

---

**INCIDENCIA DE LA POSICION DE LOS FRUTOS EN EL RACIMO DE PLATANO EN  
DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y FRITURA**

**EFFECT OF FRUIT POSITION IN THE BANANAS BUNCH AT OSMOTIC  
DEHYDRATION AND FRYING PROCESS**



**Ana Marin Torres Mora, Ing.**

Escuela de Ingeniería de Alimentos  
Facultad de Ingeniería -Universidad del Valle  
Cali - Colombia  
*anamator@gmail.com*

Facultad de Ingeniería -Universidad del Valle  
Cali - Colombia  
*edosaa12@hotmail.com*

**Igor Pérez Duran , Ing.**

Escuela de Ingeniería de Alimentos  
Facultad de Ingeniería -Universidad del Valle  
Cali - Colombia  
*igortartor@yahoo.es*

**Díaz Ortiz, Alberto. PhD.**

Profesor Titular  
Escuela de Ingeniería de Alimentos  
Facultad de Ingeniería - Universidad del Valle  
Cali - Colombia  
*aldiaz@univalle.edu.co*

**Karina L. Castillo Vicuacha, Ing.**

Escuela de Ingeniería de Alimentos  
Facultad de Ingeniería -Universidad del Valle  
Cali - Colombia  
*castkar@gmail.com*

**RESUMEN**

Se estudió el efecto de la posición de las manos en el racimo de plátano Dominicano Hartón en madurez verde, sobre sus propiedades físicas medidas con y sin cáscara. Se realizaron procesos de deshidratación osmótica, por fritura y combinación de ósmosis + fritura para comparar los contenidos de humedad y de aceite en las secciones de los dedos (proximal, central y distal), como en las tres primeras manos del racimo. También

**Eduardo Álvarez Saa, Ing.**

Escuela de Ingeniería de Alimentos

---

*\*Recibido: 26 Abril 2011 \*Aceptado 3 Mayo 2011*

se comparó el efecto del contenido de humedad del plátano al inicio del proceso sobre las características de calidad de los productos obtenidos (contenido de humedad y de aceite) para cada proceso. En la deshidratación osmótica se trabajó con una solución de sacarosa de 60 °Brix y 2.6 % de NaCl, por 10 minutos y la fritura se realizó en oleína de palma a 165 °C por 150 s. La posición de la mano no tuvo efecto sobre las características físicas de los frutos, aunque sí sobre el contenido de humedad inicial del plátano y en el contenido de aceite del producto obtenido en fritura. Las secciones del plátano no presentaron efecto significativo sobre el contenido de aceite y de humedad de cada proceso.

### PALABRAS CLAVE

Plátano, características físicas, deshidratación osmótica, fritura.

### ABSTRACT

*We studied the effect of the position of their hands in the bunch of plantain Dominico Hartón maturity in green on their physical properties, with and without shell. We carry osmotic dehydration processes, from frying and the osmosis combination for compare the contents of moisture and oil in sections of the fingers (proximal, central and distal), in the first three hands of the bunches. It also compared the effect of moisture content of plantain at the beginning of the process on the quality characteristics of products obtained (moisture content and fat) for each process. At the osmotic dehydration worked with a solution of sucrose of 60 °Brix and 2.6 % of NaCl, for 10 minutes and the frying was realized in palm olein to 165 °C by 150 s. The position of the hand did not have effect on the physical characteristics of the fruits, though yes on the initial moisture content of the plantain and in the fat content of the product obtained at frying. The sections of the plantain did not present significant effect on the fat content and moisture of every process.*

### KEYWORDS

Plantain, physical characteristics, osmotic dehydration, deep-fat frying.

## 1. INTRODUCCIÓN

El plátano es un producto de gran aceptación mundial, valorado como un producto básico en la alimentación en numerosos países en vía de desarrollo y como producto para exportación. Se debe resaltar, que los países latinoamericanos y del Caribe producen la mayor parte de los plátanos que entran en el comercio internacional, unos 10 millones de toneladas/año, del total mundial de 12 millones de toneladas (Agrocadenas Colombia, 2005).

Dada la importancia que el plátano tiene se deben realizar estudios sobre los procesos de transformación que permitan generar valor agregado. Uno de los procesos de transformación agroindustrial del plátano es por fritura. Este proceso, puede ir acompañado de pretratamientos, como la deshidratación osmótica (Ayala et al., 2007, Atehortua et al., 2005; Ikoko et al., 2007), la cual puede mejorar la calidad de los productos que se someten a fritura al disminuir el contenido inicial de humedad del material a freír y el contenido de aceite en el producto final. Se han reportado resultados de mejores sabores, productos más crujientes y con menor grado de deterioración del aceite.

Otro elemento a tener en cuenta en la fritura, son las propiedades físico-químicas de la materia prima. Se reportan casos en los que la fritura de materias primas con alto % de sólidos, de densidad aparente y de contenido de almidón, permiten obtener productos fritos más secos y con menor contenido de aceite (Gamble et al., 1988; Moreira et al., 1999, Díaz et al., 1999). Para tener en cuenta el efecto de la materia prima sobre los parámetros de calidad de los productos fritos, se realiza este estudio de carácter preliminar.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para mostrar si existen diferencias en la materia prima que se somete a procesos de deshidratación osmótica, fritura y al proceso combinado, se realizaron determinaciones de contenido de humedad y de aceite a muestras sometidas a los procesos anteriores y a muestras en blanco (materia fresca).

### Caracterización física

Se utilizó un racimo de plátano de la variedad Dominico-

Hartón, proveniente de Puerto Tejada, Cauca, el cual fue beneficiado de la siguiente manera. En primera instancia, se retiró el raquis y se obtuvieron las tres manos superiores, que se enumeraron en forma creciente a partir de la primera, la más cercana al pseudotallo. Para enumerar los dedos (frutos) de cada mano esta se colocó sobre una superficie horizontal en posición cóncava hacia arriba y se denominaron las filas superior (A) e inferior (B). Los dedos de cada fila se enumeraron de izquierda a derecha de manera consecutiva para ambas filas.

Exceptuando dos dedos de cada mano obtenidos aleatoriamente, uno se utilizó para los procesos efectuados (DO+fritura) y otro para determinar el contenido de humedad inicial (muestra en blanco), todos los dedos numerados fueron caracterizados físicamente con cáscara y sin cáscara mediante medidas de peso (precisión 0,01 g), de longitud (precisión 0,1 cm), los perímetros proximal, central y distal al pedúnculo (precisión 0,1 cm) y la densidad aparente por el método de peso del fruto (g) y el volumen del agua (cc) desplazada.

Los dedos seleccionados se caracterizaron con cáscara, fueron pelados manualmente y cortados en tajadas transversales al eje mayor del fruto (maquina Hobart) con espesor de 1,5 mm. Para la determinación del contenido de humedad la muestra fue tomada de las secciones proximal, central y distal del plátano (5 g) y se realizó mediante el método gravimétrico (temperatura de 105°C por 24 h) hasta peso constante, por triplicado.

#### **Muestras en blanco (materia fresca)**

Las muestras de plátano de las secciones proximal, central y distal, debidamente marcadas fueron usadas para hacer la determinación de contenido de humedad inicial.

#### **Proceso de deshidratación osmótica**

Las muestras de plátano de las secciones proximal, central y distal, debidamente marcadas, fueron deshidratadas osmóticamente en una solución de sacarosa de 60 °Brix al 2.6% de sal, por 10 minutos, en baño maría a 30 °C. Se utilizó una relación másica 1:30 y agitación constante de 240 rpm. A cada muestra proximal, central y distal se le determinó el contenido de humedad por triplicado.

#### **Proceso de deshidratación por fritura**

Las muestras de plátano de las secciones proximal,

central y distal, debidamente marcadas, fueron deshidratadas por fritura. Se utilizó una freidora con control de temperatura por termostato (Oster 3223-55) que opera con una resistencia eléctrica de 1.5 KW, con una relación másica de 1/200 en oleína de palma y a una temperatura de 165°C. El tratamiento duró 150 s. Al producto frito se le determinó contenido de humedad (temperatura 105°C por 24 h) por triplicado, contenido de aceite por el método de extracción con Soxhlet, utilizando éter de petróleo.

#### **Proceso combinado**

Las muestras de plátano de las secciones proximal, central y distal, debidamente marcadas, fueron deshidratadas mediante un proceso combinado de deshidratación osmótica y fritura bajo las mismas condiciones descritas antes.

#### **Análisis estadístico**

Se utilizó el software SPSS para Windows v.15 para la obtención de: Estadísticas descriptivas, prueba de homogeneidad de varianzas, ANOVA de un factor, comparación entre medias por DMS para varianzas homogéneas, comparación entre medias por Tamhane para varianzas no homogéneas, comparación entre medias por estadístico Welch y gráficos de perfil de modelo lineal general (Pardo y Ruiz, 2005).

### **3. RESULTADOS**

#### **Características físicas**

En la Tabla 1 de caracterización física se muestra que la propiedad con mayor coeficiente de variación es el peso del plátano con y sin cáscara, con un CV > 7.9%. Existen diferencias en las medias de los pesos entre las manos, que van de 12,5 g sin cáscara a 31,8 g con cáscara, con diferencias estadísticas no significativas con un nivel de confianza del 0.05. De la misma forma se encontró que para el resto de propiedades físicas las diferencias entre medias fueron muy bajas y estadísticamente no significativas al nivel de 0.05. Por lo tanto no se presentó un efecto del factor mano sobre las propiedades físicas de la materia prima.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de caracterización física.

Propiedad Física	M a n o	X	s	C V ( % )
P e s o d e l f r u t o c o n c á s c a r a ( g )	1	3 8 5 . 2	3 4 . 7	9 . 0
	2	3 5 5 . 0	3 0 . 4	8 . 6
	3	3 5 3 . 4	3 2 . 3	9 . 1
	T o t a l	3 6 6 . 9	3 5 . 1	9 . 6
L o n g i t u d d e l f r u t o c o n c á s c a r a ( c m )	1	2 8 . 2	1 . 0	3 . 6
	2	2 7 . 3	1 . 5	5 . 3
	3	2 7 . 3	1 . 3	4 . 6
	T o t a l	2 7 . 7	1 . 3	4 . 6
P e r í m e t r o p r o x i m a l d e l f r u t o c o n c á s c a r a ( c m )	1	1 6 . 3	0 . 7	4 . 0
	2	1 6 . 1	0 . 6	3 . 6
	3	1 5 . 6	0 . 7	4 . 2
	T o t a l	1 6 . 1	0 . 7	4 . 2
P e r í m e t r o c e n t r a l d e l f r u t o c o n c á s c a r a ( c m )	1	1 6 . 4	0 . 6	3 . 6
	2	1 6 . 2	0 . 7	4 . 3
	3	1 6 . 1	0 . 6	3 . 6
	T o t a l	1 6 . 3	0 . 6	3 . 8
P e r í m e t r o d i s t a l d e l f r u t o c o n c á s c a r a ( c m )	1	1 5 . 2	0 . 9	5 . 9
	2	1 5 . 4	0 . 5	3 . 0
	3	1 5 . 0	0 . 6	4 . 0
	T o t a l	1 5 . 2	0 . 7	4 . 5
D e n s i d a d d e l f r u t o c o n c á s c a r a ( g / c c )	1	1 . 3 4	0 . 0 1	1 . 1
	2	1 . 3 4	0 . 0 2	1 . 2
	3	1 . 3 1	0 . 0 6	4 . 3
	T o t a l	1 . 3 3	0 . 0 3	2 . 5
P e s o d e l f r u t o s i n c á s c a r a ( g )	1	2 2 3 . 5	1 9 . 4	8 . 7
	2	2 1 1 . 0	1 6 . 6	7 . 9
	3	2 1 4 . 4	1 8 . 7	8 . 7
	T o t a l	2 1 6 . 9	1 8 . 2	8 . 4
L o n g i t u d d e l f r u t o s i n c á s c a r a ( c m )	1	2 6 . 4	1 . 2	4 . 6
	2	2 5 . 9	1 . 1	4 . 3
	3	2 6 . 6	1 . 7	6 . 2
	T o t a l	2 6 . 3	1 . 3	4 . 8
P e r í m e t r o p r o x i m a l d e l f r u t o s i n c á s c a r a ( c m )	1	1 2 . 4	0 . 3	2 . 6
	2	1 2 . 4	0 . 3	2 . 7
	3	1 2 . 7	0 . 1	1 . 0
	T o t a l	1 2 . 5	0 . 3	2 . 5
P e r í m e t r o c e n t r a l d e l f r u t o s i n c á s c a r a ( c m )	1	1 3 . 1	0 . 4	3 . 4
	2	1 3 . 0	0 . 5	3 . 8
	3	1 2 . 8	0 . 4	2 . 8
	T o t a l	1 3 . 0	0 . 4	3 . 3
P e r í m e t r o d i s t a l d e l f r u t o s i n c á s c a r a ( c m )	1	1 1 . 8	0 . 4	3 . 3
	2	1 1 . 8	0 . 4	3 . 7
	3	1 1 . 6	0 . 5	4 . 2
	T o t a l	1 1 . 7	0 . 4	3 . 5
D e n s i d a d d e l f r u t o s i n c á s c a r a ( g / c c )	1	1 . 3 2	0 . 0 4	2 . 7
	2	1 . 3 3	0 . 0 3	2 . 5
	3	1 . 3 2	0 . 0 2	1 . 9
	T o t a l	1 . 3 2	0 . 0 3	2 . 4
% C á s c a r a	1	3 8 . 5	1 . 1	2 . 9
	2	3 8 . 2	0 . 8	2 . 2
	3	3 7 . 8	1 . 1	2 . 8
	T o t a l	3 8 . 2	1 . 0	2 . 6

X: Media; s: desviación Estándar; CV: coeficiente de Variación

Tabla 2. Efecto de la sección proximal, central y distal de las tres primeras manos en el contenido de humedad y aceite.

Tratamiento	Mano	Propiedad	Estadístico Welch	g11	g12	P
Muestra en blanco	1	C H	0.200	2	1.537	0.837
	2	C H	1.315	2	1.409	0.476
	3	C H	0.118	2	1.849	0.895
Proceso de deshidratación osmótica	1	C H	0.104	2	1.368	0.908
	2	C H	0.327	2	1.700	0.758
	3	C H	0.393	2	1.901	0.720
Proceso de deshidratación por fritura	1	C H	0.268	2	1.351	0.798
		C A	0.279	2	1.724	0.785
	2	C H	0.286	2	1.445	0.786
		C A	6.752	2	1.967	0.132
	3	C H	6.117	2	1.741	0.163
		C A *	11.298	2	1.766	0.099
Proceso combinado	1	C H	0.150	2	1.766	0.870
		C A	0.251	2	1.475	0.806
	2	C H	2.008	2	1.617	0.347
		C A	2.007	2	1.782	0.350
	3	C H	2.423	2	1.361	0.354
		C A	0.205	2	1.544	0.834

CH (b.h.): contenido de humedad (%); CA: contenido de aceite (%); gl: grados de libertad; P: probabilidad de significancia; \*: significativa a  $p < 0.1$ .

Para establecer si se presentan diferencias significativas entre las medias de las secciones de los frutos de cada mano, para todos los procesos (deshidratación osmótica, deshidratación por fritura y proceso combinado) incluyendo el contenido de humedad inicial (muestra en blanco), se realizó una comparación por medio del estadístico de Welch, donde se obtuvo que no existen diferencias significativas en un nivel de confianza del 0.05 (Tabla 2). Por tal motivo, no es necesario realizar análisis considerando el efecto de la sección proximal, central o distal de los frutos de las tres manos superiores sobre el contenido de humedad y el contenido de aceite.

### Comparación entre manos para cada proceso

Al no presentar diferencias significativas en las características físicas de la variedad en estudio (Dominico Hartón) fue necesario evaluar si las propiedades de calidad (contenidos de humedad y aceite) de los productos sometidos a uno de los procesos (deshidratación osmótica, deshidratación por fritura y proceso combinado) y contenido de humedad inicial (muestra en blanco) tienen algún efecto debido al factor mano. En la Tabla 3 se observa que en el contenido de humedad de los productos obtenidos con el proceso de deshidratación osmótica y el proceso de deshidratación por fritura hay mayor desviación en sus medias, que en los obtenidos del proceso combinado. De lo anterior se deduce que el

proceso combinado permite obtener productos más homogéneos en contenido de humedad. En cuanto al contenido de aceite no se observaron diferencias considerables en la desviación de sus medias en el tratamiento de deshidratación por fritura y en el combinado.

Por otra parte por medio de la prueba DMS (Diferencia Mínima Significativa) se encontró que en el contenido de humedad inicial (muestra en blanco) hay diferencias estadísticamente significativas entre las tres manos superiores, al igual que en el contenido de aceite obtenido del proceso de deshidratación por fritura con un nivel de confianza de 0.05. Al analizar estas diferencias estadísticas, se presentó que el contenido de humedad inicial (muestra en blanco), es mayor en la mano 2 que en la mano 3 presentando una diferencia de 0,12 % (b.h.), el cual es un valor muy bajo. Esto muestra que la medición de contenido de humedad en el producto fresco es repetible.

El contenido de aceite de las tajadas obtenidas del proceso de deshidratación por fritura presentó diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ) entre las manos 1 y 3, siendo esta diferencia de 7,6 %, valor que físicamente es apreciable como se observa en la Figura 2. En el proceso de deshidratación por fritura, la mano 1 absorbió

Tabla 3. Efecto de la mano en el contenido de humedad y de aceite por cada tratamiento.

Tra t a m i e n t o	P r o p i e d a d	M a n o	X	s	C V (%)
Muestra en blanco	C H **	1	60.7	1.0	1.6
		2	61.4	0.6	1.0
		3	60.2	0.5	0.9
		T o t a l	60.8	0.9	1.4
Proceso de deshidratación osmótica	C H *	1	36.1	4.0	11.2
		2	41.5	2.6	6.2
		3	38.2	3.9	10.2
		T o t a l	38.6	4.0	10.5
Proceso de deshidratación por fritura	C H	1	5.6	3.9	68.8
		2	8.2	6.2	75.1
		3	7.4	5.1	68.6
		T o t a l	7.1	4.9	69.8
	C A **	1	21.9	6.9	31.3
		2	16.8	2.9	17.3
		3	14.4	4.1	28.5
		T o t a l	17.7	5.6	31.8
Proceso combinado	C H	1	2.1	0.5	22.1
		2	2.6	0.4	16.1
		3	2.3	0.6	26.4
		T o t a l	2.4	0.5	22.5
	C A	1	12.3	2.0	16.3
		2	9.1	2.5	27.4
		3	9.4	3.4	36.4
		T o t a l	10.3	3.0	28.7

CH (b.h.): contenido de humedad (%); CA: contenido de aceite (%); X: media;

?: desviación estándar; CV(%): coeficiente de variación;

\*: significativa a  $p < 0.1$ ; \*\*: significativa a  $p < 0.05$ .

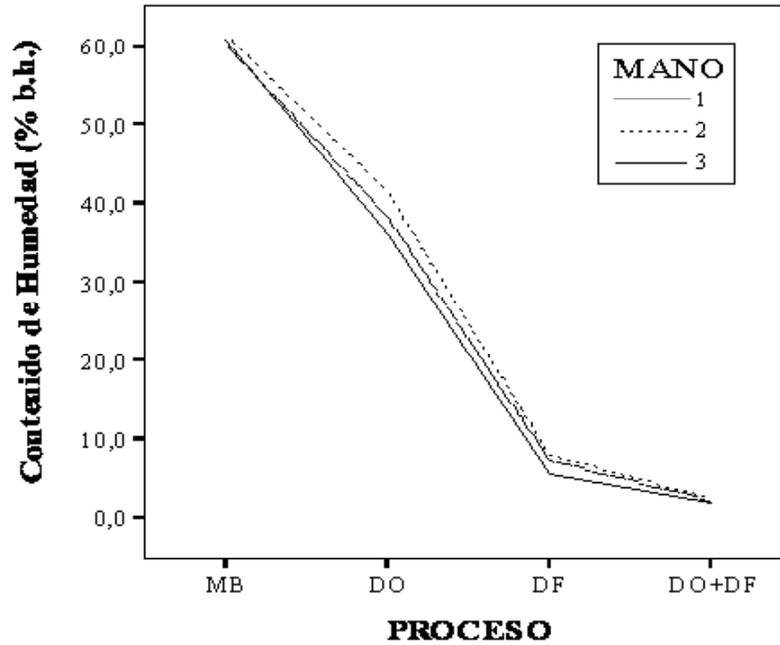
más aceite que la 3, posiblemente porque la primera mano presentó mayor contenido de humedad inicial (muestra en blanco) que la tercera.

Sin embargo, esto no se pudo confirmar estadísticamente ya que no existieron diferencias significativas de contenido de humedad inicial entre manos.

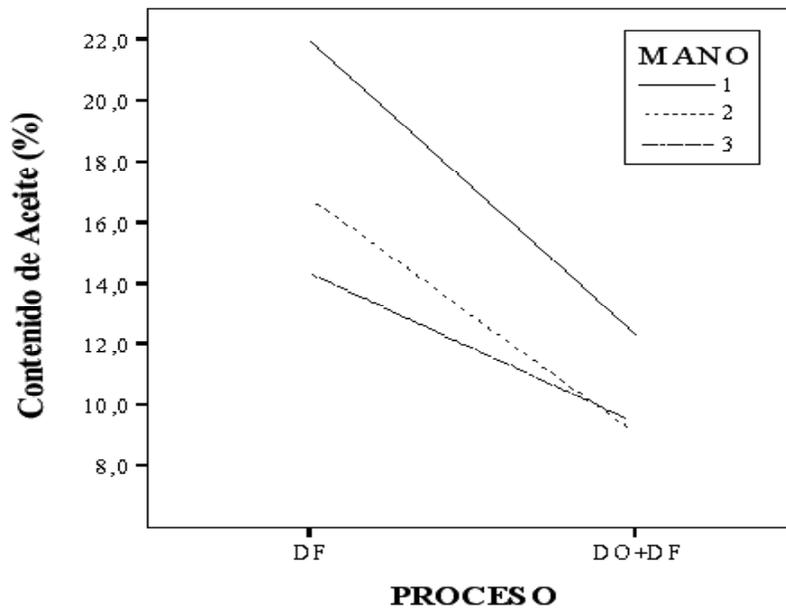
### Comparación entre procesos y contenido de humedad inicial

Aplicando la prueba Tamhane que compara el contenido de humedad y de aceite entre procesos (deshidratación osmótica, deshidratación por fritura y proceso combinado) y el contenido de humedad inicial (muestra en blanco), se encontró que todos los tratamientos poseen diferencias significativas con valores  $p < 0.05$ , en ambas propiedades. Se observó que los

Figura 1. Efecto del tratamiento y la mano sobre el contenido de humedad, para muestra en blanco (MB), deshidratación osmótica (DO), deshidratación por fritura (DF) y proceso combinado (DO+DF).



Figuras 2. Efecto del tratamiento y la mano sobre el contenido de aceite, para deshidratación por fritura (DF) y proceso combinado (DO+DF).



aceite son mayores al

aplicar el proceso de deshidratación por fritura que al realizar el proceso combinado (Figuras 1 y 2).

Con base en la tabla 3 y la Figura 1, se encontró que la mano 2, es la que tiene mayor contenido de humedad en la materia prima y en todos los procesos aplicados, aunque entre ellos, estas diferencias no hayan sido significativas.

El contenido de aceite de las tajadas de plátano sometidas al proceso combinado, no presentó diferencias significativas entre las medias de las tres manos y se encontró una menor dispersión entre ellas, que al comparar las medias de contenido de aceite sometidas al proceso de deshidratación por fritura (Figura 2).

#### 4. CONCLUSIONES

La caracterización física no mostró efecto de la posición de las tres primeras manos dentro del racimo, por lo que las propiedades físicas evaluadas (peso, longitud, diámetro, densidad) son homogéneas en las tres manos. La posición de la mano no tuvo efecto significativo en el contenido de humedad de los productos deshidratados, debido a la homogeneidad de la materia prima. Solo el contenido de aceite de los productos deshidratados por fritura presentó efecto de la posición de la mano.

Con la implementación del proceso de deshidratación osmótica como pretratamiento en la fritura se puede eliminar el efecto del factor mano sobre las características de calidad, principalmente en el contenido de aceite, logrando un producto más homogéneo.

Las secciones proximal, central y distal del plátano, no tuvieron efecto sobre el contenido de humedad inicial ni sobre el contenido de humedad y de aceite en los productos deshidratados.

El tratamiento previo de deshidratación osmótica permitió disminuir el contenido de humedad inicial de las tajadas de plátano en un 20% aproximadamente, ocasionando que en el proceso combinado se obtuvieran tajadas de plátano con contenidos de humedad final y de aceite menores de 2,6 y 12,3 % respectivamente, en comparación con el proceso de deshidratación por fritura en donde se obtuvieron contenidos de humedad y de aceite de 8,2 y 21,9 % respectivamente.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Rodrigo Guerrero quien hace parte de la junta directiva de la Corporación VALLENPAZ, por su apoyo en el proyecto "Estrategias que contribuyan a la

competitividad de los mercados de productos de musáceas cultivadas en Colombia: Valor nutricional y nutracéutico, mejoramiento y desarrollo de productos de interés al sector industrial de alimentos.

A los ingenieros y técnicos de la Corporación, por servir de intermediarios con los agricultores del norte del Cauca para la consecución de los racimos de plátano.

#### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atehortua A. D.; Molina, C. A.; Díaz A. (2005). Procesos de deshidratación impregnación por inmersión y pretritura aplicados a la elaboración de tajadas de plátano (*Musa Paradisiaca* AAB); Ingeniería y Competitividad, 7(1): 56-64.

Ayala A. A.; Torres V. L.; Tabarquino P.; Díaz A. (2007). Efecto del NaCl en soluciones combinadas de sacarosa sobre las pérdidas de agua y ganancia de solutos de plátano (*Musa paradisiaca* L. Var. Dominico Hartón) deshidratado osmóticamente. Alimentos Ciencia e Ingeniería. CIBIA IV. 16 (3): 259-261.

Diaz, A.; Trystram, G.; Vitrac, O.; Dufour, D.; Raoult Wack, A. L. (1999). Kinetics of moisture loss and fat absorption during frying for different varieties of plantain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 291-299.

Gamble, M.H.; Rice, P. (1988). Effect of initial tuber solids content on final oil content of potato chips. *Lebensmittel Wuissenschaft and Technologies*. 21: 62-65.

Ikoko, J.; Kuri, V. (2007). Osmotic pre-treatment effect on fat intake reduction and eating quality of deep-fried plantain; *Food Chemistry*. 102: 523-531.

Moreira, R.; Castell, M.; Barrufet, M. (1999). Deep-fat frying; Gaithersburg: An Aspen Publication.

Observatorio Agrocadenas Colombia. (2005). La industria procesadora de papa, plátano y yuca: El mercado de pasabocas (snacks) y congelados en Colombia. <http://www.agrocadenas.gov.co>

Pardo A.; Ruiz M.A. (2005). Análisis de Datos con SPSS 13 Base. España: McGraw Hill.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.