

## Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad CCN-51. 1<sup>δ</sup>

### *Characterization physicochemical, microbiological and functional of cacao shell flour (*Theobroma cacao L.*) variety CCN-51*

Yessenia Lisbeth Villamizar Jaimes\*  
Jefferson Shair Rodríguez Guerrero\*\*  
Lexy Carolina León Castrillo\*\*\*



Recibido: 14 de diciembre de 2016

Aceptado: 27 de enero de 2017

Tipo de artículo: resultado de investigación.

### Resumen

En Colombia el Gobierno Nacional ha considerado de alta importancia económica la producción de cacao, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) estima aumentar para el año 2020 las áreas de siembra. En la explotación cacaotera solo se aprovecha la semilla, que representa aproximadamente un 10% del peso del fruto. Los desechos generados están constituidos por la cáscara, foco para la propagación de *Phytophthora spp*, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (López et al., 1984). La investigación tiene como objetivo aprovechar la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad CCN-51, para obtener harina a partir de ella. Primero se estandarizó un proceso para la elaboración de la harina donde se realizaron 2 (dos) tratamientos (T) de secado; T1, secado natural (luz solar) por 5 (cinco) días y un tratamiento T2 en un secador por charolas. La harina obtenida fue sometida a unas pruebas fisicoquímicas y microbiológicas. Los resultados de los análisis microbiológicos se compararon con la NTC 267 de la harina de trigo, determinando que la harina secada en el T1, no cumple con la normatividad vigente, la harina, del T2, por el contrario, si cumple, por lo que se decide realizar a ésta, las pruebas funcionales y un análisis sensorial para evaluar su calidad.

**Palabras clave:** Aprovechamiento, calidad, secador de charolas, secado natural, *Theobroma cacao L.*

### Abstract

In Colombia, the National Government has raised cacao production in economic terms; the Ministry of Agriculture and Rural Development (MADR) estimates that by 2020, it will have increased its sowing areas. Only the seed, which represents about 10% of the fruit's weight, is used in the cocoa harvest. The residues generated are constituted by the shell, a focus for the propagation of *Phytophthora spp.*, the main cause of economic loss of cocoa activity (López et al., 1984). The research aims to take advantage of the cocoa shell (*Theobroma cacao L.*) variety CCN-51, to obtain a flour from this shell. First, a process for the preparation of the flour was standardized where two (2) treatments (T) of drying were carried out; T1 natural drying (sunlight) for 5 (five) days and a T2 treatment in a dryer using trays. The obtained flour was submitted to physicochemical and microbiological tests. In the results the microbiological analyzes which were compared with the NTC 267

<sup>δ</sup> Este artículo es resultado del proyecto Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad CCN-51. Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Agroindustrial. Semillero de investigación Aprovechamiento de Subproductos y Residuos Agroindustriales y Bioprocesos (Sinarba).

\* Estudiante Investigador. Universidad Francisco de Paula Santander. Correo: yessenia.villamizar.@gmail.com.

\*\* Estudiante Investigador. Universidad Francisco de Paula Santander. Correo: zahirk\_12@hotmail.com.

\*\*\* Magister (c) Ciencia y Tecnología de Alimentos. Esp. Sistemas Integrados de Gestión de Calidad. Docente Catedra. Universidad Francisco de Paula Santander. Correo: lexycarolinalc@ufps.edu.co.

of the wheat flour determined that the dried flour in the T1 does not comply, in contrast to the flour of the T2 that does comply with the current norm. For this reason, A Functional tests and a sensory analysis were carried out to evaluate the quality of the flour.

**Keywords:** Exploitation, natural drying, quality, *Theobroma cacao L.*, tray dryer.

## Introducción

El cacao es una planta originaria de las regiones tropicales de centro y Suramérica, donde crece espontáneamente desde hace unos 6000 años. *Theobroma cacao L.*, llamado así científicamente hace referencia al árbol de cacao, *Theobroma* en griego significa “alimento de los dioses” y *cacao* deriva de los Naa de Mesoamérica. (De La Mota, I.2007). El cacao es un árbol que necesita de humedad y calor, puede alcanzar hasta 10 metros de altura, pero en cultivos se mantiene a una altura de 2 a 3 metros para facilitar el control del fruto, con flores durante todo el año aunque solo en dos épocas son fértiles. El fruto denominado comúnmente mazorca nace directamente del tallo; tiene forma de calabacín alargado, pesa entre 450 y 500 g cuando madura, puede llegar a medir de 15 a 20 cm de largo y 7 a 10 cm de ancho, como se puede ver en la fig. 1. (De La Mota, Ignacio H. 2007)



**Figura 1.** Fruto *Theobroma cacao L.* CCN  
Fuente: Elaboración propia, 2016

En la explotación cacaotera solo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco. Los desechos generados están constituidos en su mayoría por la cáscara, que además se considera un foco para la propagación del hongo *Phytophthora spp.* causante de la mazorca negra, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (López et al., 1984) Esta circunstancia se ha traducido en serios problemas ambientales tales como la aparición de olores fétidos y el deterioro del paisaje, así como también problemas de disposición. Norte de Santander debido a sus condiciones de suelos y clima participa en la producción nacional con diferentes variedades de cacao. La variedad del cacao Clon 51 (CCN-51) representa numerosas hectáreas del cultivo en la región, siendo considerado un árbol precoz de alta calidad y productividad, tolerante a las enfermedades, con mazorcas y semillas grandes y de fácil manejo ya que no alcanza grandes alturas.



**Figura 2.** Cáscara de cacao en descomposición  
Fuente: Elaboración propia, 2016

El desarrollo del proceso de estandarización en la elaboración de la harina a base de cáscara de cacao se realizó utilizando los residuos de cáscara procedentes de la finca el Níspero, ubicada en el municipio de San Cayetano, Norte de Santander. El desarrollo del proceso de estandarización en la elaboración de la harina a base de cáscara de cacao se realizó utilizando los residuos de cáscara procedentes de la finca el Níspero, ubicada en el municipio de San Cayetano, Norte de Santander. La presente investigación tiene como objetivo aprovechar la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51 en la agroindustria, residuo potencial en la actividad cacaotera para obtener una harina a partir de dicha cáscara determinando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales. Se realizó un análisis sensorial para evaluar la calidad de la harina y su grado de aceptación.

### Materiales y métodos

El proyecto se encuentra enmarcado dentro de una investigación evaluativa y cuasi – experimental. La población está conformada por 5 toneladas de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51 del municipio de San Cayetano, Norte de Santander y la muestra de este trabajo de investigación son los 40 kilos de cáscara de cacao los cuales se toman de un 4% del total de 1 tonelada de producción que corresponde a un 20% de la finca el Níspero.

Se plantearon las siguientes fases:

**Fase 1.** Estandarización del proceso de elaboración de harina a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.). Se realizó de forma controlada y con buenas prácticas de manufactura cada proceso. En la elaboración de la harina se realizó adecuadamente cada operación con su debido protocolo y de esta forma obtener un producto inocuo y de alta calidad.

**Fase 2.** Determinación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas obtenidas de las harinas de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51 por dos métodos de secado.

Pruebas fisicoquímicas. Se aplicaron las siguientes:

**Determinación de la humedad.** AOAC 925.10 18th Edición – Gravimétrico. Determinación de proteína. Procedimiento interno validado-Método Kjeldahl. Determinación de cenizas. AOAC 920.85 18th Edición - Extracción por Soxhlet. Determinación de grasa. AOAC 920.85 18th Edición - Extracción por Soxhlet. Determinación de carbohidratos. Resolución 333 de 2011. Determinación de fibra. AOAC 923.03 18th Edición.

**Pruebas microbiológicas.** Las muestras de la harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.), se llevaron al laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Medio Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander, donde se les realizó los análisis microbiológicos reglamentarios (Aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, Salmonella, Mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*).

Se usaron dos técnicas para el recuento de microorganismos:

- Método recuento en placa (Camacho *et al.* 2009).
- Método número más probable. (Camacho *et al.* 2009).

Se preparó la suspensión inicial y se realizaron las diluciones para las muestras microbiológicas con agua peptonada 0.1%. Para la preparación de las diluciones se hizo lo recomendado por el instituto nacional de salud (Luna, 1991).

**Aerobios mesófilos.** A partir de las diluciones descritas anteriormente, se lleva a cabo la inoculación de está en cajas con agar SPC (Standard Plate Count agar, Oxoid) (Parentelli *et al.*, 2007), incubadas luego a 35±2°C durante 24-48 horas.

***Escherichia coli*:** A partir de las diluciones descritas anteriormente, se lleva a cabo la inoculación de está en cajas con agar EMB (agar lactosa, eosina-azul de metileno, Oxoid) (Sermkiattipong *et al.*, 2002), incubadas luego a 44°C durante 24-48 horas.

***Salmonella*:** Primero se realizó un pre-enriquecimiento: Se tomó 25 gramos de la muestra, para ser mezclados en 225 ml de agua de peptona tamponada.

nada, incubadas luego a 35±2°C durante 18-20 horas. A continuación, se inocula 1 ml del cultivo anterior en 10 ml de caldo Rapaport, incubando a 42 °C durante 18-24 horas; llevando a cabo la inoculación en agar base XLD (agar xilosa, lisina-desoxicolato, Oxoid) (Parentelli et al., 2007), incubadas a 35±2°C durante 48-72 horas.

Mohos y levaduras. Se inoculó 0.1 ml, de la dilución correspondiente sobre la superficie de las cajas de agar PDA (agar papa dextrosa, Oxoid) (Sermkiattipong et al., 2002), se deja absorber e incuba invertidas las cajas a 25°C por 3 a 5 días.

*Staphylococcus aureus* coagulasa positiva. Partiendo de las diluciones decimales, sembrar, por duplicado, en placas Baird Parker, mediante extensión en superficie. Incubar a 37°C durante 48 ± 2 horas. Después de la incubación, examinar las placas para ver la presencia de colonias sospechosas de *S. aureus* (Departamento de microbiología y genética Universidad de Salamanca, 2015).

Fase 3. Determinación de las propiedades funcionales de la harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51.

**Capacidad de retención de agua (CRA).** Se empleó el método de beuchat (1977) con modificaciones. Se pesó 1 g de harina, se le añadieron 10 ml de agua destilada y se mezclaron por 2 min. Esta mezcla se dejó en reposo durante 30 min y después se centrifugó a 3 500 rev/min durante 25 min. Se decantó el sobrenadante, se invirtió el tubo en un ángulo de 45° y se dejó drenar por 30 min. Al cabo de este tiempo se pesó de nuevo y la diferencia respecto al peso inicial de harina representó la cantidad de agua absorbida por 1 g de harina (citado por Venegas, 2009).

**Capacidad de retención de aceite (CRA).** Se empleó el método de Lin y Humbert (1974) con algunas modificaciones. Se pesó 1 g de harina y se le adicionaron 10 mL de aceite de soya, mezclándolos bien durante 1 min. Se dejó reposar la mezcla durante 30 min y cada 5 min se mezclaba por 30 seg. Al cabo de este tiempo se centrifugó a 3 500 rev/min durante 25 min. Se decantó el aceite libre, se invirtió el tubo en

un ángulo de 45° y se dejó drenar durante 30 min. Se calculó la cantidad de aceite absorbido por diferencia de peso y se expresó el resultado como gramos de aceite absorbido gramo de harina (citado por Venegas, 2009).

**Capacidad de hinchamiento (CH).** Se determinó utilizando la técnica citada por (Chau, 1997 citado por García, 2003). Se coloca 0.5 g. del producto en una probeta graduada de 10 ml, después de medir el volumen (V0) ocupado por el producto se adicionó un exceso de agua (5 ml.) y se agita. Se dejó reposar durante 24 horas, luego mide el volumen final (Vf) de la muestra.  $CH = Vf (ml) - V0 (ml) / \text{Peso de muestra (g)}$ .

**Bromatos y yodatos.** El procedimiento consiste en cernir con el tamiz numero 60 aproximadamente 4 g de harina a ensayar. Esparcir la mezcla del reactivo (solución de yoduro de potasio y ácido clorhídrico 1:1) sobre la harina con un frasco pulverizador hasta que todas las partículas estén humedecidas. (Manual de laboratorio agroindustria cereales y oleaginosas, 2014)

**pH.** El valor del pH se mide de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro.

**Determinación de acidez.** El procedimiento consiste en pesar 10 g de la harina, agregar la harina en un Erlenmeyer con 100 ml de agua destilada y agitar fuertemente y colocar en baño maría a 40 °C durante 1 hora, con el recipiente tapado flojamente. Filtrar el contenido en caliente y separar 50 ml de filtrado claro en un vaso de 250 ml, dejar que enfríe. Añadirle de 3-4 gotas de fenolftaleína, titular con el hidróxido de sodio y tomar nota del gasto para reemplazarlo en la fórmula. El resultado se da en la fórmula 1 que se evidencia a continuación. (Manual de laboratorio agroindustria cereales y oleaginosas, 2014)

**Fórmula 1**

$$\% \text{ de acidez} = \frac{G * N \text{ meq del ácido}}{g \text{ de muestra}} * 100$$

Dónde: G es gasto de la solución de NaOH, N es la normalidad de la solución de NaOH, Meq del ácido es miliequivalente del ácido en que se

expresa la acidez (ácido predominante), del ácido sulfúrico. Meq: 0,04904, g muestra indica el peso de la muestra a analizar.

Fase 4. Evaluación de las características sensoriales de la harina de cáscara de cacao seleccionada mediante inclusiones con una harina comercial (Harina de trigo) elaborando galletas.

Se realizó una evaluación sensorial al producto con panelistas no entrenados, se expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando

si le disgusta o le gusta, si lo acepta o no lo acepta (Larmond, 1997), esto se hace a través de una escala hedónica de referencia, (Stone y Sidel, 2004), cuyas respuestas son analizadas por análisis de varianza (Anova) empleando el método de Tukey.

### Resultados y discusiones

Fase 1. Estandarización del proceso de elaboración de harina a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) Variedad CCN-51, ver en la fig. 3

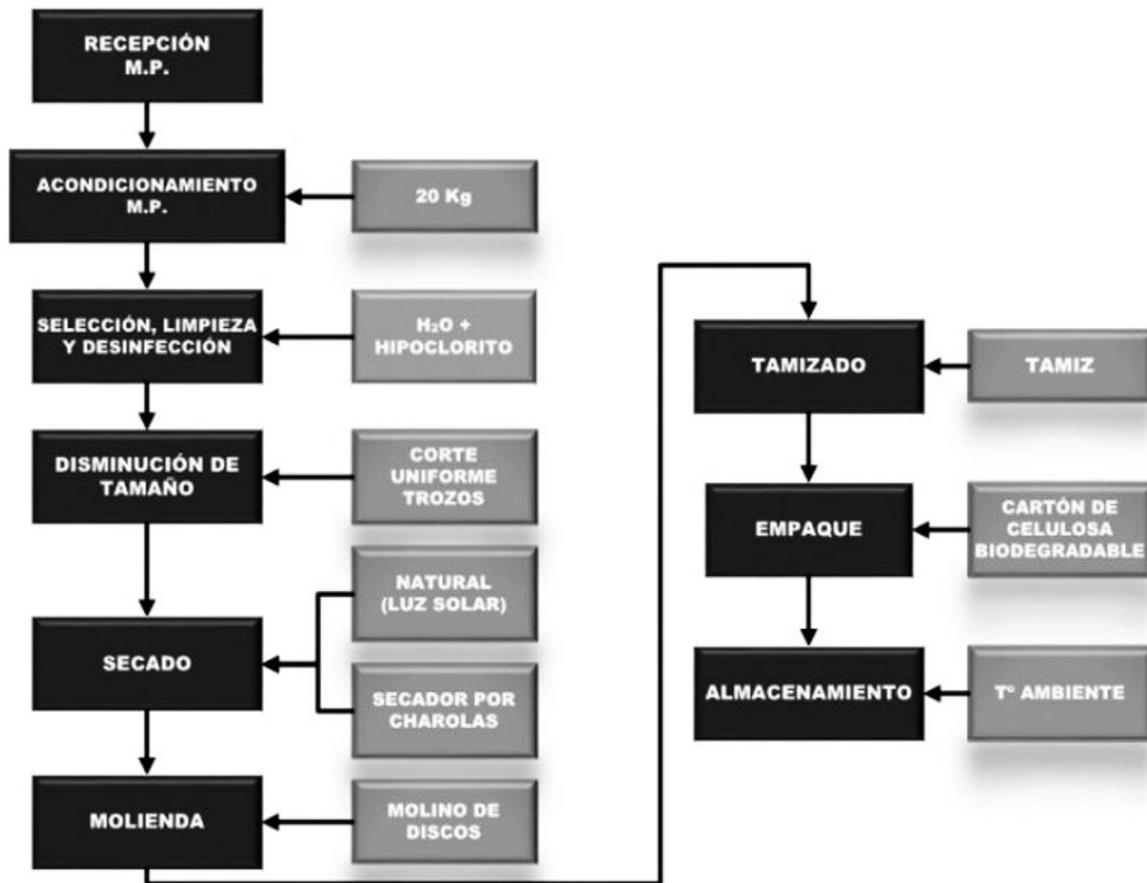
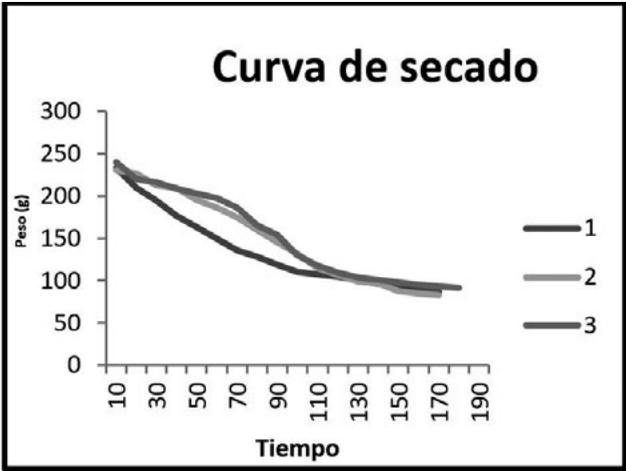


Figura 3. Flujograma del proceso de elaboración de la harina de cáscara de cacao.

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 1.** Procesos de elaboración de harina a partir de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) Variedad CCN-51

<b>Recolección y acondicionamiento de la cáscara de cacao (Theobroma cacao L.)</b>	Se recolectaron 40 kg de cáscara de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), este material se recogió luego del corte y extracción. Se dividió el material en dos partes iguales de 20kg con el fin de trabajar dos tratamientos con la misma cantidad, cada tratamiento fue sometido a un método de secado diferente.
<b>Selección, limpieza y desinfección</b>	Se realizó la selección y limpieza de las cáscaras de cacao rechazando las que tenían algún ataque microbiano quedando una cantidad de 15 kg de cáscara para el tratamiento 1 y 15.4 kg de cáscara para el tratamiento 2. La desinfección se realizó en una solución H <sub>2</sub> O + hipoclorito.
<b>Troceado</b>	Al material seco se le realizó una disminución de tamaño por cortes uniformes. Se presenta una reducción a 13.5 kg de cáscara para tratamiento 1 y 14 kg de cáscara para el tratamiento 2.
<b>Secado</b>	Esta operación se realizó mediante dos tratamientos; tratamiento 1 secado natural (luz solar) y un tratamiento 2, secado artificial en un secador por charolas.
<b>Secado natural</b>	Se realizó el secado con luz solar a 13.5 kg de cáscara del tratamiento 1 durante 5 días en una lámina de acero, solo se tuvo en cuenta el cambio de la estructura de la cáscara sin ningún control de humedad. Se obtuvo una reducción en peso a 1.6 kg de cáscara seca.
<b>Secado por charolas</b>	Se realizaron 3 secados a temperaturas de 60° C relacionando el peso (g) de la cáscara de la cáscara de cacao con respecto al tiempo de secado en minutos como se muestra en la figura 4. Se evidencia la cantidad en g de la cáscara de cacao iniciando con 233g y finalizando con 87 g en un tiempo de 167 minutos, lo que significa una reducción de 62.7% en peso de la cáscara, quedando así con un peso de 37.3% de su peso original. En cuanto a los 14 kg de cáscara obtenidos del troceado del tratamiento 2 hubo una reducción a 2.2 kg de cáscara seca.
 <p><b>Curva de secado</b></p> <p>El gráfico muestra tres curvas de secado (1, 2 y 3) que representan el peso (g) de la cáscara de cacao en función del tiempo (minutos). El eje Y (Peso (g)) va de 0 a 300. El eje X (Tiempo) va de 10 a 190 minutos. Las curvas muestran una disminución constante del peso a lo largo del tiempo, con el tratamiento 1 (línea superior) manteniendo el mayor peso residual y el tratamiento 3 (línea inferior) mostrando la mayor pérdida de peso.</p>	
<b>Molienda</b>	La cáscara seca se lleva a un molino de discos donde finalmente se obtuvo la harina. La muestra del secado al sol luego de la molienda de 1.6 kg se obtuvo 1 kg de harina. De la muestra sometida al secador de charolas se obtuvo 1.6 kg de harina luego de la molienda de 2.2 kg de cáscara.

<b>Tamizado</b>	Se procede a tamizar la harina obtenida para homogenizar el tamaño de las partículas; se tamizaron empleando un tamiz metálico de 2,12 mm de espesor (AOAC 965,22). Se pesó el producto final en una báscula digital obteniendo 800 g de harina secada por charolas y 500 g de harina secado al sol.
<b>Empaque</b>	La harina de cáscara de cacao se empacó en primera etapa en un plástico de polímeros de polietileno y en segunda etapa se empaca en cartón a base de celulosa, biodegradables.
<b>Almacenamiento</b>	Temperatura ambiente

Fuente: Elaboración propia, 2016

Fase 2. Determinación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas obtenidas de las harinas de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51 por dos métodos de secado.

La evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la harina obtenida a partir de la cáscara de cacao, se realizaron en el laboratorio de alimentos Cicta y QuimiProyectos S.A.S. evidenciados en la tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados fisicoquímicos.

Análisis	MÉTODOS DE SECADO	
	Natural	Secador de charolas
Humedad inicial	82.39 %	82.39 %
Humedad final	6.67 %	10.77 %
Cenizas	11.39 %	10.77 %
Proteína	6.30 %	5.68 %
Grasa	0.71 %	3.12 %
Fibra	20.52 %	23.26 %
Carbohidratos	74.93 %	46.4 %
Valor calórico	331.31 %	236.4 %

Fuente: Elaboración propia, 2016

La cáscara tiene altos contenidos de humedad como ya se había referenciado en otros estudios donde la cáscara de cacao tiene humedad inicial de 85% (Corpoica, 2000). La humedad final en el secado natural fue la más baja con 6.67%, mientras en el secado por charolas se presentó una humedad final de la harina de 10.77%, según la norma técnica colombiana 267 sobre harina de trigo se habla de una humedad que puede ir hasta un rango máximo de 14.5. Los dos métodos presentaron humedades finales aceptables.

La proteína que presento el mayor contenido fue la de secado natural con 6.30%, mientras la del secado por charolas fue del 5.68%. En la norma de la harina de trigo NTC 267 se habla de un contenido mínimo de 7. Las cenizas que presentaron las muestras para el secado natural fue de 11.39% mayor al presente de 10.77% en el secado por charolas. Normalmente una harina de trigo tiene menos del 1% contenido de cenizas (NTC 267); en algunos estudios realizados anteriormente a la cáscara de cacao se encontraron contenidos de cenizas del 10.06 y 9.54% (Larragan A. 1958). La grasa presento un contenido de 0.71% para secado natural en la muestra de harina, un poco más bajo respecto al 3.12% que presento el secado por charolas.

Se evaluaron las muestras obtenidas de harina por duplicado, según el tratamiento de cada secado, realizando las siguientes pruebas microbiológicas: recuento de aerobios mesófilos, recuento de *Escherichia Coli*, recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva, recuento de mohos y levaduras, detección de *Salmonella*. Las pruebas se realizaron en la universidad Francisco de Paula Santander, obteniendo los siguientes resultados. Dónde: m = índice máximo permisible para indicar nivel de buena calidad. M = índice máximo permisible para indicar nivel de calidad aceptable. Secador de charolas: T<sub>2</sub>. Secado Natural: T<sub>1</sub>

**Tabla 3.** Resultados análisis microbiológico aerobios mesófilos

T	UFC/ml	M	M	Cumple
T <sub>2</sub>	7x10 <sup>-3</sup>	200000	300000	Sí
T <sub>1</sub>	1x10 <sup>-4</sup>	200000	300000	Sí

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 4.** Resultados análisis microbiológico  
Escherichia coli

T	UFC/ml	M	M	Cumple
T <sub>2</sub>	0	<10	-	Sí
T <sub>1</sub>	0	<10	-	Sí

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 5.** Resultados análisis microbiológico  
Staphylococcus Aereus coagulasa positiva

T	UFC/ml	M	M	Cumple
T <sub>2</sub>	0	<100	-	Sí
T <sub>1</sub>	5x10 <sup>-2</sup>	<100	-	No

Fuente: Elaboración propia, 2016

En las tablas anteriores se hace una comparación de los resultados obtenidos con la exigencia de la Norma Técnica Colombiana 267 harina de trigo, para evaluar si es apta para el consumo humano. La muestra de la harina secada al sol (T<sub>1</sub>) no cumple con los parámetros exigidos por la norma vigente y la muestra de la harina sometida al secado por charolas (T<sub>2</sub>) si cumple con todos los parámetros exigidos por dicha norma, por lo que se decide continuar el proyecto con la harina obtenida del secado por charolas para desarrollar los análisis funcionales; siendo la harina del T<sub>1</sub> descartada.

**Tabla 6.** Resultados análisis microbiológico  
mohos y levaduras

T	UFC/ml	M	M	Cumple
T <sub>2</sub>	250	300	5000	Sí
T <sub>1</sub>	4x10 <sup>-4</sup>	300	5000	Sí

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 7.** Resultados análisis microbiológico  
Salmonella

T	UFC/m	M	M	Cumple
T <sub>2</sub>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Sí
T <sub>1</sub>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Sí

Fuente: Elaboración propia, 2016

Fase 3. Determinación de las propiedades. Funcionales de la harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51.

Las pruebas funcionales se realizaron a la muestra de harina obtenida con el tratamiento de secado por charolas, siendo ésta la que cumple con las características microbiológicas aptas para el consumo humano, dichas pruebas se realizaron en la universidad Francisco de Paula Santander. Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 8.** Resultados pruebas funcionales

Pruebas funcionales	Resultados	Discusión
Capacidad de retención de agua. CRA: 7ml agua/ 1g muestra.	Al ser comparado con estudios realizados en espárrago blanco con resultados de 6.25ml/g de (CRA) se pudo determinar que ambos tienen un factor común, en este caso la fibra, la celulosa y la hemicelulosa, compuestos que aumentan el CRA (Matéu, 2004).	
Capacidad de retención de aceite. CRA: 3.5 ml aceite/1 g muestra.	En otros estudios realizados a la harina de espárrago 2.77ml/g (Sánchez, 2005) y la harina de cáscara de maracuyá 1.7ml/g, 3.3ml/g y 3.5ml/g (Delgado & Duque, 2016), señalan que a mayor cantidad de fibra, la CRA incrementa, esta propiedad es importante en la elaboración de productos de panadería y cárnicos (Sathe, Deshpande, & Salunkhe, 1982).	
Capacidad de hinchamiento CH = 14.7 ml – 10.1 ml/0.5 g.	Comparada con la harina de espárrago blanco que presentó 6.35 ml/g de CH (Sánchez, 2005) y la harina de cáscara de maracuyá que presenta 3.8ml/g, 6.4ml/g y 5.4ml/g (Delgado & Duque, 2016), se determina que a mayor cantidad de fibra mayor es la capacidad de hinchamiento.	

Bromatos y yodatos. Negativo	
pH. 6.2	La harina de trigo por lo general tiene un pH entre 6,0 y 6,8, de acuerdo con los autores de “Análisis químico de Pearson de los alimentos.” Eso hace la harina ligeramente ácido, pero cercano a la neutralidad en términos de pH.
Determinación acidez 0.0147%.	Se considera la harina de cáscara de cacao apta ya que no presenta un índice de acidez mayor a 0.1 teniendo en cuenta las recomendaciones bromatológicas (González, S. 2009).

Fuente: Elaboración propia, 2016

Fase 4. Evaluación de las características sensoriales de la harina de cáscara de cacao mediante inclusiones con una harina comercial (harina de trigo) elaborando galletas.

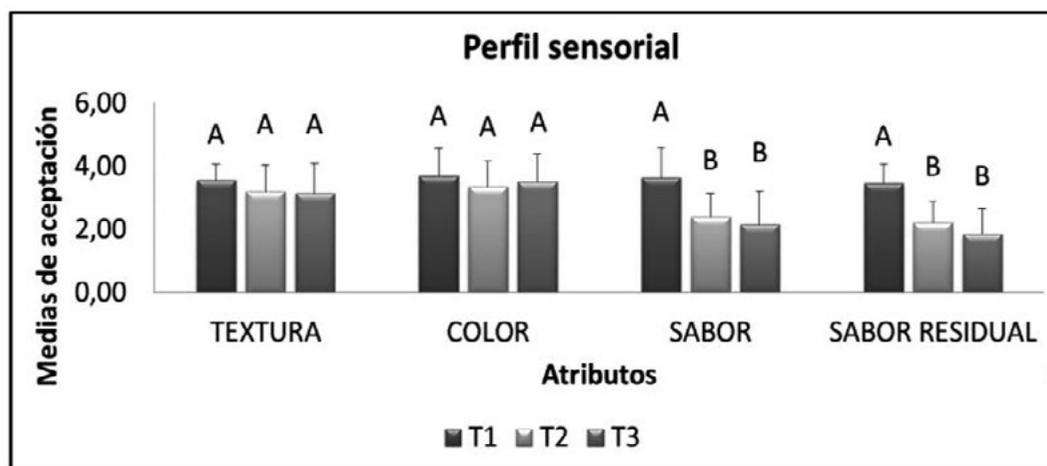
Los resultados en la tabla 9 representan la media de los veinte panelistas no entrenados más el error estándar. Las letras indican una diferencia significativa evaluada con la prueba de Tukey que tiene un nivel de significancia de 0.05, generando un nivel de confiabilidad del 95%. Las inclusiones de harina de trigo y harina de cáscara de cacao se clasificaron en los siguientes tratamientos (T): T1: 60% harina pastelera + 40% harina cáscara de cacao, T2: 50% harina pastelera + 50% harina cáscara de cacao y T3: 40% harina pastelera + 60% harina cáscara de cacao. Los valores media ± desviación estándar,

(n=20). La Escala hedónica: 1= me disgusta mucho, 2=me disgusta moderadamente 3=ni me gusta ni me disgusta, 4= me gusta moderadamente 5= me gusta mucho.

**Tabla 9.** Resultados escala hedónica

Propiedad	T1	T2	T3
Textura	3,55+/ 0,510A	3,2+/ 0,834A	3,15+/ 0,933A
Color	3,7+/- 0,865A	3,35+/ 0,813A	3,5+/- 0,889A
Sabor	3,65+/- 0,933A	2,4+/ 0,754B	2,15+/ 1,040 B
Sabor residual	3,45+/- 0,605A	2,2+/- 0,696B	1,85+/ 0,813B

Fuente: Elaboración propia, 2016



**Figura 5.** Perfil sensorial método Tukey

Fuente: Elaboración propia, 2016

## Conclusiones

Es importante tener en cuenta el proceso de recolección de la cáscara cacao y su posterior limpieza, debido a que ésta contiene altos niveles de humedad y ocurre un pardeamiento enzimático rápidamente luego de su corte. Si la cáscara queda expuesta un tiempo prolongado al aire libre es atacada por microorganismos no deseados que pueden influir de manera negativa en el proceso de obtención de la harina. El rendimiento de obtención de la harina en el secado por charolas es de un 4%, aunque no es el esperado hay que resaltar que se está aprovechando un residuo agroindustrial con altos contenidos de fibra para la cocina saludable.

Después de realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos a los dos tratamientos de secado se logró determinar que la harina sometida al secado natural (luz solar) no cumple con los estándares normativos necesarios para ser comercializada como producto de consumo humano; por el contrario la harina sometida al secado por charolas si cumple con todos los parámetros exigidos por la NTC 267 de la harina de trigo, continuando el proyecto con ésta harina para desarrollar los análisis funcionales y la evaluación sensorial.

El análisis sensorial permitió ver el nivel de agrado del consumidor. Respecto a la textura y el color todos los tratamientos obtuvieron gran aceptación, en cuanto al sabor y sabor residual hubo un nivel de preferencia por el tratamiento 1(uno); determinando que es necesario la inclusión de la harina de trigo en un 60% en la elaboración de la galleta para lograr la aceptación del consumidor final.

El rendimiento de obtención de harina en el secado por charolas es de un 4%, siendo este no muy alto, pero en vista que se está aprovechando un residuo agroindustrial y dando un valor a la cáscara, podemos apreciar un producto innovador que puede ser aplicado en la industria alimentaria, debido a su alto contenido en fibra que se evidenció con un porcentaje de 23.26 %, siendo la harina un producto agradable para la cocina saludable.

## Referencias

- Barazarte, H., Sangronis, E. y Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *Sociedad latinoamericana de nutrición ALAN*, 58(1).
- Barazarte, Humberto, Sangronis, Elba, & Unai, Emaldi. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 64-70.
- Batista, L. (2009). Guía técnica del cultivo de cacao en la Republica Dominicana. *Centro para el desarrollo agropecuario y forestal CEDAF*, 250.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B. y Velázquez, O. (2009). Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos. *México: Facultad de Química, UNAM*, 9.
- De La Mota, I. (2007). *El libro del chocolate*. Madrid, España: Pirámide.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2012). *Cartilla Cafetera Plan de mejoramiento Continuo, Código de Conducta Cafetera 4C.*,31
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (2009). *Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional*. (NTC 3932), 39.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (2013). *Harina de trigo*. (NTC 267), 11.
- Larragan, A. (1958). *La cáscara de cacao en el engorde de bovinos*. (Tesis de magister). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Costa Rica, 82.

- Luna, G. (1991). Manual operativo de análisis microbiológicos para alimentos. *Universidad Francisco de Paula Santander*, 158.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) (2015). Recuperado de <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Parentelli, C., Ares, G., Corona, M., Lareo, C., Gambado, A., Soubes, M. y Lema, P. (2007). Sensory and microbiological quality of Shiitake mushrooms in modified atmosphere packages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9), 1645-1652.
- Sarmiento Castro, Alberto. (2008). Criterios fundamentales de la investigación. Cúcuta. *Universidad Francisco de Paula Santander*. 88.



**“SI LO QUE VAS A  
DECIR NO ES MÁS BELLO  
QUE EL SILENCIO:  
NO LO DIGAS.”**

*Proverbio árabe*