

# EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE FRITURA DE BANANO OSMODESHIDRATADO

## PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS ASSESSMENT IN BANANA FRYING OSMODESHIDRATADO

### AVALIAÇÃO PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA OSMODESHIDRATADO FRITURA BANANA

GLORIA CARMENZA RODRÍGUEZ D. L. P.<sup>1</sup>, CLAUDIA LILIANA ZULUAGA G.<sup>2</sup>,  
LUISA FERNANDA PUERTA P.<sup>3</sup>, LINA VANESSA RUIZ A.<sup>3</sup>

#### RESUMEN

*En el presente trabajo de investigación, se estudió el efecto que sobre los contenidos de materia seca y humedad, proteína, grasa, azúcares totales, vitamina A, vitamina C, Potasio y Sodio, tiene el proceso de fritura a temperatura promedio de 160°C durante un tiempo de 5 minutos en muestras de banano Cavendish fresco y deshidratado osmóticamente con solución de sacarosa de 45°Brix y cloruro de sodio 1,5% (p/p). Se pudo determinar que en las muestras de banano tratados osmóticamente los valores de contenido de humedad y de grasa resultaron mucho menores que los correspondientes al banano sin tratamiento osmótico; presentándose un comportamiento contrario en los contenidos de carbohidratos y calorías que fueron más elevados. Se espera que los resultados presentados sean de interés a nivel agroindustrial para la obtención de nuevos productos a base de banano.*

#### ABSTRACT

*In the present investigation, we studied the effect on the dry matter content and moisture, protein, fat, total sugars, vitamin A, vitamin C, potassium and sodium, has the frying process at an average temperature of 160°C for a time of 5 minu-*

**Recibido para evaluación:** 29/10/2012. **Aprobado para publicación:** 08/02/2013.

1 Magister en Ingeniería de Alimentos. Docente Universidad de San Buenaventura Cali.

2 Ingeniera Agroindustrial. Docente Universidad de San Buenaventura Cali.

3 Estudiante Ingeniera Agroindustrial. Universidad de San Buenaventura Cali.

**Correspondencia:** gcrodrig@usbcali.edu.co

*tes in fresh Cavendish banana samples and osmotically dehydrated with sucrose solution at 45° Brix and 1,5% sodium chloride (w / w). It was determined that in the osmotically treated banana samples values of moisture content and fat were much lower than for untreated bananas osmotic; contario behavior appearing in the contents of carbohydrates and calories were higher. It is expected that the results presented are of interest to agribusiness at obtaining new banana-based products.*

## RESUMO

*Na presente investigação, foi estudado o efeito sobre o conteúdo de matéria seca e a humidade, proteína, gordura, açúcares totais, vitamina A, vitamina C, potássio e sódio, tem o processo de fritura a uma temperatura média de 160°C por um período de 5 minutos em amostras de banana Cavendish frescos e desidratados osmoticamente com solução de sacarose a 45° Brix, e cloreto de sódio a 1,5% (w / w). Determinou-se que nas amostras tratadas osmoticamente bananas valores do teor de humidade e de gordura foram muito mais baixas do que para as bananas não tratados osmóticos; contario comportamento aparecendo no conteúdo de hidratos de carbono e calorias foram maiores. Espera-se que os resultados apresentados são de interesse para a obtenção de novos agronegócio produtos à base de bananas.*

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, el banano ha sido una de las frutas comercializadas con gran éxito junto con el café, caña de azúcar, flores y palma africana; es un producto esencial para el desarrollo económico y social de nuestro país, genera empleo y divisas. Con un área cosechada de 80.518 Hectáreas y una producción promedio de dos millones de toneladas al año, Colombia es el décimo país productor de banano a nivel mundial [1].

Aunque pueden obtenerse diferentes productos procesados, el mercado del banano es esencialmente para consumo en fresco, ya que tiene una corta vida de anaquel por su alto contenido de agua (aproximadamente 76%) y los cambios fisicoquímicos, reacciones químicas, enzimáticas, microbiológicas que causan deterioro. Así mismo, debido a su alto grado de consumo, sus propiedades organolépticas y su valor nutricional, representa una materia prima interesante para ser procesada, buscando de esta forma disminuir las causas de deterioro y corta vida útil y ofreciendo otras formas de consumo y diversificación de productos [2].

En los últimos años, el consumo de alimentos procesados se ha incrementado, ganando posición en el mercado mundial debido a los cambios en estilos y ritmos de vida. La sociedad moderna busca alimentos de fácil adquisición y rápido consumo y que a la vez satisfagan sus necesidades alimentarias [3].

La fritura es una de las técnicas más antiguas y utilizadas en el procesamiento de alimentos. En la actualidad, los alimentos fritos gozan de

## PALABRAS CLAVE:

Absorción de Grasa, Deshidratación Osmótica, Snack.

## KEYWORDS:

Fat Absorption, Osmotic Dehydration, Snack.

## PALAVRAS-CHAVE:

A Absorção de Gordura, De Desidratação Osmótica, Snack

una popularidad cada vez mayor en el mundo y son aceptados por personas de todas las edades. La preparación de estos productos es fácil y rápida y su aspecto y sabor corresponden con los deseados por el consumidor [4].

Con la operación unitaria de fritura, se modifica tanto la microestructura del producto como las características organolépticas tales como textura, color y aroma que se presentan como consecuencia de la reacción de Maillard, también se ayuda a la conservación del alimento tanto por la destrucción térmica de los microorganismos como por los efectos generados en el alimento al reducir la actividad de agua en su superficie [5,6].

Las temperaturas altas (160°C-180°C) utilizadas en el proceso de fritura, producen en el alimento evaporación de agua que se transfiere al aceite, y simultáneamente el alimento absorbe aceite para remplazar en parte el agua eliminada del producto [7].

El espacio libre que deja el agua es ocupado por el aceite. La cantidad de aceite absorbido por un alimento depende, en gran medida, de su humedad, porosidad y superficie expuesta al aceite de fritura [8].

La fritura profunda se considera como un proceso de secado y cocción por medio de aceite caliente, en donde ocurre simultáneamente transferencia de calor y de masa con flujos de vapor de agua y de aceite, en direcciones opuestas, en el alimento [9].

En el proceso de fritura, las propiedades térmicas y fisicoquímicas del alimento y del aceite, la geometría del alimento y la temperatura del aceite, son algunas de las variables que inciden en la transferencia de masa y calor, y que finalmente determinan las características de los productos fritos [10].

En Colombia, en los últimos años se han dado grandes innovaciones en las líneas de producción de snacks, así por ejemplo, se han introducido en el mercado gran variedad de sabores en alimentos fritos y diseños novedosos de empaques en otros tipos de snacks [11].

Sin embargo, estos hábitos alimenticios han generado problemas relacionados con la dieta y la salud, lo cual ha generado interés por reducir los altos contenidos de grasa en estos productos [3].

Teniendo en cuenta esto, se deben buscar alternativas, para alimentos sometidos a proceso de fritura,

mediante las cuales se pueda lograr la reducción de absorción de grasa, ahorro de energía y conservación de las características organolépticas; una de ellas es la deshidratación osmótica como etapa o tratamiento previo al proceso de fritura [12].

Una operación como el secado realizada como tratamiento previo a la fritura, disminuye drásticamente la absorción de aceite a la vez que incrementa significativamente la crujencia de alimentos como las papas fritas [13].

La deshidratación osmótica es una tecnología de conservación que reduce las pérdidas poscosecha de la fruta y proporciona una opción para transformarla, este método de conservación se considera como gran alternativa por su bajo costo ya que es un proceso no térmico; esta es una técnica de remoción de agua, en la cual se sumergen materias primas en una solución hipertónica compuesta por solutos capaces de generar altas presiones [14].

Con la deshidratación osmótica (DO) se consigue conservar la calidad y estabilidad de los productos hortofrutícolas, al reducir el contenido de humedad (hasta 50-60% en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles [15].

El tratamiento osmótico es una técnica de deshidratación utilizada generalmente en frutas y verduras; este tratamiento genera una reducción en la actividad de agua de los alimentos, y por lo tanto, permite el almacenamiento durante períodos de tiempo más largos, a la vez que mejora la estabilidad y la calidad de los productos [16].

Este trabajo de investigación pretende buscar soluciones a la reducción de la absorción de aceites en la fritura de los snacks por medio de deshidratación osmótica, además de evaluar las propiedades fisicoquímicas que se presentan al aplicar estos tratamientos.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la osmodeshidratación como pretratamiento al proceso de fritura en los valores de parámetros como: contenido de materia seca y humedad, proteína, grasa, azúcares totales, vitamina A, vitamina C, Potasio, Sodio, para el banano Cavendish, comparando los valores para banano fresco frito y banano osmodeshidratado frito.

## MÉTODO

### Materia prima

Este estudio se realizó en el laboratorio de investigaciones de la Universidad de San Buenaventura Seccional Cali. Se utilizó banano Cavendish, producido en un cultivo tecnificado del Municipio de Vijes Valle del Cauca.

Se trabajó con banano fresco y con banano deshidratado osmóticamente. Basados en resultados previos de esta investigación, se utilizó como agente osmódeshidratante solución de sacarosa de 45°Brix y 1,5%(p/p) de sal.

Para realizar el proceso de fritura se utilizó aceite de girasol adquirido en un supermercado local

### Métodos

Los bananos se cortaron en rodajas de  $2,0 \pm 0,1$  cm de diámetro y  $2,0 \pm 0,1$  mm de espesor, en una tajadora (SKYMSSEN) como se observa en la figura 1.

Antes del proceso de fritura de banano fresco, las rodajas se introdujeron en solución isotónica de ácido cítrico con el fin de evitar pardeamiento de la fruta durante el proceso, retirando el exceso de agua con papel absorbente.

Figura 1. Rodajas de banano.



Tanto las muestras osmódeshidratadas como las de banano fresco, se frieron en una freidora industrial de canastilla con capacidad de 10 litros, como se muestra en la figura 2, a temperatura controlada de 160 °C por un tiempo de 5 minutos, esta combinación de temperatura-tiempo se estableció después de realizar algunas pruebas y analizar propiedades organolépticas; se utilizó aceite de girasol, con una relación aceite- producto de 20:1 p/p. El aceite se precalentó y en él se sumergieron las rodajas de banano, manteniendo la temperatura constante.

Una vez transcurrido el tiempo de fritura se retiraron las rodajas limpiando el exceso de aceite con papel absorbente. Los snacks fueron empacados en bolsas de polietileno y rotulados según el tratamiento aplicado para finalmente tomar muestras, como se muestra en la figura 3, y realizar por triplicado, análisis de humedad, proteína total, grasa, carbohidratos totales, vitamina A, vitamina C, potasio y cloruro de sodio.

Figura.2. Proceso de fritura.

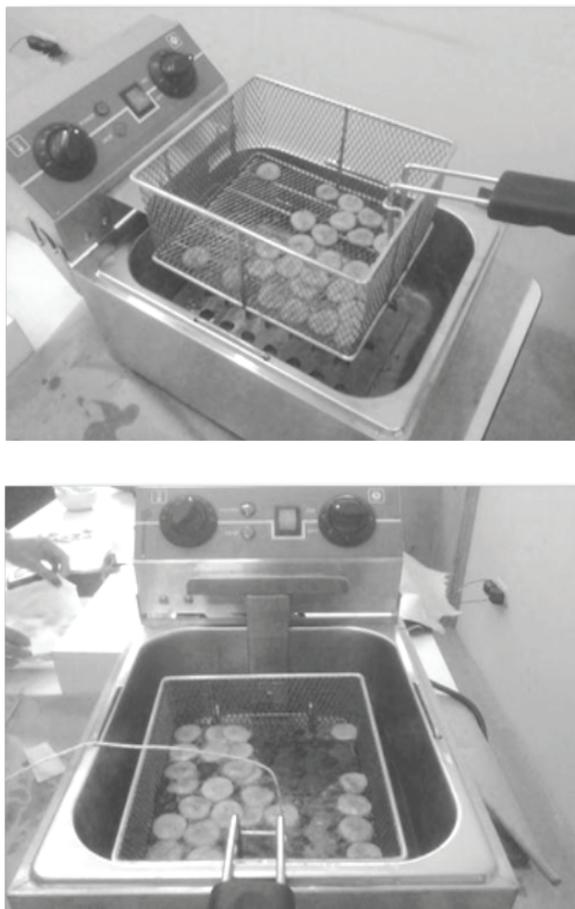


Figura 3. (A) Banano fresco frito; (B) Banano osmodeshidratado frito.



### Determinación de propiedades

**Contenido de Materia Seca y Humedad.** La materia seca y humedad se determinaron acorde al método estándar de la AOAC (934.01), los materiales biológico fueron sometidos a un secado inicial a 60°C y un secado posterior a 105°C por 24 horas, en ambos casos hasta que se alcanzó peso constante (Binder ED 115-UL, Germany) (AOAC, 1990).

**Contenido de Nitrógeno y Proteína.** Para el contenido de nitrógeno se utilizó el método Kjeldahl (Kjeldahl, 1983) y para la conversión de nitrógeno a proteína se usó el factor 6,25.

**Contenido de cenizas.** Se utilizó el método estándar de la AOAC (942.05), en una mufla (Select-Horn) a temperatura de 600°C por 6 horas (AOAC, 1990).

**Contenido de Grasa.** La grasa se determinó acorde al método estándar de la AOAC (920.39), se utilizó un equipo Soxhlet (Soxhlet S6-E2, Colombia) con éter de petróleo grado reactivo como disolvente (AOAC, 1990).

**Contenido de Carbohidratos Totales.** Se determinaron por espectrofotometría según el método de Antrona (Dubois et al., 1956), la lectura se realizó a una longitud de onda de 625 nm (ThermoScientific –Genesys 10UV, USA).

**Contenido de Potasio.** El potasio y sodio se determinaron por absorción atómica (Perkin Elmer – Analyst 400, USA) la lectura se realizó en una longitud de onda de 650 nm.

**Contenido de Vitamina A y C.** Se realizó mediante cromatografía líquida de alta resolución HPLC (Perkin Elmer Series 200, USA); equipado con columna Shodex C18 x 250 x 4 mm, utilizando como fase móvil metanol: agua, longitud de onda 325 nm para vitamina A y buffer fosfato pH 2,8, longitud de onda 271 nm para la vitamina C.

### Análisis Estadístico

Se utilizó el software estadístico SPSS11.5 para procesar los datos. El análisis estadístico para las muestras se realizó mediante análisis de varianza ANOVA; se consideró  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo. Todas las determinaciones al igual que el análisis estadístico se realizaron por triplicado.

## RESULTADOS

Los resultados promedio de los análisis realizados al snack de banano fresco frito y al snack de banano osmodeshidratado frito se presentan en el cuadro 1.

Con respecto al porcentaje de humedad, el análisis estadístico muestra que el porcentaje en snack de banano fresco frito difiere significativamente ( $p < 0,05$ ) del osmodeshidratado frito; esto puede deberse a que al realizar el proceso de osmodeshidratación el producto gana solutos en los espacios intracelulares y celulares que estaban ocupados por el agua, y luego, al freírse, el agua que no se liberó en la osmodeshidratación se evapora. Como se esperaba, hay una reducción drástica del contenido de humedad de las muestras tratadas osmóticamente con respecto a las sin tratamiento.

**Cuadro 1.** Resultados de análisis

Análisis	Snack fresco frito	Snack OD frito
Humedad (%)	40,93±1,51 <sup>a</sup>	19,2±0,49 <sup>b</sup>
Proteína (Nx6.25, %)	1,84±0,001 <sup>a</sup>	1,91±0,004 <sup>a</sup>
Grasa (%)	10,54±0,25 <sup>a</sup>	3,66±0,08 <sup>b</sup>
Ceniza (%)	1,42±0,06 <sup>a</sup>	2,65±0,04 <sup>a</sup>
Carbohidratos (%)	43,27±1,05 <sup>a</sup>	70,58±1,80 <sup>b</sup>
Calorías (Kcal/100g)	283,3±1,18 <sup>a</sup>	340,9±4,27 <sup>b</sup>
VitaminaA (UI/100 g)	85,96±1,67 <sup>a</sup>	88,82±0,20 <sup>a</sup>
VitaminaC (UI/100 g)	0,45±0,02 <sup>a</sup>	0,2±0,009 <sup>a</sup>
Potasio (mg/100 g)	620,61±6,3 <sup>a</sup>	781,7±4,22 <sup>b</sup>
Cloruro de sodio (%)	0,2±0,003 <sup>a</sup>	1,91±0,17 <sup>b</sup>

Valores son medias ± desviaciones estándar de triplicados. Medios dentro de la misma fila que no tienen letras iguales son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

En lo que se refiere al contenido de proteína no se aprecian grandes diferencias entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ). La ganancia de proteína para el snack osmodeshidratado frito es despreciable y este aumento se debe básicamente a la reducción de masa; con la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran.

Con relación al porcentaje de grasa, se presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); la absorción de grasas del snack de banano fresco frito es importante aumentando su contenido debido al intercambio entre el agua que contiene y la entrada de aceite en el momento de la fritura, el espacio libre que deja el agua es ocupado por el aceite. Además, la cantidad de aceite que puede absorber un alimento depende, entre otros, de su humedad, y el Snack de banano fresco frito tiene mayor humedad que el osmodeshidratado frito. El snack de banano osmodeshidratado presenta menor valor de contenido de grasa, condición que es favorecida por el pretratamiento realizado antes de la fritura ya que el poder de absorción de grasa es menor al someterlo a fritura (snack OD frito) comparado con el porcentaje de aceite ganado del snack de banano fresco frito, en el producto osmodeshidratado.

Respecto al contenido de carbohidratos, se observa un incremento significativo en el snack de banano osmodeshidratado frito ( $p < 0,05$ ), ya sea por reducción de masa como por absorción durante el procedimiento

aplicado. Se debe a que estos se concentran por la evaporación de agua en el proceso de fritura además que el aceite aporta una cantidad.

El incremento de calorías es importante en el banano osmodeshidratado frito con respecto al valor en el banano fresco frito ( $p < 0,05$ ); además de ganar una buena cantidad en la fritura, esto es debido a la ganancia de aceites y sacarosa en el proceso de osmodeshidratación. Es importante resaltar que este incremento es favorable ya que eleva su contenido energético

La pérdida de vitamina A del banano fresco frente a los tratamientos se debe a que esta vitamina es liposoluble lo cual en el proceso de fritura ayuda a que esta se desnaturalice, entre tratamientos no existe evidencia de diferencia ( $p > 0,05$ ).

El snack de banano sufre una pérdida casi total de Vitamina C, al ser sometido a fritura, para ambos tratamientos ( $P > 0,05$ ). La pérdida de ésta durante el proceso de osmodeshidratación puede ser debido a que se haya lixiviado a la solución hipertónica ya que es hidrosoluble. Mientras que las pérdidas en las muestras del snack de banano fresco frito probablemente se presentaron por la termoestabilidad de la Vitamina C.

En el snack de banano fresco frito se observa alto nivel de potasio al igual que en el osmodeshidratado frito ( $p < 0,05$ ), esto podría explicarse por la reducción de masa al pasar por los procesos de deshidratación osmótica y fritura, lo cual hace que el contenido del potasio sea mayor.

El mayor contenido de cloruro de sodio en el banano osmodeshidratado frito con relación al fresco frito ( $p < 0,05$ ) se presenta, por reducción de masa y absorción de aceites y también podría deberse, aunque en poca medida a que la solución osmótica utilizada contenía 1,5% (p/p) de sal.

## CONCLUSIONES

La aplicación de tratamiento osmótico previo a la fritura, incide en los parámetros examinados en los snacks de banano. Las muestras sometidas a fritura con tratamiento osmótico presentaron menor absorción de grasa, y contenido de humedad que aquellas que no tenían el pretratamiento; mientras que se incrementaron los valores de carbohidratos, sal y calorías.

En general, los snacks de banano, elaborados tanto a partir de banano fresco como osmodeshidratado, mostraron cambios característicos proporcionados por la fritura, como el color y la formación de una costra en su superficie.

## REFERENCIAS

- [1] FAO. Statistical data bases. Top production Colombia 2011 [online]. Available: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> [citado 14 de Mayo de 2012].
- [2] GIRALDO, G. Conservación de frutas por método combinado. Revista de Investigaciones Universidad del Quindío, 14, 2004, p. 121-129.
- [3] IKOKO, J. and KURI, V. Osmotic pre-treatment effect on fat intake reduction and eating quality of deep-fried plantain. Food Chemistry, 102, 2007, p. 523-531.
- [4] BOU, R., NAVAS, J.A., TRES, A., CODONY, R. and GUARDIOLA, F. Quality assessment of frying fats and fried snacks during continuous deep-fat frying at different large-scale producers. Food Control, 27 (1), 2012, p. 254-267.
- [5] BOUCHON, P. and AGUILERA, J. Microstructural analysis of frying potatoes. International Journal of Food Science and Technology, 36, 2001, p. 669-676.
- [6] ACHIR, N., VITRAC, O. and TRYSTRAM, G. Simulation and ability to control the surface thermal history and reactions during deep fat frying Chemical Engineering and Processing, 47, 2008, p. 1953-1967.
- [7] MELLEMA, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science and Technology, 14, 2003, p. 364-373.
- [8] VILLADA, D., VILLADA, H.S. y MOSQUERA, A. Evaluación del efecto de la deshidratación osmótica y fritura en dos variedades de yuca (*Manihot esculenta crantz*) en la producción de chips. Revista Dyna, 76 (160), 2009, p. 131-138.
- [9] BOUCHON, P., AGUILERA, J.M. and PYLE, D.L. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. Journal of Food Science, 68, 2003, p. 2711-2716.
- [10] PEDRESCHI, F. and MOYANO, P. Oil uptake and texture development in fried potato slices. Journal of Food Engineering, 70, 2005, p. 557-563.
- [11] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Observatorio Agrocadenas Colombia. La industria procesadora de papa, plátano y yuca: el mercado de pasabocas (snacks) y congelados en Colombia. Bogotá (Colombia): 2005, 35 p.
- [12] ATEHORTUA, A.D., MOLINA, C.A. y DÍAZ, A. Procesos de deshidratación impregnación por inmersión y prefritura aplicados a la elaboración de tajadas de plátano (*Musa paradisiaca* AAB). Ingeniería y Competitividad, 7(1), 2005, p. 56-64.
- [13] PEDRESCHI, F. and MOYANO, P. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. LWT - Food Science and Technology, 38, 2005, p. 599-604.
- [14] TORRES, L. y TABARQUINO, P. Deshidratación Osmótica de plátano (*Musa paradisiaca* L Var. Dominico Hartón) como pretratamiento a la fritura [Tesis Ingeniería Agrícola]. Cali (Colombia): Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, 2007, 95 p.
- [15] BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. y VEGA-MERCADO, H. Deshidratación de Alimentos. 1 ed. Zaragoza (España): Acribia, 2000, 295 p.
- [16] CASTRO-GIRALDEZ, M., TYLEWICZ, U., FITO, P.J., DALLAROSA, M. and FITO, P. Analysis of chemical and structural changes in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward) through the osmotic dehydration. Journal of Food Engineering, 105, 2011, p. 599-608.