

Efecto del secado al sol sobre las características microbiológicas y bromatológicas de la harina artesanal de coco.

Effect of sun drying on the microbial and bromatologic characteristics of handmade coconut flour.

Autores: MSc. Angel Rafael Ramirez-Ramirez¹, Dr. C. Yurelkys Fernández-Maura¹, Dr. C. Enrique Frómeta-Toirac², Dr. C. Angel Luis La O-Michel¹

Organismo: Facultad Agroforestal, Universidad Guantánamo, Cuba¹. Empresa Agroforestal Baracoa, Guantánamo, Cuba².

E-mail: aramirez@cug.co.cu.

Resumen.

La harina artesanal de coco se descompone con facilidad debido a su alto contenido de agua el cual facilita el crecimiento microbiano y dificulta su aplicación en la alimentación animal. En aras de solucionar este problema se evaluó el efecto del secado al sol sobre el crecimiento microbiano y las propiedades bromatológicas esta. Los experimentos se realizaron en la Facultad Agroforestal de Universidad de Guantánamo, en el periodo marzo-mayo de 2016. El secado al sol de la harina demostró ser eficiente en la inhibición del crecimiento microbiano al disminuir hasta un 10% la cantidad de bacterias y levaduras contadas. La combinación del secado al sol y el almacenamiento en condiciones anaeróbicas por siete días modifica las variables bromatológicas como por ejemplo: disminuye los % Grasa, % Proteína bruta y % Fibra bruta y aumenta los % Cenizas y % extracto libre de nitrógeno.

Palabras clave: harina artesanal de coco; secado al sol; propiedades bromatológicas; harina.

Abstract.

Handmade coconut flour is an agricultural byproduct prone to decomposition because its high water content which facilitate microbial growth limiting its application as animal feed. In order to seek for ways to bypass this problem it was evaluated the effects of sun drying on microbial growth and the bromatologic properties of HAC. The experiments were performed at the Agroforestry Faculty, University of Guantánamo, during the period March-May 2016. Sun drying drastically reduced the microbial on HAC where it was detected only 10% of bacteria and yeast previously counted. The combination of sun drying and seven days storage modifies some bromatologic properties such as: decreases % Fat, % Gross Protein and % Gross Fiber while increases % Ashes and % Nitrogen-free extract.

Keywords: handmade coconut flour; sun drying; bromatologic properties; flour.

Introducción.

La harina de coco es uno de los productos más importantes del coco, la cual se emplea en la alimentación de diferentes especies animales donde se destacan cerdos, aves y ovinos/caprinos. La harina de coco se obtiene mediante un proceso industrial y se caracteriza por contener bajos niveles de humedad lo que permite su almacenamiento por ciertos periodos de tiempo sin alteraciones significativas de sus propiedades, Cornelius, 1973; Ly et al., (2005).

Alternativo al procesamiento industrial del coco, existe otro artesanal que realizan campesinos de la región de Baracoa con el objetivo de extraer el aceite de coco. Este procedimiento artesanal incluye lavados sucesivos con agua caliente del coco previamente rallado. Este proceder también genera harina como subproducto denominada Harina Artesanal de Coco (HAC). La HAC a diferencia de la industrial se descompone con facilidad, presumiblemente por el alto contenido de humedad que presenta, lo que imposibilita su almacenamiento y dificulta su empleo en la alimentación animal, Ramírez *et al.*, (2015).

La fácil descomposición de la HAC se ha asociado a un fuerte crecimiento de bacterias y levaduras durante su almacenamiento en condiciones anaeróbicas el cual también modifica sus propiedades bromatológicas, Ramírez *et al.*, (2015). La descomposición de muchos alimentos promovida por el crecimiento de microorganismos se detiene cuando se logra disminuir su humedad mediante el secado artificial o natural (al sol). En estos casos al reducirse la cantidad de agua se dificulta el crecimiento de microorganismos y con ello la descomposición de los componentes químicos de los alimentos, Frioni, (1999); Garcés, (2013); Medina, (2013).

Por tanto el secado al sol aparece como una alternativa para mejorar el aprovechamiento de la HAC en la alimentación animal. Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del secado sobre el crecimiento microbiano y las propiedades bromatológicas de la HAC.

Desarrollo.

Materiales y métodos

La Investigación se desarrolló durante el período marzo a mayo de 2016 en la Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo. El material utilizado fue la harina de coco artesanal obtenida de la extracción del aceite de coco por el método artesanal, procedente del municipio Baracoa, provincia Guantánamo. Los experimentos se realizaron por triplicado para lo cual se colocaron aproximadamente 2 Kg de HAC en una bandeja de aluminio con una altura entre 1 y 2 cm y se expusieron al sol desde las 7 am hasta las 6 pm. En el periodo de la noche las bandejas se colocaban en un local cerrado y fresco. Se determinó diariamente el peso de la HAC. El experimento del secado culminó a los seis días cuando se obtuvieron dos pesadas consecutivas con una variación inferior al 1%.

Luego de secada al sol, la HAC se almacenó en bolsas cerradas de donde se extrajeron muestras de 10 g cada 12 horas para determinar el crecimiento microbiano. El crecimiento microbiano se estimó mediante el conteo total de bacterias y levaduras con el empleo de los medios de cultivo Agar nutriente y DYPA suplementado con cloranfenicol, respectivamente para lo cual se mezclaron los 10 g con 90 mL de solución salina (NaCl 0,85%). A partir del

sobrenadante de la suspensión obtenida, se realizaron 5 diluciones seriadas 1/10. 100 μ L de cada dilución fueron inoculados en placas conteniendo el medio de cultivo específico para bacterias o levaduras. Las placas se incubaron a temperatura ambiente y la cantidad de colonias por placa fueron cuantificadas entre 24 y 36 horas después de la inoculación (Jespersen *et al.*, 2005).

Para la caracterización bromatológica de la HAC se emplearon muestras de antes (MI) y después del secado al sol (MSS), así como luego de 7 días de almacenamiento (MFC) las que fueron analizadas en el Laboratorio de Química de la Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo. Se determinaron las siguientes variables: % Materia Seca (MS), % Grasa (Grasa), % Proteína Bruta (PB), % Cenizas (Cenizas), % de calcio (% Ca) y % Magnesio (% Mg) según la metodología descrita por la AOAC (1995) y teniendo en cuenta las modificaciones de las normas cubanas. El contenido de fibra bruta se realizó según Van Soest (1994) y siguiendo las modificaciones de Herrera (1986).

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos (Antes del secado (MI), después del secado al sol (MSS) y luego de 7 días de almacenamiento (MFC)) y tres repeticiones por tratamiento. Para el análisis estadístico de los resultados se realizó un ANOVA de factor simple con ayuda del paquete Statistic 10.0 y una probabilidad de $p < 0.05$. Las medias se compararon con ayuda de la prueba de Newman-Keuls de este paquete estadístico, Newman, (1939); Keuls, (1952).

Resultados y Discusión

Estudio del efecto del secado al sol sobre el crecimiento microbiano de la HAC

El secado al sol constituye uno de los métodos más comunes y de menor costo para eliminar la humedad de productos y subproducto agrícolas, Garcés, (2013). La HAC fresca muestra un elevado por ciento de humedad a juzgar por el bajo porcentaje de materia seca (16,97%). Con el objetivo de eliminar esta humedad se expusieron 2 kg de HAC al sol por varios días. La figura 1 muestra la cinética del proceso de secado al sol hasta peso constante el que se alcanzó a los 5 días de iniciado el experimento. Este periodo pudiera ser mayor o menor en dependencia de la época del año y de las condiciones ambientales bajo las que se realice, Medina, (2013).

Como se observa en la figura 1, es significativa la disminución en el peso de la harina de coco desde un peso inicial promedio de 2040 g hasta 271 g para una disminución del 86%. Es de esperar que la mayor parte del peso perdido corresponda a pérdida de agua como lo indica el mayor valor de materia seca para el producto secado que es de 93,49% en contraste con la del producto inicial. Esta disminución en la cantidad de agua en la harina de coco debe afectar el crecimiento microbiano.

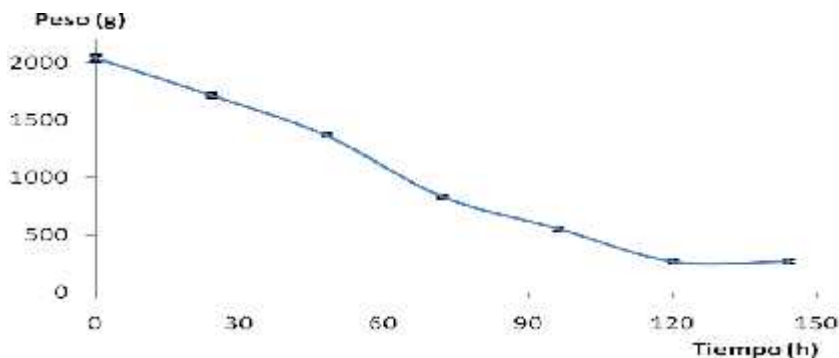


Figura 1. Cinética del proceso de secado. Se colocaron 2 kg de HAC en una bandeja la que se expuso al sol hasta que se alcanzó un peso constante. El tiempo se refiere a la duración del experimento e incluye los periodos diurnos y nocturnos.

En aras de determinar el efecto de la pérdida del secado sobre el crecimiento microbiano reportado para la HAC fresca, se procedió a la estimación preliminar de levaduras y bacterias. La Tabla 1 muestra los resultados del conteo de levaduras, como se observa existe una pobre población microbiana al detectarse crecimiento de levaduras solo en las primeras 36 horas lo cual contrasta con el almacenamiento de la HAC húmeda, cuando se detectaron levaduras hasta las 96 horas de conservación, Ramírez *et al.*, (2015).

Tabla 1: Conteo de levaduras de la muestra final secada al sol.

Tiempo (h)	Diluciones					
	0	-1	-2	-3	-4	-5
0	170 L	152 L	16 L 1 E	4 L	2 L	0
12	85 L	18 L	2 L	0	0	0
24	50 L 3 E	7 L	3 L	0	0	0
36	7 L	1L	0	0	0	0

Leyenda: L-lisa, E-estriada.

De la misma forma se observó una disminución de bacterias en la muestra secada al sol en comparación con la HAC fresca. En este caso solo se cuantificaron bacterias en las primeras 36 horas de almacenamiento (Tabla 2) a diferencia de 120 horas durante las que fue posible detectar bacterias durante el almacenamiento de la HAC húmeda, Ramírez *et al.*, (2015). En ambos casos, resulta evidente la disminución en el crecimiento microbiano asociado al secado de la HAC. Esta disminución debe estar relacionada principalmente a la disminución en el contenido de agua la cual es indispensable para el crecimiento de los microorganismos, Frioni, (1999); Carrillo, (2003).

Tabla 2: Conteo de bacterias de la muestra de harina de coco secada al sol.

Tiempo (h)	Diluciones					
	0	-1	-2	-3	-4	-5
0	246 B	197 B	75 B	54 B	10 B	2 B
12	120 B	50 B	18 B	8 B	4 B	0
24	80 B	6 B	4 B	0	0	0
36	15 B	10 B	0	0	0	0

Leyenda: B-blanca, A: amarilla

Efecto del secado al sol sobre las propiedades bromatológicas de la HAC

La descomposición espontánea de la HAC como resultado del crecimiento microbiano constituye una de las principales barreras para el uso de este subproducto agrícola en la alimentación animal. El secado de este producto demostró disminuir el crecimiento microbiano lo que debe permitir un mejor aprovechamiento de este alimento habría que determinar el efecto de este proceso sobre las variables bromatológicas de la HAC.

La figura 2 resume la comparación de diferentes variables evaluadas durante los procesos de secado y almacenamiento. Como se observa excepto los % Mg y % Ca (Figura 2C) el resto de las variables mostraron diferencias significativas durante una o en ambas etapas. En el caso del % PB durante el secado se evidenció una pérdida del 13% al disminuir su valor de 4,10% a 3,55%, valor que no varió significativamente durante el proceso de conservación (Figura 2B). Algo similar ocurrió con el % Grasa cuyo valor cayó de 35,60% a 19,23% para una disminución del 45,98%. Luego de la conservación, el % Grasa sufrió un pequeño incremento hasta el 20,65% (Figura 2A).

La disminución del % PB y del % Grasa puede ser el resultado del proceso de evaporación por incremento de temperatura durante el secado al sol que favorece la eliminación de sustancias volátiles como los ácidos grasos de bajo peso molecular y los compuestos amoniacales, los cuales aportan a los valores de % Grasa y % PB, respectivamente, provocando la disminución de los mismos (Ly *et al.*, 2005; Garcés, 2013; Medina, 2013).

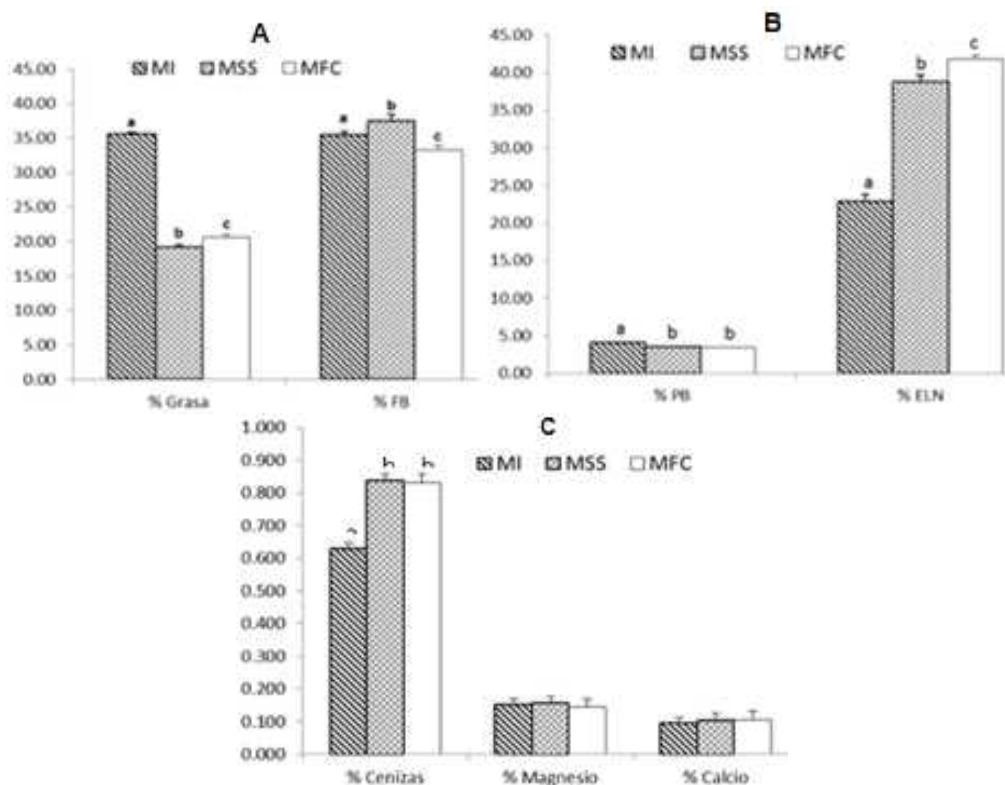


Figura 2. Comparación de las propiedades bromatológicas de las muestras inicial (MI), secada al sol (MSS) y luego de conservada por siete días (MFC) de la HAC. **A:** % Grasa y % Fibra bruta (% FB), **B:** % Proteína bruta (%PB) y extracto libre de nitrógeno (% ELN), **C:** Contenido de ceniza (% ceniza), magnesio (% Mg) y calcio (% Ca). Las variables están expresadas en base a

materia seca. Cada variable fue analizada de forma independiente. Letras desiguales significa diferencias significativas para $p < 0.05$ según la prueba de Neuman-Keuls (Newman, 1939; Keuls, 1952).

El % FB mostró un comportamiento único al aumentar un 5,9% durante el secado para alcanzar un valor de 37,52% en el producto seco. Este valor disminuyó hasta el 33,17% después de la conservación del producto seco durante 7 días (Figura 2A). Esta ligera disminución puede ser el resultado del incipiente crecimiento microbiano detectado durante esta etapa, lo cual a su vez justificaría el ligero incremento en el valor de % Grasa registrado durante la conservación del producto seco, Frioni, (1999); Nelson & Cox, (2005).

Para el caso del % ELN se observó un incremento en todo momento de su valor primero de 24,26% a 38,87% y luego hasta 41,87% consistente con las moléculas que teóricamente aportan a este valor. Entiéndase los carbohidratos solubles, oligosacáridos y fragmentos de celulosa, hemicelulosa y lignina proveniente de la hidrólisis a que es sometida la muestra en la determinación de fibra bruta, Herrera, (1986); Nelson & Cox, (2005). De la misma forma el % cenizas registró un aumento del 24,97% (de 0,628% a 0,837%) durante el secado al sol para alcanzar el valor de 0.837 % que no varió significativamente durante la conservación por 7 días. Una posible explicación a este aumento sería la deposición de polvo arrastrado por el viento sobre la harina de coco durante el proceso de secado al sol, Garcés, (2013).

Conclusiones.

- ✓ El secado al sol de la harina de coco obtenida artesanalmente demostró ser eficiente en la inhibición del crecimiento microbiano lo que posibilitaría su conservación en el tiempo.
- ✓ La combinación del secado al sol y el almacenamiento en condiciones anaeróbicas modifica las variables bromatológicas como por ejemplo: disminuye los % Grasa, % PB y % FB, y aumenta los % Cenizas y % ELN.

Bibliografía.

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. (1995). Washington, EUA. Ed: P A Cunnif. AOAC International Arlington, 2000.
- Carrillo, Leonor. (2003). *Microbiología Agrícola*. Argentina. Editora de la Universidad Nacional de Salta, 575.
- Cornelius, J. A. (1973). Coconuts: a review. *Trop. Sci.* 15,15-37.
- Frioni, Lillian. (1999). Procesos Microbianos. Argentina. Editorial de la Fundación Universidad Nacional Rio Cuarto, 575.
- Garcés, Laura. Alimentos deshidratados (desechados): ventajas, propiedades y procedimiento. *Biomanantial*. Disponible en <http://www.biomanantial.com/-2-1-es.html>.
- Herrera R. S. (1986). Análisis químico del pasto. Los Pastos en Cuba. Cuba. Ed. Ciencia y Técnica., 701-751.
- Jespersen L, D. S, Honholt S & Jakobsen M. (2005). Microbial growth during spontaneous fermentation of agricultural by-products. *FEMS* 5, 698-705.
- Keuls, M. (1952). The use of the "studentized range" in connection with an analysis of variance. *Euphytica*. 1, 112–122.

- Ly, J. Sarmiento L., Santos, R. (2005). Las palmas como fuente de alimentos en el trópico. México. Editorial de UADY, 396.
- Medina, A. (2013). Deshidratación, conceptos métodos y ventajas. Disponible en: <http://www.slideshare.net/kkristiansz/metodos-de-conservacion-18074731>.
- Nelson, DL., Cox, M. (2005). *Lehninger: Principles of Biochemistry*. Ed. Willey and Fox. New York, USA.
- Newman, D. (1999). The distribution of range in samples from a normal population, expressed in terms of an independent estimate of standard deviation. *Biometrika*. 31 (1): 20–30.
- Ramírez, A. R., Fernández, Y., Acosta, Y., Vicente, Y., Zabala-Duchesne, F. (2015). Cambios de las propiedades bromatológicas durante el almacenamiento de la harina artesanal de coco. *Hombre, Ciencia y Tecnología* 19(4) ,82-89.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the ruminant*. Comstock Publishing Associates. London, UK. Cornell University Press. 476p.

Fecha de recibido: 24 ene. 2017
Fecha de aprobado: 5 mar. 2017