoles 69,53 y 57,64 mg AGE/g muestra, actividad antioxidante 60,30 y 48,90 IC₅₀ (µg/ml), carotenoides 7,90 y 6,05 mg carotenos/100 g muestra, antocianinas 1,43 y 1,25 mg cianidina -3-glucósido/g; ambas harinas presentan mayor contenido de fibra insoluble

52,57 y 51,90 % que soluble 3,02 y 3,47 % enmarcándolo como alimento con buena fuente de fibra dietaria; ambas harinas de cáscaras presentan mayor contenido de P, k, Fe, Zn que los encontrados en granos de cacao pero menor contenido en Mg; por lo que aportan aproximadamente el 50% del RDA (recommended dietary allowances) de calcio y fósforo, el 10 % de Magnesio, el 20 % de Hierro y se cubre las necesidades de Zinc; presentaron ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., Mohos y Levaduras considerándose aptas para el consumo humano. Por tanto, ambas harinas presentan buenas propiedades funcionales para su incorporación en alimentos funcionales, su inclusión no incrementaría los costos de los productos, ya que en la actualidad la cáscara se desperdicia y no se da ninguna aplicación en consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (Association of official analytical chemist). 1997. Official Methods 957 02. Determinación de metales en alimentos: fósforo. A.O.A.C. 15 th Edition.
- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 13 th Edition. St. Pal Minnesota. USA.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. Determinación de metales en alimentos: manganeso; método 985.29 Fibra dietaria insoluble, fibra dietaria soluble y fibra dietaria total. A.O.A.C. 15 th Edition.
- A.O.A.C. 2005. Official Method 944.03. Procedimiento para determinación de sodio, potasio y calcio en alimentos. Método de espectrofotometría de absorción atómica de llama. Official Methods of Analysis. Cp. 50, p.15.
- A.O.A.C. 2012. Official Methods 999.11 "Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc in foods- Atomic Absorption Spectrophotometric after dry ashing", Chapter 9 pag. 19; AOAC 19 th edition.
- Abarca, D.; Martínez, R.; Muñoz, J.; Torres, M.; Vargas, G. 2010. Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: fuentes promisorias de fibra dietaria. Revista tecnología ESPOL-RTE 23(2): 63-69.
- Alkarkhi, A.; Ramli, S.; Yong, Y.; Easa, A. 2010. Physicochemical properties of banana peel flour as influenced by variety and stage of ripeness: multivariate statistical analysis. As. J. Food Ag-Ind. 3(3): 349-362.
- Ardila, S.; Carreño J. 2011. Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como absorbente. Tesis de grado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia. 59 pp.
- Barazarte, H.; Sangronis, E.; Unai, E. 2008. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 58(1): 64-70.
- Bravo, R. 2010. Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (cacao (*teobroma cacao* L.) de seis clones: ICS-1 (*Imperial Collage Selection*), ICS-95 (*Imperial Collage Selection*), UF-613 (*united Fruit*), IMC-67 (*Iquitos Marañon Colección*), TSH-565 (*Trinidad Selection Hybrida*), CCN-51 (*Colección Castro Naranja*) y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú.
- Burgos, S.; Calderón, R. 2009. Determinación del contenido de carotenoides totales en ocho especies de frutas y verduras comercializadas en la zona metropolitana de San Salvador. Tesis de licenciatura. Universidad de El Salvador. El Salvador. 143 pp.
- Caballero, P.; Hernández, H.; Avendaño, A. C. 2014. La fermentación y el secado al sol de granos de cacao. Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico. Chiapas. México.
- Campuzano, S.; Mejía, F.; Madero, I.; Pabón, S. 2015. Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. Artículo original. NOVA 12(23): 81-92
- Cañas, A.; Restrepo, M.; Cortéz, R. 2011. Revisión: productos vegetales como fuentes de fibra dietaria en la industria de alimentos. Revista de la Facultad Nacional Agraria de Medellín 64(1): 6023-6035.
- Carbajal, A. 2017. Manual de nutrición y dietética. Universidad Complutense de Madrid.
- Carrión, S. 2012. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí Tesis de grado. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
- Chávez, R.; Ordoñez, G. 2013. Polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) durante el procesamiento de licor y polvo de cacao. Revista ECIPerú 10(1): 42-50.
- Crescente, O.; Acosta M.; Guevara M.; Estaba A. 1999. Aprovechamiento de los desechos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Rev. Saber. 11(2): 28-30.
- Delgado, B. 2016. Perspectiva actual de los polifenoles en México. Rev. Entre texto. Universidad Iberoamérica León. El Salvador.
- Escudero, A.; Gonzales S. 2006. La fibra dietética. Rev. Nutrición hospitalaria N° 21 (supl.2) 61 -72.
- Espitia-Pérez, P.; Pardo-Plaza, Y.; Montalvo-Puente, A. 2013. Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades Papocho y Pelipita (*Musa* ABB Simmonds). Acta Agronómica 62(3): 189-195.

- Fichas técnicas de alimentos. 2020. Del servicio alimentario del programa nacional de alimentación escolar Qali Warma. Perú.
- Figuerola, F. 2008. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. Facultad de Ciencias Agrarias de Chile, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Chile.
- García, L. 2011. Estudio Agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del Departamento de Usulután en El Salvador. Tesis de grado. Universidad Dr. José Matías Delgado. Antiguo Cuscatlán.
- Gil, Q. 2012. Estabilidad y actividad antioxidante de catequinas presentes en cacao colombiano durante los procesos de pre e industrialización. Tesis de maestría. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Gonzales, A. 2013. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal. Tesis de grado. Corporación Universitaria Lasallista. Ingeniería de alimentos. Caldas. Antioquia. 101 pp.
- Gorgas, G.; Cardiel, L.; Zamorano, C. 2011. Estadística básica para estudiantes de ciencias. Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmosfera Facultad de Ciencias Físicas Universidad Complutense de Madrid.
- Herrera, C.; Betancur, A.; Segura, C. 2014. Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad; péptidos biológicamente activos. *Nutrición Hospitalaria* 29(1): 10-20.
- INCAP - Instituto de nutrición de Centro América y Panamá). 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Tercera reimpresión. Guatemala.
- Jibaja, E. 2014. Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, *Mangifera indica*, variedad "criollo". *Rev. Cientifi-k* 2(1): 62-69.
- Larragán, Z. 1958. La cáscara de cacao en el engorde de bovinos. Tesis de grado magister. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Lee, H., Noor Aziah, A. A., Baharin, A. 2013. Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. *Awak*) pseudo-stem flour. *Food Chemistry* 139: 532-539.
- Martínez, R.; Torres, P.; Meneses, M.A.; Figueroa, J.; Pérez, A.; Viuda, M. 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. *Food Research International* 49(1): 39-45.
- Meléndez-Martínez A.; Vicario I.; Heredia F. 2004. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *ALAN* 54(2): 149-154.
- MINSA - Ministerio de salud. 2008. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. NTS N° 071- MINS/DIGESA- V.01. Dirección general de salud ambiental del ministerio de salud. Ministerio de Salud. Lima. Perú.
- Ordoñez, E.S.; Leon-Arevalo, A.; Rivera-Rojas, H.; Vargas, E. 2019. Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), uva (*Vitis Vinifera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria* 10(2): 175-183.
- Padrón-Gamboa, G.; Arias-Marín, E.; Romero-García, J.; Benavidez-Mendoza, A.; Zamora-Rodríguez, J. y García-Rodríguez S. 2004. Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espuma de poliuretano para uso hortícola. Propiedades físicas y de biodegradabilidad. *Rev. Soc. Química* 48: 156-164.
- Pascual, C.; Zapata, H. 2010. Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Atractylodes L*) usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *Rev. Soc. Química Perú* 76(4): 377-388.
- Paucar-Menacho, L.; Salvador-Reyes, R.; Guillén-Sánchez, J.; Mori-Arismendi, S. 2016. Effect of partial substitution of wheat flour by soybean meal in technological and sensory characteristics of cupcakes for children of school age. *Scientia Agropecuaria* 7(2): 132-132.
- Perea, J.; Ramírez, O.; Villamizar, A. 2012. Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Artículo Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* 9(1): 35-42.
- Perea-Villamil, J.; Cadena-Cala, T.; Herrera-Ardila, J. 2009. El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: efecto del procesamiento. *Artículo. Centro de investigación de ciencia y tecnología de alimentos. Santander. Colombia.*
- Pesantes, L. 2014. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pulpa de tuna púrpura (*Opuntia ficus-indica*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Rodríguez-Amaya, A.D. 1993. Curso latinoamericano de carotenoides en alimentos. Unicamp – Campinas, Brasil.
- Sánchez, G. 2005. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto de níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la cáscara de mango obo (*Mangifera indica* L). Tesis de grado. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León Oax., México.
- Sandoval, M.; Okuhama, N.; Angeles, F.; Melchor, V.; Condezo, L.; Lao, J.; Miller, M. 2002. Antioxidant activity of the cruciferous vegetable Maca (*Lepidium meyenii*). *Food Chemistry* 79: 207-213.
- Soto, P. 2012. Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano. Tesis de Grado. Coordinación de Ingeniería Química. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas. Venezuela.
- Torres, G.; González M.; Acevedo C.; Jaimes M. 2016. Efecto de la utilización de harina de *Lens culinaris* como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha. *Tecnura* 20(9): 15-28.
- UNED – Universidad Nacional de Educación a Distancia. 2014. Guía de alimentación y salud. La composición de los alimentos: minerales.
- Vriesmann, L.; Casthano, A.; Petkowicz, C. 2011. Cacao pod husk (*Theobroma cacao* L.): composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial crops and products* 34: 1173-1181.
- Zapata, B.; Tamayo, T.; Alberto R. 2015. Efecto del tostado sobre los metabolitos secundarios y la actividad antioxidante de clones de cacao colombiano. *Rev. Fac. Nac. Agronomía* 68(1): 7497-7507.
- Zapata, L.M. 2014. Obtención de extracto de antocianinas a partir de arándanos para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 248 pp.