

2

## EVALUACIÓN TÉCNICA DEL ENRIQUECIMIENTO DE HARINA DE TRIGO CON CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao*)

(Technical evaluation of the enrichment of wheat flour with cocoa husk  
(*Theobroma cacao*))

Gabriel Burgos Briones<sup>1</sup>, Ulbio Alcívar Cedeño<sup>2</sup>,  
Andrés Suárez Menéndez<sup>3</sup>, Alex Zambrano Acosta<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Dept. de Procesos Químicos, Ecuador. [gburgos@utm.edu.ec](mailto:gburgos@utm.edu.ec) ORCID: 0000-0002-1291-4083

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Dept. de Procesos Químicos, Ecuador. [ualcivar@utm.edu.ec](mailto:ualcivar@utm.edu.ec) ORCID: 0000-0001-7941-6401

<sup>3</sup> Universidad Técnica de Manabí., Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Carrera de Ingeniería Química.

### RESUMEN

En la industria del cacao (*Theobroma cacao* L.) se desperdician toneladas de materias, entre las que se encuentra la cascarilla, la cual representa el 12% del grano. Estudios previos atribuyen a esto, una significativa capacidad antioxidante y un gran porcentaje de fibra. Sin embargo, no se han realizado estudios importantes para analizar y garantizar su inocuidad para el consumo humano. Por este motivo la finalidad de este trabajo de investigación fue el desarrollo de un proceso de producción de harina de cascarilla de cacao y un análisis de las posibles mezclas por sustitución de 25%, 50% y 75% a la harina de trigo, garantizando la inocuidad de dicho producto a través de la realización de análisis físico-químicos, fitoquímicos y microbiológicos. Para dicha caracterización, se utilizó una muestra recolectada de la Corporación “Fortaleza del Valle” ubicada en la parroquia Calceta, Cantón Bolívar. A las muestras se les realizó un análisis proximal, el cual comprendió % humedad, materia seca, proteína, grasas, cenizas y fibra, adicionalmente, se estimó el contenido de minerales (calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso, cobre y zinc), y a su vez se evaluó la microbiología mediante el recuento de *E. coli*, mohos y levaduras. Además, se evaluaron sus propiedades antioxidantes como contenido de



polifenoles (Folin Ciocalteu) y la actividad antioxidante, a través del método ABTS. Se concluyó que el porcentaje para enriquecimiento de harina de trigo con harina de cascarilla de cacao que mejor se ajusta a los parámetros de calidad para harinas, es cercano al 25%, sin embargo, no puede ser superior a esto debido a parámetros como el porcentaje de ceniza (2,87%) y grasas (9,15%) que posee la cascarilla de cacao están por encima de lo que indica la norma NTE INEN 616 (2015).

## **PALABRA CLAVE**

Capacidad antioxidante, fitoquímica, microbiológico, análisis proximal

## **ABSTRACT**

In the cocoa industry (*Theobroma cacao L.*) you can find tons of materials, among which is the husk, which represents 12% of the grain. Previous studies attribute to this, a significant antioxidant capacity and a large percentage of fiber. However, no important studies have been carried out to analyze and evaluate its safety for human consumption. For this reason the proposal of this research work was the development of a production process of cocoa husk flour and an analysis of the possible mixtures by replacement of 25%, 50% and 75% to wheat flour, guaranteeing the harmlessness of said product through physical-chemical, phytochemical and microbiological analysis. For this characterization, there is a sample collected from the “Fortaleza del Valle” Corporation located in the Calceta parish, Cantón Bolívar. The samples were subjected to a proximal analysis, which includes% humidity, dry matter, protein, fat, ash and fiber, additionally, the mineral content (calcium, magnesium, potassium, iron, manganese, copper and zinc) was estimated., and in turn the microbiology was evaluated by counting E. coli, molds and yeasts. In addition, its antioxidant properties such as polyphenol content (Folin Ciocalteu) and antioxidant activity were evaluated through the ABTS method. It was concluded that the percentage for enrichment of wheat flour with cocoa husk flour that best fits the quality parameters for flours, is close to 25%, however, it cannot be higher than this due to parameters



such as the percentage of ash (2.87%) and fats (9.15%) that the cocoa husk possesses are above what the NTE INEN 616 standard (2015) indicates.

## KEYWORD

Antioxidant capacity, phytochemistry, microbiological, proximal analysis

## INTRODUCCIÓN

El *Theobroma cacao* L. pertenece a la familia de las *Sterculiaceae*, es una sola especie, pero tiene variedades, con frutos y semillas diferentes, es una planta originaria de América Tropical. Se clasifica en tres grandes grupos: Criollo, Forastero y Trinitario según la Organización Internacional del Cacao. El cacao se utiliza principalmente para la producción de chocolate siendo el continente africano el mayor productor aproximadamente el 70,7 %, compuesto por Costa de Marfil 39,8 %, Ghana 21,1 % e Indonesia 9,8 % (Quintero, 2004, p 47 - 59).

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 (Kalvatchev, 1998, p 23 - 25). La cascarilla de cacao aporta nutricionalmente como todo alimento con macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales); que son elementos indispensables para el desarrollo de la vida de los seres vivos. Este desecho agroindustrial se considera como una fuente baja de energía debido a que presenta niveles de energía digestible menor a 2500 kcal/kg; que es la base de la fibra para la nutrición (Chin *et al.*, 2013).

A este subproducto de las industrias procesadoras de cacao los científicos le han hallado un alto contenido de fibra dietaria (más del 60 por ciento). La fibra dietaria se reconoce hoy, como un elemento importante para la nutrición sana. Es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono. El principal componente es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra, promueven efectos

beneficiosos fisiológicos como el laxante, reduce los niveles de colesterol en sangre y atenúa la glucosa en sangre (Enríquez, 2004).

La harina de trigo contiene aproximadamente 2,7 % de fibra, mientras que abundan las proteínas complejas y a la reacción de dos de ellas debemos la existencia del gluten, que es una sustancia flexible que resulta de mezclar con agua dos proteínas que forman parte de su estructura. La glutenina o gluteína que es precisamente la proteína que en la cocción de éste le aportará estructura una vez solidificado y la gliadina que en el proceso de panificación es la responsable de la alta adherencia de la masa impidiendo el desmigaje del pan. De este último se refieren mucho sobre los problemas que causa debido a que cuando entra en contacto con los intestinos interfiere con el metabolismo y absorción de nutrientes de los alimentos causando así con el tiempo estreñimiento (Sciarini *et al.*, 2016, 61 - 74).

## METODOLOGÍA

### Materiales

- pH metro (Marca: OAKLON, Rango de medida de pH de 0 a 14, rango de medida de temperatura DE 0 a 100°C, exactitud relativa: +- 0.003)
- Refractómetro (Marca: ATC, Para emulsiones, espesantes, colas, vinos dulces, zumos, Rango 0 a 32% Brix, Resolución 0,2 %, Precisión de  $\pm 0,2\%$ , compensación automática de temperatura)
- Vaso de precipitación (Marca: Marienfeld, Material de vidrio de capacidad de 100 ml)
- Bureta (Marca: Protón, Material de vidrio borosilicato, capacidad de 10 ml)
- Termómetro (Marca: INFRARED THERMOMETHER, Rango de medición de 50 a 380°C, Indicación del valor de medición de °C a °F, Distancia de medición de 5 a 15 cm, Grado de emisión fijo)
- Pera de succión (Material de goma)
- Pipeta volumétrica (Marca: GDR, Material de vidrio, aforada, con su extremo inferior

cónica)

- Tubos de ensayo (1,5) ml
- Probetas (100,250,500) ml
- Asas
- Pinzas
- Mechero bunsen
- Matraz 250ml Erlenmeyer
- Vidrio de reloj
- Espátula
- Frascos autoclavables
- Cajas Petri
- Papel de aluminio
- Fundas herméticas ziploc
- Frascos de color ámbar
- Algodón
- Papel kraft
- Tamiz
- Agua
- Ácido sulfúrico
- Ácido clorhídrico
- Cloruro férrico
- Hidróxido de sodio 10%
- Permanganato de potasio
- Reactivo de benedict
- Limadura de magnesio
- Reactivo de Fehling
- Autoclave

## Tipo de investigación

En la presente investigación se tomó como muestra la cascarilla de cacao, la cual se obtuvo de una parcela de la parroquia Calceta, del cantón Bolívar, de la provincia de Manabí, la cual una vez recolectada y debidamente limpiada eliminando toda materia extraña que se hubiese encontrado, para posteriormente someterla a un proceso de molienda por medio de un molino convencional, luego de aquello se realizó el respectivo secado durante 90 minutos en la estufa a 45°C. Luego de este tiempo se realiza un tamizado para obtener un polvo muy fino por medio de un tamiz de 210 micras eliminando cualquier tipo de residuo presente, y por último se almacenaron las muestras en fundas impermeables hasta que sea procesado para sus respectivos ensayos.

El método seleccionado aplicado en esta investigación fue básica- descriptiva, empleando diversos métodos estudiados en revisiones bibliográficas y experimentales; donde se pudieron aplicar diversos análisis fisicoquímicos, fitoquímicos y microbiológicos, además de una evaluación sensorial del producto terminado, contribuyendo a la aplicación de conocimientos científicos con fundamentos cualitativos para el diseño de una planta a escala industrial.

## Análisis organolépticos

Las características de los análisis organolépticos incluyen, olor, color, sabor (Véase Tabla 1).

Tabla 1. Análisis organolépticos

|                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| <b>Olor</b>    | Floral, cacao, frutal, nuez        |
| <b>Color</b>   | Marrón oscuro                      |
| <b>Sabor</b>   | Acido, amargo, astringencia, dulce |
| <b>Textura</b> | Líquido, particulada               |

## **Determinación de pH**

El pH puede determinar el grado de acidez o alcalinidad que posea cualquier tipo de muestra. Donde el valor pH, nos indica el menos logaritmo en diez veces de la concentración de iones de hidrógenos.

Se utiliza en un recipiente bien limpio, para poder tomar la muestra. Es preferible lavarlo con agua destilada. Una vez que la muestra se encuentre en el laboratorio, es necesario realizar sus debidos análisis dentro de dos horas por lo que esto puede ser afectado por la interacción con el anhídrido carbónico. Luego se calibra el equipo con la solución de buffer, y se lava el electrodo con agua destilada. Y se realiza la medición del pH con el potenciómetro (Goyenola, 2007).

## **Humedad**

Para realizar la medición de humedad se colocan de 1 a 2 gramos de muestra, se la coloca en la termobalanza donde esta comienza a aumentar la temperatura, hasta poder reducir el máximo nivel de agua, donde se la analiza por medio de la pérdida de peso del producto. Una vez que haiga reducido su contenido agua inicialmente podemos medir el porcentaje de humedad.

## **Cenizas**

Se coloca en un crisol de porcelana, 2 gramos de la muestra requerida para posteriormente ingresarla a la mufla durante un periodo de una hora. Luego de haber transcurrido el tiempo necesario extraemos el crisol de la mufla una vez calcinada, para poder ponerla dentro del desecador durante 15 minutos, para finalmente poder obtener el contenido de ceniza mediante la fórmula necesaria.

## **Proteínas**

Pesamos por medio de diferencia precisamente en un papel filtro, cierta cantidad de muestra que se encuentre entre los rangos de 0,5-1 gramos, se acarrea de forma de paquete a un balón de digestor Kjeldahl. Se pesa 1 gramos de sulfato de cobre monohidratado y 18 gramos de sulfato de potasio que so colocado en un balón, donde es puesto en el reverbero del digestor de una manera

inclinada y se lo calienta a ebullición, hasta que tome un color claro y transparente. Luego se enfría el balón y agregamos de dos a tres pedazos de parafina para estabilizar la ebullición, y se ingresan tres granallas de zinc y 80 ml de soda Kjeldahl, se obtiene 50 ml de destilado teniendo de amoniaco en 50 ml de ácido sulfúrico a 0.1 N y tres gotas de rojo metilo. Una vez terminando la destilación se remueve el matraz y se titula con una solución valorada en NaOH 0.1N, para poder determinar el volumen de ácido sulfúrico que no se han mezclado, en donde se restan los 50 ml que se agregaron en la fiola nos da como resultado los ml que fueron requeridos, para combinarse con amoniaco desprendido de la desolación. Como parte final de la titulación es la presencia de un color rosado a una débil coloración naranja.

## **Grasas**

Las materias de grasas son extraídas por medio de éter de petróleo, mediante la extracción continua en Soxhlet por un tiempo de 12 hora aproximadamente, donde se recupera el solvente del extracto etéreo y a continuación se debe secar la grasa en una estufa con una temperatura de 105° C por dos horas, y posteriormente se seca y se pasa a un desecador para lograr enfriar y poder pesarlo.

## **Análisis microbiológicos de la materia prima**

En este análisis microbiológico de la muestra de la cascarilla de cacao en el cual se realizó un recuento de microorganismo aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, en el cual este análisis se realizó de manera duplicada. Para realizar este experimento se preparó una solución madre con una concentración 1:10, para ello se pesó 25 gramos de la cascarilla de cacao, luego se añadieron 225 ml de agua peptonada y se homogeniza durante 30 segundo. Posteriormente de la solución madre obtenida se prepara diluciones con una concentración de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , y  $10^{-4}$  en agua peptonada.



## RESULTADOS

La Tabla 2 presenta el porcentaje de la determinación de los análisis proximales comparados con otros autores. Donde claramente se puede evidenciar que el porcentaje de humedad es de 10,29% el cual es más elevado a los estudios reportados por (Villamizar & López, 2017) que es de 6,7% (Cardona *et al.*, 2002) y con un valor de 6%. La humedad permisible en la harina es de <15%, para evitar procesos de degradación y contaminación por mohos y levaduras según NTE INEN 616, 2015. Por lo tanto, podemos decir que la harina obtenida de la cascarilla de cacao estaría cumpliendo con este parámetro al igual que los valores reportados por los otros autores.

Tabla 2. Datos de los análisis proximales de la cascarilla de cacao comparados con otros autores

| Parámetros          | (Zambrano & Suárez, 2018) | (Villamizar & López, 2017) | (Soto, 2012) | (Cardona <i>et al.</i> , 2002) |
|---------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|
| Humedad (%)         | 10,29                     | 6,7                        | 4,31         | 6                              |
| Cenizas (%)         | 13,41                     | 11,4                       | 7,81         | 7,9                            |
| Fibra dietética (%) | 2,70                      | 56,8                       | ND           | 44                             |
| Grasas (%)          | 6,58                      | 0,7                        | 1,23         | 4,4                            |
| Proteínas (%)       | 24,58                     | 6,3                        | 18,91        | 15,6                           |

Se observa que el porcentaje de fibra es de 2,7% valor que es mucho menor los valores obtenidos por (Villamizar & López, 2017) y (Cardona *et al.*, 2002) los cuales fueron de 56,8% y 44% respectivamente. Cabe mencionar que el porcentaje registrado en este proyecto es la porción soluble de la fibra al contrario de las demás que es la fibra total. La fibra representa la porción digerible de un determinado producto, mientras mayor sea su concentración en este, menor será su valor alimenticio (Escudero & González, 2006, p 61 - 72), pero será digerido con más facilidad causando así menos problemas en el colon por estreñimiento. Se evidencia que el contenido de grasas es de 6,58%, valor que es mayor a los registrados por (Soto, 2012) 1,23% y (Cardona *et al.*, 2002) 4,4%.

En los análisis de cenizas se tiene un valor de 13,41% que es mayor a lo registrado por (Soto P., 2012) 7,81% y (Villamizar & López, 2017) 11,4%. Según la NTE INEN 616 (2015), las harinas integrales obtenidas de origen vegetal deben ser menores al 2%, razón por la cual no deben ser consumidas de forma directa ya que ninguna de las tres estaría cumpliendo con este parámetro. Las cenizas totales indica el contenido de minerales que contiene el material vegetal y es utilizada como factor de calidad en cuanto a la contaminación o impurezas que se pueden presentar en la materia prima o en el proceso del producto terminado (Soto, 2012).

Las proteínas localizadas obtenidas en esta investigación son de 24,58% valor mayor a lo reportado por (Villamizar & López, 2017) 6,3% y (Cardona *et al.*, 2002) 15,6%. El análisis de proteínas evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra (Medranda & Ponce, 2017).

Tabla 3. Contenido de minerales y su contribución en porcentaje de la ingesta diaria recomendada

| Muestra | Contenido de minerales (mg /g de harina) |     |      | Porcentaje de contribución de acuerdo al consumo diario (109 g de harina) |      |       |
|---------|--|-----|------|---|------|-------|
|         | Mn                                       | K   | Zn   | Mn  | K    | Zn    |
| HT      | 1,06                                     | 363 | 2,60 | 57%   | 8,7% | 18,5% |
| HCC     | 3,57                                     | 235 | 5,94 | 194%  | 5,6% | 42,2% |
| 25% HCC | 1,68                                     | 331 | 3,43 | 91%   | 7,9% | 24,4% |
| 50% HCC | 2,31                                     | 300 | 4,27 | 125%  | 7,2% | 3,10% |
| 75% HCC | 2,94                                     | 267 | 5,10 | 160%  | 6,4% | 36,2% |

En la Tabla 3 se muestra el porcentaje de contribución de los minerales como manganeso, potasio y zinc en base a una ingesta diaria determinada a través del consumo per cápita anual, el cual es de 109g de harina de trigo. La muestra enriquecida con un 25% de harina de cascarilla de cacao presentó contenidos en Mn, inferiores a las demás formulaciones de mezclas, además es la única muestra que no sobrepasa el límite de consumo diario para este mineral la cual según la Organización Mundial de la Salud es de 2mg/día, mientras que las demás estarían excediendo con el límite de consumo diario para este mineral. El mineral de Manganeso es importante para el metabolismo de la salud y formación de la estructura ósea, sin embargo, no se debe exceder el

límite permitido ya que puede inhibir la absorción de otros minerales (Drago *et al.*, 2007, p 41 - 46).

En el caso del potasio y zinc, estos se encontrarían biodisponible en todas las formulaciones de mezcla estudiadas ya que ninguna de estas supera el límite de consumo de estos minerales por día. El Zinc es realmente vital para el cuerpo humano pues ayuda a regular la producción celular en el sistema inmunitario, de igual manera el potasio importante para mantener el crecimiento normal del cuerpo, controlar el equilibrio ácido-base, regular el funcionamiento digestivo, crear músculo, y controlar la actividad eléctrica del corazón (Rosado *et al.*, 1999).

Tabla 4. Resultados de análisis microbiológico de la materia prima y mezclas evaluadas

| Parámetro      | Unidad | Resultado           |                           |                           |                           |
|----------------|--------|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                |        | Cascarilla de cacao | Mezcla 75% H.T. /25% C.C. | Mezcla 50% H.T. /50% C.C. | Mezcla 25% H.T. /75% C.C. |
| <i>E. Coli</i> | UFC/g  | <10                 | Ausencia                  | Ausencia                  | Ausencia                  |
| Mohos          | UFC/g  | <300                | <300                      | <300                      | <300                      |
| Levaduras      | UFC/g  | <300                | <300                      | <300                      | <300                      |

En la Tabla 4 observamos los resultados microbiológicos de las muestras evaluadas teniendo como resultado valores adecuados para la harina elaborada en todas las proporciones de mezclas según lo que indica la NTE INEN 616 2015. Al comparar con los valores obtenidos por (Baena & García, 2012) los cuales presentan mayor carga bacteriana, de esto se puede deducir que puede variar de acuerdo con el tratamiento y desinfección que se le dé a la materia prima. Esta diferencia puede ser consecuencia de la calidad de las prácticas agrícolas aplicadas a la semilla de cacao, desde su cosecha, secado, almacenaje y transporte.

Tabla 5. Resultados de la capacidad antioxidante mediante ABTS

| <b>Capacidad antioxidante por ABTS de las mezclas</b> |          |                            |                      |
|---|----------|----------------------------|----------------------|
| Muestra   | Réplicas | Ecuación de Trolox (media) | Concentración (mg/L) |
| 25% C.C. / 75% H.T.                                   | 3        | 4,9478                     | 46,179               |
| 50% C.C. / 50% H.T.                                   | 3        | 4,9805                     | 46,484               |
| 75% C.C. / 25% H.T.                                   | 3        | 5,1094                     | 47,687               |
| 100% C.C. / 0% H.T.                                   | 3        | 5,4505                     | 50,871               |

La Tabla 5 visualiza los datos de la capacidad antioxidante de las mezclas evaluadas determinado mediante el método ABTS, donde se observa que los valores obtenidos poseen similitud en todos los porcentajes de mezclas, teniendo valores entre 46,179-50,871 mg/L para las mezclas de 25 y 75% respectivamente. Estudios previos le atribuyen a la cascarilla de cacao una alta capacidad antioxidante, lo que, sumado a su relativo bajo costo, lo hacen un sub-producto con un alto valor agregado, pero antes de promoverlo como tal, se necesita garantizar su calidad (Sangronis *et al.*, 2014). Todo esto en base a la norma que requiere la elaboración de harinas integrales.

Tabla 6. Resultados de la capacidad antioxidante mediante ABTS

| <b>Cantidad de polifenoles de las mezclas a 109 gr de consumo diario de harina de trigo</b> |                            |                            |                            |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>25% C.C. / 75% H.T.</b>  | <b>50% C.C. / 50% H.T.</b> | <b>75% C.C. / 25% H.T.</b> | <b>100% C.C. / 0% H.T.</b> |
| 506,91 mg/g   | 896,73 mg/g                | 1177,10 mg/g               | 1605,34 mg/g               |



En la Tabla 6 se puede evidenciar el contenido de polifenoles de cada una de las mezclas de acuerdo con el consumo diario de harina de trigo. Los datos relativos a la ingesta diaria de polifenoles son muy variables según el enfoque del estudio, porque hay distintos hábitos y gustos en el consumo de alimentos, lo que puede cambiar dramáticamente el patrón de ingesta, sin embargo, se estima que la ingesta media de polifenoles es de 1500 mg al día, aproximadamente (Navarro *et al.*, 2017). Dado este resultado se puede decir que todas las mezclas evaluadas estarían dentro de este valor para el consumo diario de harina de trigo.

## DISCUSIÓN

Es común en la actualidad darse cuenta de que cada vez son más los interesados en realizar estudios sobre la utilidad que se le pueden dar a los residuos, ya sea en el ámbito alimenticio, farmacéutico, cosmetológico entre otros. Por ello se plantea la idea de dar solución a uno los residuos que se generan con mayor volumen en el país con fines alimenticios.

En la presente investigación se realizó un estudio sobre el enriquecimiento de harina de trigo con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) en proporciones de mezcla adecuadas. La cascarilla de cacao es un residuo que actualmente no está dirigido hacia el consumo de las personas, pero que debido a sus propiedades puede ser muy buena fuente de alimento. Así como menciona Villamizar & López (2017) y Soto (2012) en estudios realizados a la cascarilla de cacao, demostrando que puede ser un buen alimento funcional rico en fibra dietaria.

En los valores obtenidos de los análisis proximales y análisis de minerales de la cascarilla de cacao, donde los resultados de los proximales salieron similares a Sangronis *et al.*(2014), pero diferentes a otras investigaciones como Villamizar & López (2017), Cardona *et al.* (2002), el cual se observan valores superiores a la de ellos como en el caso de las proteínas cenizas y grasas, de esto se puede adjudicar que esas investigaciones fueron realizadas con cascarilla de cacao de otros países, teniendo en cuenta que el cacao de Ecuador y, en especial, el de Manabí tiene propiedades muy diferentes a la de otros países. Mientras que en los análisis de minerales se encontraron resultados de valores muy elevados de manganeso, el cobre y el zinc comparados



con León (2006), Cardona *et al.* (2002), esto se puede atribuir a la alta cantidad de sales en el suelo donde ha sido sembrada la materia prima y el uso de fertilizantes usados sobre estas plantas. Todo en función a la normativa ecuatoriana que requieren especificaciones de calidad de la materia prima, que incluya informe de análisis químico.

## CONCLUSIONES

Se concluyó que el porcentaje para enriquecimiento de harina de trigo con harina de cascarilla de cacao que mejor se ajusta a los parámetros de calidad para harinas, es cercano al 25%, sin embargo, no puede ser superior a esto debido a parámetros como el porcentaje de ceniza (2,87%) y grasas (9,15%) que posee la cascarilla de cacao están por encima de lo que indica la NTE INEN 616 (2015). Se apreció la presencia de compuestos específicos en las mezclas como son los compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides y tánicos los cuales son denominados metabolitos secundarios. De acuerdo con los requisitos de control de calidad para harinas se realizaron análisis proximales, análisis de minerales, estabilidad de las mezclas por determinación de pH y Humedad, descripción organoléptica y análisis microbiológico, los cuales fueron resultados positivos según lo establecido por las normas utilizadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bacigalupo, A. & Tapia, M. (2000). *Agroindustria de la quinua*. Agroindustria. Disponible en: [www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdro m/contenido/libro10/cap05.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdro m/contenido/libro10/cap05.htm)
- Baena, L., & García, N. (2012) *Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao L. de una industria chocolatera colombiana*. (tesis de grado). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3036>



- Cardona, M., Sorza, J.D., Posada, S.L., Carmona, J., Ayala, S.A., & Álvarez, O.L. (2002). Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 240-246. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323805>
- Chin, E., Miller, K.B., Payne, M.J., Hurst, W.F. & Stuart, D. (2013). Comparison of antioxidant activity and flavanol content of cacao beans processed by modern and traditional Mesoamerican methods. *Heritage Science*, 1(9), 1-7. <https://doi.org/10.1186/2050-7445-1-9>
- Drago, S.R., González, R.J, Chel-Guerrero, L. & Valencia, M.E. (2007). Evaluación de la Disponibilidad de Minerales en Harinas de Frijol y en Mezclas de Maíz/Frijol Extrudidas. *Revista Información Tecnológica*, 18(1), 41-46. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642007000100007>
- Escudero Álvarez, E. & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21(2), 61-72. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112006000500007&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500007&lng=es&tlng=es).
- Enríquez, G. (2004). *Cacao orgánico: guía para productores ecuatorianos*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2005000005>
- Goyenola, G. (2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Alcalinidad*. Determinación de la Alcalinidad Total. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA. Versión 1.0. Disponible en: [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf)



- Rosado, J.L., Camacho-Solís, R., y Bourges, H. (1999). Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México. *Salud Pública Mex*, 41, 130–137. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/1999.v41n2/130-137>.
- Kalvatchev Z., Garzaro D. & Guerra F. (1998). *Theobroma Cacao L.*: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*, 4 (6), 23-25. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1209>
- León-Nájera, J.A., Gómez-Álvarez, R., Hernández-Daumás, S., Álvarez-Solis, J.D., & Palma-López, D.J. (2006). Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos en los altos de Chiapas, México. *Universidad y Ciencia*, 22(2),163-174. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=154/15422207>
- Medranda, A., & Ponce, H. (2017). *Proceso químico de extracción para principios activos de hojas y corteza de teca (Tectona grandis L.F.) bajo evaluación fitofarmacéutica* (tesis de grado) Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
- Navarro González, I., Periago, M.J. & García Alonso, F.J. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(4), 320-326. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357>
- NTE INEN 616. (2015). Harina de Trigo: Requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana*. Servicio Ecuatoriano de Normalización. Disponible en: <https://docplayer.es/32084179-Nte-inen-616-cuarta-revision.html>
- Quintero, L. & Díaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 10 (18), 47–59. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1312/1258>
- Sangronis, E., Soto M., Valero, Y. & Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64 (2), 1-7. Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2014/2/art-7/>



Sciarini, L., Steffolani, M. & León, A. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *AgriScientia*, 33 (2), 61-74. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v33.n2.17468>

Soto, M.J. (2012). *Desarrollo del Proceso de Producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinado el consumo humano* (tesis de grado). Universidad Simón Bolívar, Colombia. Disponible en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/07/000155680.pdf>

Villamizar-Jaimes, A.R. & López-Giraldo, L.J. (2017). Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción. *Revista Respuestas*, 22 (1), 75-83. Disponible en: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/821/1677>