

Procesos de deshidratación impregnación por inmersión y prefritura aplicados a la elaboración de tajadas de plátano (*Musa Paradisiaca* AAB)

Alba Dolly Atehortúa*
Carlos Alberto Molina*
Alberto Díaz Ortíz**

* Ingeniero Químico - Universidad del Valle - Santiago de Cali, Colombia.

** Ph.D. Profesor - Departamento de Ingeniería de Alimentos - Facultad de Ingeniería - Universidad del Valle - Santiago de Cali, Colombia.
e-mail:aldiaz@univalle.edu.co

Fecha de recepción: Febrero 16 de 2005
Fecha de aprobación: Junio 10 de 2005

RESUMEN

Se estudiaron los procesos de deshidratación impregnación por inmersión (DII) y prefritura para elaborar tajadas de plátano con estado de madurez verde (espesor 2.0 ± 0.5 mm) en aceite de palma. El efecto de las principales variables de control en los procesos de DII (tiempo y contenido de NaCl en la solución), y de prefritura (temperatura del aceite, tiempo), sobre las variables de respuesta medidas en las tajadas (pérdida de peso, contenido de aceite y de NaCl) fueron estudiadas. Las operaciones de DII y prefritura permiten elaborar tajadas de plátano parcialmente deshidratadas, que al conservar por congelación, podrían competir en el mercado de los productos listos para comer preparados en casa.

En cada proceso utilizado se aplicó un diseño factorial central compuesto rotatable. Los resultados muestran que la solución de DII con un contenido de 2.6% de NaCl ocasiona una pérdida de peso del 8.2% y un contenido de NaCl en las tajadas de 2.0% en 24 minutos. Luego, en la operación de prefritura se obtuvieron tajadas de plátano con contenido de aceite inferior a 18% y contenido de humedad de 42% con condiciones de tiempo y temperatura de 30 segundos y 130 °C, respectivamente.

Palabras clave: plátano, contenido de aceite, contenido de NaCl, pérdida de peso, deshidratación impregnación por inmersión, prefritura.

ABSTRACT

The processes for the dehydration impregnation by immersion (DDI), and for prefrying with palm oil to make plantain-slice chips, (thickness 2.0 0.5 mm) were studied carefully. The effects of the main control variables in DDI (time and NaCl content in the solution), and on prefrying (oil temperature, time) in relation to the response variables measured over the plantain-slice chips (weight loss, NaCl and oil content) were also investigated. Both the DII operations and prefrying allow the preparation of a partially dehydrated product, which is then preserved by freezing before finishing its preparation at home.

In both processes, a central composite design being factorially rotatable was applied. The results show that the solution of DII content at 2.6% of NaCl causes a loss of 8.2% weight and NaCl content in plantain slices of 2.0% in 24 minutes. Then, in the prefrying operation of plantain slices, chips were obtained with an oil content less than 18% and a moisture content of 42% within conditions of time and temperature of 30 seconds and 130°, respectively.

Key words: plantain, oil content, NaCl content, weight loss, dehydration impregnation for immersion, prefrying.

1. INTRODUCCIÓN

Una estrategia para disminuir las pérdidas poscosecha de los productos agrícolas percederos es transformarlos para incrementar su valor agregado y aumentar el tiempo de comercialización. En Colombia se cultivan más de una docena de productos que presentan un alto grado de estacionalidad y unas pérdidas poscosecha del 35% (GARCÍA y RIAÑO, 1997) generando fluctuaciones del 100% en el precio. Entre ellos se encuentra el plátano. Las pérdidas poscosecha se pueden disminuir si una parte de la cosecha esperada se usa como materia prima industrial para elaborar productos con valor agregado. Colombia es el segundo productor mundial de plátano verde (2.8 millones de toneladas/año) y además el consumo de productos tipo "chips" de plátano es creciente y bien aceptado por los consumidores (DÍAZ *et al.*, 1998), al igual que sucede con otros productos tipo "chips" a nivel mundial (MOREIRA *et al.*, 1999). Además, debido al aumento de la población de origen latino en los Estados Unidos, se ha incrementado la demanda de productos tradicionales de muchos países, entre los cuales se encuentran los productos a base de plátano. Tradicionalmente en Colombia, Ecuador, Venezuela, Puerto Rico, Cuba, Nigeria, Costa de Marfil, entre otros países del mundo (SÁNCHEZ NIEVA *et al.*, 1968; OGAZI, 1985; TOTTE *et al.*, 1996) se consumen con buena aceptación tajadas de plátano frito elaboradas en casa. Sin embargo, a pesar de la importancia del plátano en la dieta básica de diferentes regiones del mundo, la producción industrial de los productos fritos a base de plátano es marginal y no se consumen en las comidas principales (DÍAZ *et al.*, 1998).

Al igual que las "papas francesas" las tajadas de plátano frito sólo conservan su calidad durante periodos cortos de tiempo una vez son elaboradas. Las tajadas de plátano frito pierden principalmente su textura y cambian su sabor.

Los procesos de DII y de prefritura son de fácil aplicación. La DII ocasiona una pérdida de agua inicial sin daño estructural en el producto, lo cual hace disminuir el tiempo de prefritura y al mismo tiempo, permite saborizar el producto sin desperdicios o excesos. La deshidratación por DII es deseable para ocasionar un bajo contenido de aceite. En prefritura el tiempo está ligado al contenido de aceite y a la formación de textura (GAMBLE *et al.*, 1987). En combinación con la DII, la aplicación de un corto proceso de fritura, llamado prefritura, acondiciona las tajadas hasta un contenido de humedad intermedio y forma una corteza en la superficie del producto, igual que ocurre en el proceso de elaboración de "papas francesas" prefritas congeladas. Las tajadas de plátano prefrito elaboradas por medio de esta alternativa tecnológica deberán también ser congeladas para su comercialización y freídas antes de su consumo final. El objetivo de este estudio es encontrar las mejores condiciones de operación de los procesos de deshidratación impregnación por inmersión y prefritura, para aplicarlos en la elaboración de tajadas de plátano en estado de madurez verde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de definir las variables a estudiar en los procesos de DII y prefritura y orientar el estudio hacia los objetivos planteados, se fijaron las variables a estudiar en cada operación. En el proceso de deshidratación impregnación por inmersión, DII, se tomaron como variables de comando el tiempo de inmersión en la solución y su contenido de NaCl y las variables de control fueron la pérdida de agua y el contenido de NaCl en las tajadas. En el proceso de prefritura las variables de comando fueron la temperatura del aceite y el tiempo y las variables de control fueron la pérdida de peso y el contenido de aceite. Otras variables que intervienen en los procesos de DII y prefritura (espesor de las tajadas, concentración y tipo de solución, agitación, tipo de azúcar, tipo de aceite, tipo de plátano, etc.), han sido fijadas teniendo en cuenta estudios anteriores (MUÑOZ y

MUÑOZ, 1993; DÍAZ *et al.*, 1996; DEBIAN C., 1997; VINAZCO *et al.*, 2001). El proceso completo de elaboración de tajadas prefritas de plátano se llevó a cabo mediante la aplicación de operaciones de selección, pelado, corte, acondicionamiento, DII y prefritura, en la planta piloto de Alimentos del Departamento de Ingeniería de Alimentos, en la Universidad del Valle.

Debido a que las características de la materia prima afectan la calidad del producto final, se realizó una caracterización de cada lote de plátanos utilizados en la experimentación para asegurar su uniformidad. Se escogió plátano comercial, variedad dominico-hartón (*Musa AAB*), se seleccionaron las muestras en estado de madurez verde (sólidos solubles < 7 °Brix) y se les determinó el contenido de humedad en % base húmeda (b.h.). A las tajadas de plátano obtenidas después del proceso de DII se les determinó el contenido de humedad, que se expresó como % de pérdida de peso y el contenido de NaCl; y a las tajadas de plátano obtenidas después del proceso de prefritura se les determinó el contenido de aceite y el contenido de humedad (expresado como % de pérdida de peso).

Para determinar el contenido de humedad se usó el método gravimétrico (horno por convección a 100 ± 2 °C por 16 h, hasta peso constante) y se utilizó una balanza marca METTLER Multirange y precisión de 10^{-2} g (A.O.A.C., 1990). El contenido de aceite se determinó por el método de extracción Soxhlet usando hexano grado comercial en muestras (tajadas fritas partidas) de aproximadamente 5 g, por triplicado (AFNOR, 1991). El contenido de NaCl se determinó por titulación con nitrato de plata, utilizando como indicador cromato de potasio, por duplicado (A.O.A.C., 1990). Los sólidos solubles se midieron con un refractómetro manual marca ATAGO 9105, rango 0 - 90%, precisión de 0.2 °Brix y corrección de temperatura. El corte de las tajadas se hizo con un equipo marca MOBBA

SCOOP CL modelo F-200. Se cortaron tajadas de 2.0 ± 0.5 mm de espesor. Las tajadas que no cumplieron con estas especificaciones o quedaron mal cortadas fueron separadas.

Con el fin de retirar el almidón superficial de las tajadas después del corte mecánico y de evitar que se pegaran entre sí, se realizó un pretratamiento de 3 minutos previo al proceso de DII. Éste consistió en sumergir las tajadas en una solución isotónica de sacarosa (con igual grados °Brix que el plátano verde), al 0.2% de ácido cítrico, en una relación másica de 5:1 agitada manualmente. Este tratamiento no indujo pérdida de agua en el producto debido al tiempo corto y al mínimo gradiente osmótico entre la solución y las tajadas.

La DII también se realizó con una relación másica de 5:1. La solución se agitó mecánicamente a temperatura ambiente (25 °C) durante dos horas previas a los ensayos. La solución de DII se preparó a 30 ° Brix, usando $\frac{3}{4}$ partes de sacarosa y $\frac{1}{4}$ parte de glucosa. Los azúcares se seleccionaron teniendo en cuenta su bajo costo y las proporciones diferentes se usaron para disminuir el efecto cristalizante de la sacarosa, la cual podría otorgar a las tajadas una textura muy dura. Las variables de comando del proceso de DII fueron: la concentración de NaCl en la solución, que se varió de 1 a 3% y el tiempo de tratamiento que se varió de 10 a 30 minutos.

En pre fritura se usó aceite de palma comercial. Los ensayos se realizaron en una freidora marca KENDWOOD PRO a presión atmosférica, con capacidad de 5 litros de aceite, calentada mediante una resistencia eléctrica localizada en el fondo del recipiente, en contacto directo con el aceite. La resistencia eléctrica de 2000 W de potencia se controló mediante un programa instalado en un módulo de adquisición de datos (marca CAMPBELL CR10), a través del cálculo de la temperatura promedio de dos lecturas realizadas por termopares tipo K. Durante la pre fritura se utilizó una relación másica muy

grande (1:160), para ocasionar una disminución mínima de temperatura al inicio del proceso (\leq a 5 °C). Los intervalos del tiempo de pre fritura estudiados fueron entre 10 y 50 segundos y la temperatura del aceite entre 110 y 150 °C.

Para hacer el análisis de resultados se utilizó un modelo central compuesto rotatable, que permite estudiar el efecto conjunto de varios factores sobre la respuesta. El modelo central compuesto rotatable originado es un diseño 2^k que consta de cinco puntos centrales y cuatro puntos axiales con características de rotabilidad. Un diseño central compuesto se convierte en rotatable mediante la elección de α , número para lograr la invariabilidad de giro, y se calcula por medio de la ecuación $\alpha=(nf)^{\frac{1}{4}}$, siendo "nf" el número de puntos de la porción factorial del diseño 2^k . Como para este caso se tienen dos factores, entonces nf es $2^2 = 4$, por lo tanto el valor de α para lograr la invariabilidad del giro es $\alpha=(nf)^{\frac{1}{4}} = 1.414$. Este diseño experimental se ajusta a un modelo de segundo orden cuya ecuación es:

$$Y = A_0 + AX_a + BX_b + ABX_aX_b + A^2X_a^2 + B^2X_b^2$$

donde A_0 son constantes, AX_a y BX_b son parámetros de interacción independiente, ABX_aX_b son parámetros de interacción cruzada y $A^2X_a^2$ y $B^2X_b^2$ son parámetros de interacción cuadrática. Los niveles extremos de las variables en estudio son +1 y -1 e indican el nivel alto o bajo. A continuación se muestran las variables de comando, con valores codificados y reales:

Variables de comando en DII	Nivel		Valores	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
t (minutos)	-1	+1	10	30
Cc (%)	-1	+1	1	3

Variables de comando en Pre fritura	Nivel		Valores	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
T (°C)	-1	+1	110	150
t (segundos)	-1	+1	10	50

La matriz de experiencia para los dos procesos estudiados se generó a partir del programa estadístico Statgraphics 2 plus.

3. RESULTADOS

A continuación se muestra la disposición de los ensayos para los planes experimentales realizados en DII y en prefritura. En la tabla 1 se presentan los resultados del proceso de DII de tajadas de plátano.

Tabla 1: Resultados de pérdida de peso y contenido de NaCl en DII de tajadas de plátano para cada ensayo

Ensayo	Pérdida de peso (%)	Contenido de NaCl (%)
1	9.24	1.66
2	7.76	1.36
3	10.72	2.49
4	8.96	1.24
5	4.50	0.62
6	6.67	1.28
7	8.26	1.09
8	3.86	0.96
9	6.19	1.48
10	9.10	1.37
11	8.69	2.28
12	1.65	0.30
13	6.58	0.72

En la tabla 2 se presentan los valores codificados y reales de tiempo y concentración de NaCl para cada ensayo realizado.

En la tabla 3 se presentan los resultados del plan experimental efectuado en el proceso de prefritura para tajadas de plátano.

En la tabla 4 se presentan los valores codificados y reales de tiempo y temperatura en prefritura para cada ensayo.

Tabla 2: Valores codificados y reales, de tiempo y contenido de NaCl para cada ensayo en DII de tajadas de plátano.

Ensayo	Valores codificados		Valores Reales	
	Tiempo	NaCl	Tiempo (mínimo)	CoNaCl(%)
1	1.414	0	34	2
2	0	0	20	2
3	0	1.414	20	3.4
4	0	0	20	2
5	-1	-1	10	1
6	0	0	20	2
7	0	0	20	2
8	-1.414	0	6	2
9	-1	1	10	3
10	0	0	20	2
11	1	1	30	3
12	0	-1.414	20	0.6
13	1	-1	30	1

Tabla 3: Resultados de pérdida de peso y contenido de aceite en prefritura de tajadas de plátano para cada ensayo.

Ensayo	Pérdida de peso (%)	Contenido de Aceite (%)
1	29.94	17.82
2	25.04	19.62
3	40.75	19.26
4	30.00	17.55
5	30.13	17.36
6	6.01	4.79
7	30.28	17.40
8	12.13	15.50
9	24.61	15.26
10	30.15	17.29
11	2.48	2.04
12	68.90	24.55
13	57.57	22.27

Tabla 4: Valores calificados y reales, de tiempo y temperatura para cada ensayo en prefritura de tajadas de plátano

Ensayo	Valores codificados		Valores reales	
	Temperatura	Tiempo	Temperatura °C	Tiempo (s)
1	0	0	130	30
2	1	-1	150	10
3	1.414	0	158	30
4	0	0	130	30
5	0	0	130	30
6	-1.414	0	102	30
7	0	0	130	30
8	-1	-1	110	10
9	-1	1	110	50
10	0	0	130	30
11	0	-1.414	130	2
12	1	1	150	50
13	0	1.414	130	58

En la tabla 5 se muestran los valores de los coeficientes de regresión obtenidos en los planes experimentales de DII y prefritura.

$$Y = A_0 + AX_a + BX_b + ABX_aX_b + A^2X_a^2 + B^2X_b^2$$

donde R^2 : Coeficiente de determinación; X_a : tiempo y X_b : contenido de NaCl para DII; X_a : tiempo y X_b : temperatura del aceite para prefritura.

Tabla 5: Valores de los coeficientes de regresión obtenidos en los procesos de DII y prefitura

	DII	
	Pérdida de peso	Contenido NaCl
Coefficientes		
Constante A ₀	-5.518860	0.299231
Lineal		
A (tiempo)	0.439106	-0.012026
B (contenido de NaCl)	5.675870	0.163140
Interacción		
AB	0.010500	0.01750
Cuadrático		
AA	-0.007694	0.000015
BB	-0.951878	0.044125
R ²	0.803400	0.9730

	Prefitura	
	Pérdida de peso	Contenido de aceite
Coefficientes		
Constante A ₀	195.616	112.607
Lineal		
A (tiempo)	-1.435710	0.120731
B (temperatura)	-3.04837	-1.589180
Interacción		
AB	0.019612	0.003231
Cuadrático		
AA	-0.007492	-0.005485
BB	0.012077	0.005928
R ²	0.9957	0.9383

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Proceso de Deshidratación Impregnación por Inmersión (DII):

En el proceso de DII ambos factores, pérdida de peso (%) y contenido de NaCl (%), se ajustan de manera adecuada al modelo escogido presentan coeficientes de determinación (R²) 0.80 y 0.97, respectivamente. En el análisis residual se observó una distribución equitativa de residuos, sin ningún tipo de tendencia (ATEHORTUA y MOLINA, 2001).

Según los coeficientes de regresión y después de un análisis de la figura 1, que muestra la superficie de respuesta de pérdida de peso (%) en función del contenido de NaCl de la solución y el tiempo, se observa que para el intervalo en estudio, las

variables tiempo y contenido de NaCl en la solución favorecen la pérdida de peso, más significativamente cuanto más alto es el contenido de NaCl en la solución.

En efecto, los mayores porcentajes de pérdida de peso se obtienen con contenido de NaCl en la solución mayor a 2.0% y tiempo superior a 24 minutos, siendo más sensible la pérdida de peso por efecto del contenido de NaCl que por el tiempo.

La figura 2 muestra la superficie de respuesta de contenido de NaCl en el producto en función del contenido de NaCl de la solución y el tiempo, para tajadas de plátano.

Se observa que el contenido de NaCl en el producto aumenta sólo levemente con el tiempo pero presenta un aumento significativo con el contenido de NaCl en la solución. A mayor contenido de NaCl en la solución mayor contenido de NaCl en las tajadas.

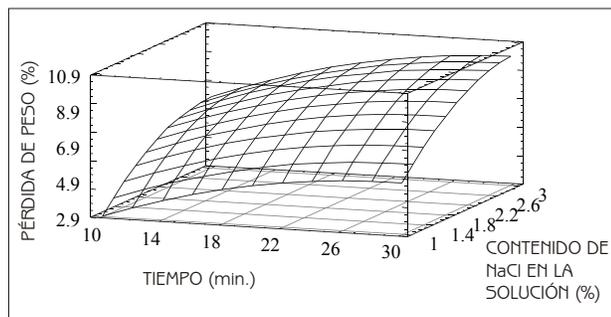


Figura 1: Superficie de respuesta de pérdida de peso de tajadas de plátano en el proceso de DII

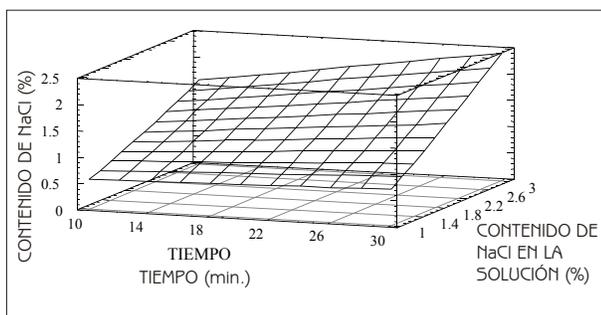


Figura 2: Superficie de respuesta de contenido de NaCl (%) en tajadas de plátano en el proceso de DII

Proceso de prefritura:

Al igual que para la DII, en la prefritura se comprobó la adecuación del modelo con los coeficientes de determinación (R^2), los cuales fueron 0.996 y 0.938 para los factores pérdida de peso (%) y contenido de aceite (%) respectivamente. El análisis de residuos mostró una distribución equitativa sin ningún tipo de tendencia (ATEHORTUA y MOLINA, 2001).

La figura 3 muestra la superficie de respuesta en la cual se evidencia el aumento de pérdida de peso cuando la temperatura del aceite es superior a 130 °C. A partir de 140 °C y un tiempo de 40 segundos se obtienen las mayores pérdidas de peso. La pérdida de peso (%) crece proporcionalmente con el aumento de la temperatura para un mismo tiempo de prefritura.

OLORUNDA (1985), aplicó a tajadas de plátano un tratamiento de DII en una solución de 70% de sacarosa y relación másica 4 : 1 y obtuvo una pérdida de peso del 35%. En este estudio, teniendo en cuenta los cinco puntos centrales del modelo central compuesto rotatable aplicado tanto a la DII como a la prefritura, al considerar las pérdidas de peso obtenidas en las operaciones combinadas, DII + prefritura, se obtiene una pérdida de peso aproximada del 38%.

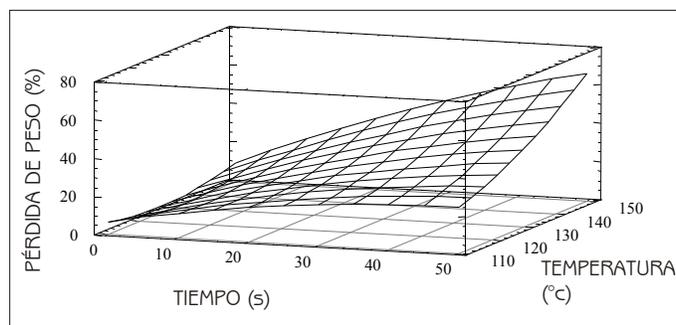


Figura 3: Superficie de respuesta de pérdida de peso en tajadas de plátano en el proceso de prefritura

La superficie de respuesta para el contenido de aceite se muestra en la figura 4.

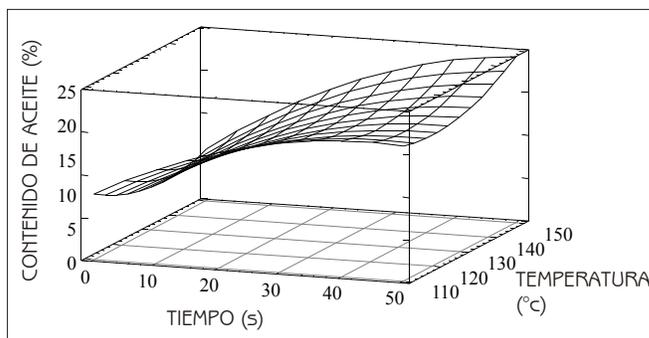


Figura 4: Superficie de respuesta de contenido de aceite en tajadas de plátano en el proceso de prefritura

Para el intervalo de temperatura estudiado (110 y 150 °C) el tiempo de prefritura tiene mayor influencia que la temperatura en el contenido de aceite de las tajadas.

Si se asume en la superficie de respuesta de la figura 4 una temperatura constante, el contenido de aceite aumenta con el tiempo. Resultados similares fueron obtenidos por VINAZCO *et al.*, (2001) en un estudio de caracterización del proceso de fritura de plátano maduro.

5. CONCLUSIONES

En los planes experimentales realizados en la elaboración de tajadas de plátano, se presentan como resultados de las tendencias de las variables de control (pérdida de peso y contenido de NaCl en las tajadas) en DII y (pérdida de peso y contenido de aceite) en prefritura.

En el proceso de DII la pérdida de peso obtenida es relativamente baja, del orden de 8.2%, (promedio de los puntos centrales) dado que el proceso se enfoca hacia el contenido de NaCl en el producto o acondicionamiento del sabor de las tajadas y no hacia una deshidratación completa de estabilización.

La presencia de NaCl en la solución de DII tiene un efecto importante sobre las cinéticas de pérdida de agua y de absorción de azúcar y sal en filetes

De bacalao. Según COLLIGNAN y RAOULT-WACK (1994) el azúcar aumenta la velocidad de pérdida de agua, pero puede retardar la entrada de la sal. Por lo tanto la DII podría utilizarse como operación para agregar el sabor salado característico a las tajadas, el cual es apreciado por los consumidores (DÍAZ *et al.*, 1998) y también para reducir las pérdidas de sal que ocurren con la aplicación tradicional por espolvoreo al final de la línea de producción.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la aplicación del modelo experimental central compuesto rotatable al proceso de DII, las mejores condiciones de operación ocurren con una solución de sacarosa y glucosa al 2.6% de NaCl y un tiempo de tratamiento de 24 minutos, para obtener tajadas parcialmente deshidratadas con un contenido de 2.0% de NaCl.

En el proceso de prefitura la pérdida de peso (%) fue tres veces más importante que aquella presentada por DII, si se toman en cuenta los cinco puntos centrales del modelo experimental. En el plan experimental aplicado a la operación de prefitura todos los puntos centrales presentaron resultados similares, tanto en pérdida de peso como en contenido de aceite. En la prefitura se obtuvieron tajadas con contenido de aceite inferior a 18%, contenido de humedad alrededor de 42%, con 30 segundos de tratamiento y 130 °C de temperatura.

En el proceso de prefitura el contenido de aceite es afectado principalmente por el tiempo de inmersión. A mayor tiempo, mayor contenido de aceite en las tajadas. Según sea el objetivo del proceso de prefitura, éste es favorable con tiempos cortos y temperaturas moderadas (130 a 150°C) para la elaboración de la mayoría de los productos prefritos. Es de precisar que la utilización de temperaturas altas generan aceleración del proceso de termo-oxidación del aceite y puede comprometer su duración.

La prefitura permite formar la textura de productos prefritos. La pérdida de peso que ocurre durante el proceso de prefitura es afectada de forma similar por el tiempo de inmersión y por la temperatura del aceite, es decir que las dos variables tienen influencia sobre la pérdida de peso de las tajadas. La DII puede ser utilizada para fortificar productos alimenticios elaborados a partir de plátano, aportando solutos específicos como sales minerales, antioxidantes, vitaminas, etc.

Después de analizar los resultados obtenidos con los procesos combinados de DII y prefitura es necesario estudiar el proceso de congelación de tajadas prefritas, para entender el comportamiento de las variables temperatura y tiempo de congelación en función de la calidad del producto final obtenido.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ☑ GARCIA M. C., RIAÑO C. E., (1997). "Influencia de algunas variables sobre el proceso de deshidratación osmótica de mango, banano y aguacate". *Cenicafé*, 48 (2), pp. 109-119.
- ☑ DIAZ A., LISSE I., RAOULT WACK A. L., BRICAS N., (1998). "Consumption trends of plantain chips and consumer appreciation of their quality in Cali (Colombia)". *Tropical Science*, (38), pp. 171-178.
- ☑ MOREIRA ROSANA., CASTELL PEREZ E., BARRUFET M. A., (1999). "Deep-Fat Frying. Fundamentals and Applications". Editorial An Aspen Publication. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, USA, pp. 8-9.
- ☑ SÁNCHEZ NIEVA F., COLOM COVAS G., HERNÁNDEZ I., GUADALUPE R., DIAZ N., VINAS C. B., (1968). "Preharvest changes in the physical and chemical properties of plantains (*Musa paradisiaca*)". *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, (59), pp. 85-114.
- ☑ OGAZI, P. O., (1985). "Production of plantain chips (crisps) in Nigeria". *La Coopération Internationale pour une Recherche efficace sur le Plantain et les Bananes. Informe de la 3^e reunión*. Abidján, Costa de Marfil, Mayo. pp. 160-161.

- ☑ TOTTE A., DÍAZ A., MAROUZE C. RAOULT WACK A. L., (1996). "Deep-fat frying of plantain (*Musa paradisiaca* L.) . II: Experimental study of solid/liquid phase contacting systems". *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, (29), pp. 599-605.
- ☑ GAMBLE M. H., RICE P, SELMAN D., (1987). "Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from c.v ; Record U. K. tubers". *International Journal of Food Science and Technology*, (22), pp. 233-241.
- ☑ MUÑOZ M., MUÑOZ W., (1993). "Deshidratación osmótica de piña". Tesis de pregrado en Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Cali.
- ☑ DÍAZ A., TOTTE A., GIROUX F., REYNES M., RAOULT-WACK A.L., (1996). "Deep-fat frying of plantain (*Musa paradisiaca* L.) I: Characterization of control parameters". *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, (29), pp. 489-497.
- ☑ DEBIEN C., (1997). "Influence du stade de maturité de l'ananas manzana sur la qualité des chips obtenues par le procede de Déshydratation Imprégnation-Friture sous vide". *Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires, ENSIA, Montpellier, Francia.*
- ☑ VINAZCO D. H., GARCIA H. F., DÍAZ A., (2001). "Determinación de las variables de comando y control del proceso de fritura aplicado a la elaboración de un producto a base de plátano (*Musa paradisiaca* L.)". *Memorias del VI Seminario de Ingeniería de Alimentos. ACTA. Abril 24 27. Bogotá. Colombia.*
- ☑ A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, 1990. "Food Composition; Additives; Natural Contaminants". (2), Number 984.25, p. 998. Arlington, Virginia 22201, USA.
- ☑ AFNOR (1991). *Association Française de Normalisation. Contrôle de la qualité des produits alimentaires. Extraction de la matière grasse en vue de sa caractérisation. Norme V 03-030.*
- ☑ ATEHORTUA A. D., MOLINA C. A., (2001). *Caracterización de las variables de operación de los procesos combinados de deshidratación osmótica y fritura en tajadas de plátano verde (*Musa paradisiaca* L).* Tesis de pregrado en Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Cali.
- ☑ OLORUNDA A. O, (1985). "Low-temperature preservation of plantain products". *La Coopération Internationale pour une Recherche efficace sur le Plantain et les Bananes. Informe de la 3° reunión. Abidján, Costa de Marfil, Mayo. pp. 145-148.*
- ☑ COLLIGNAN A., RAOULT WACK A. L., (1994). "Dewatering and Salting of Cod by Immersion in Concentrated Sugar/Salt Solutions". *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, (27), pp. 259-264.