

## Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización<sup>1</sup>

### Physical-chemical characterization of plantain (*Musa paradisiacal* sp. AAB, Simmonds) for industrialization

María Cristina Quiceno\* Germán Antonio Giraldo\*\* Rafael Humberto Villamizar\*\*\*

\*Mg. en Química, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas, Universidad del Quindío, Armenia

\*\*PhD. en Tecnología de alimentos. Universidad del Quindío, Armenia

\*\*\* Mg. en Química, Universidad La Gran Colombia – Armenia.

#### Resumen

El plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds), es utilizado para preparar sopas, harinas, fritos y precocidos. Las características fisicoquímicas durante la postcosecha permiten definir el estado de madurez adecuado en la obtención de una pasta para la producción del pasabocas; para su identificación se tomaron muestras requeridas en el análisis diario desde el momento de cosecha, hasta el día 7. El almacenamiento se realizó a temperatura de 24 °C y la humedad relativa de 70% ±2, se analizó la acidez titulable, los sólidos solubles totales, el pH, la actividad de agua, la humedad y la textura, encontrando un incremento en los sólidos solubles totales y la acidez titulable durante los días de almacenamiento, el porcentaje de humedad se mantuvo constante mientras que el contenido de almidón, pH, la actividad de agua y la textura disminuyeron debido al proceso de maduración de la fruta, además, se observó que la pulpa de plátano tiene mayor resistencia a la compresión en cortes longitudinal que transversal.

**Palabras clave:** Acidez titulable, actividad de agua, humedad, pH.

#### Abstract

Plantain (*Musa paradisiacal* sp. AAB, Simmonds), is used to prepare soup, flour, fried and pre-cooked food stuffs. Postharvest physic-chemical characteristics allow to define proper ripeness state in getting paste for snacks production; required samples for daily analysis from harvest time through day seven were collected. Storing was carried out at 24°C, and 70% +2 relative humidity, labeling acidity, total soluble solids, pH, water activity and texture were analyzed; an increase of total soluble solids and labeling acidity during storing days were found, humidity % remained constant, while starch content, pH, water activity and texture decreased due to ripeness process of the fruit; in addition, it was found that plantain pulp keeps better resistance to compression in longitudinal cutting than transversal.

**Keywords:** labeling acidity; water activity, humidity, pH.

<sup>1</sup>Artículo derivado del proyecto de investigación: pasabocas a base de plátano (*Musa paradisiaca*) mediante un proceso de fritura al vacío. Universidad Del Quindío - Uniquindio Estado: Tesis concluida, Grupo de investigación Agroindustria de frutos tropicales, laboratorio de diseño de nuevos productos Universidad del Quindío, Armenia.

Recibido: 11/07/2014

Revisado: 25/09/2014

Aceptado: 01/12/2014

Correspondencia de autor:

crisquiceno@yahoo.es  
ggiraldo@uniquindio.edu.co  
rahuviva@outlook.com

© 2014 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia *Creative Commons Attribution License*, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

#### Cómo citar:

Quiceno, M., Giraldo, G., y Villamizar, R. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCiencia* 20. 48-54

## Introducción

La vida útil del fruto se analiza a través del estado de maduración, la identificación de este se determina mediante la valoración de ciertas características químicas (pH, acidez, almidón, sólidos solubles totales (SST), azúcares, entre otros) (Giraldo, Cayón, & Torres, 2000). En el proceso de maduración del plátano se presentan variaciones fisicoquímicas, como la glucosa, xilosa, manosa, fructosa y trazas de galactosa, y xiloglucano que se incrementan en los procesos de la maduración (Cheng, Duan, Sun & Yang, 2009).

El plátano presenta gran importancia socioeconómica desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo. En el proceso de mercadeo, predomina la comercialización en fresco, aunque los cambios en los hábitos socio-culturales de la población ha incrementado el consumo de procesados (*snack*) a base de frituras de plátano maduro (28 a 30°Brix) o plátano verde (5 a 8°Brix); los precocidos como patacón prefrito congelado y los tostones; los semiprocados como plátano pelado y empacado al vacío, tajada madura congelada y aborrajado y en menor proporción la producción de harina. La vida útil del plátano mínimamente procesado (precongelados) ha alcanzado 15 días, en las frituras y precocidos 3 meses y las harinas de 6 a 9 meses (Cayón, Giraldo & Arcila, 2000).

La composición fisicoquímica del plátano al momento de la cosecha presentó el 66.2 % de agua, 0.3% grasas, 1.3% proteínas, 1.1 % fibra, 0.8% vitamina y cenizas y 30.7% carbohidratos (Chen & Ramaswamy, 2002), El almidón es el carbohidrato predominante en el fruto verde, mientras que en estado maduro presenta mayor contenido de azúcares invertidos. La fibra en la pulpa del fruto tiene bajas concentraciones y no cambian su concentración durante la maduración. El ácido predominante del plátano es málico y en menor proporción cítrico y oxálico cuyos niveles se incrementan pasando del estado verde con 0.7 % a 1.5 % en estado maduro (Cayón *et al*, 2000). La pulpa del plátano como muchos frutos es susceptible al pardeamiento cuando se expone al oxígeno, fenómeno relacionado con niveles de antioxidantes (polifenoles); el pardeamiento enzimático en los tejidos ha sido atribuido a la actividad de la polifenol oxidasa (PFO) responsable del desarrollo de un color café por oxidación de los mismos (García, Giraldo, Hurtado & Mendivil 2006). La concentración de polifenoles son menores en la pulpa verde y se incrementan hasta el estado sobre maduro debido a la pérdida de actividad de la polifenol oxidasa (Cayón *et al*, 2000).

La textura es un determinante de la calidad del plátano (Prabha & Bhagyalakshmi 1998), en la pulpa varía debido a la hidrólisis del almidón durante la maduración produciendo un aumento de la presión osmótica, lo que hace que la firmeza del fruto disminuya (Ciro, H., Montoya & Millan, 2005).

El objetivo de este estudio fue determinar las características fisicoquímicas del plátano después de cosecha y evaluar cuál es el día óptimo después del corte para la preparación de la pasta de plátano en la industrialización.

## Materiales y métodos

### Material vegetal

Los frutos fueron recolectados de un cultivo de 16 semanas después de la floración, ubicado en el corregimiento de Pueblo Tapao (Montenegro, Quindío). El almacenamiento de los frutos se llevó a cabo a temperatura ambiente (24°C) y una humedad relativa de  $70 \pm 2$  %. Cada día se evaluaron las propiedades fisicoquímicas (actividad de agua, pH, Humedad, textura, acidez, sólidos solubles) con sus respectivas repeticiones.

### Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos se efectuaron en el laboratorio de diseño de nuevos productos del programa de Química de la Universidad del Quindío, en periodos de 24 h, desde el inicio del almacenamiento hasta el día 7.

A cada muestra se le determinó pH por potenciometría (Metrohm 704 serie 01 electrodo de platino); acidez total titulable (ATT), por titulación con NaOH 0,1 N; sólidos solubles totales (SST), por refractometría (Thermo modelo 334610. Escala de 0 a 85 °Brix); actividad de agua con higrómetro de punto de rocío (AquaLab model series 3 TE. Marca Decagon, con punto de sensibilidad de 0,001); humedad método AOAC 20013 de 1980 con estufa a vacío a temperatura de 60°C (NAPCO Vacuum oven model 5831 P selecta vacío Tem-T); textura (en la pulpa se determinó en dos direcciones de carga longitudinal y transversal, utilizando trozos de plátano de 4 cm de altura con un diámetro promedio de 4 cm), se determinó con un texturómetro TA.XT. Plus Texture (con un *software* TEE 32 EXP versión 2,0,6,0(2005), y color, con colorímetro (Minolta CiE Lab modelo CR-10).

**Análisis estadístico:** se realizó con un análisis de varianza Anova con un límite de significancia del 95 % de confianza,

para determinar cuales medias son significativamente diferentes de otras con la Prueba de Múltiples Rangos.

## Resultados y discusión

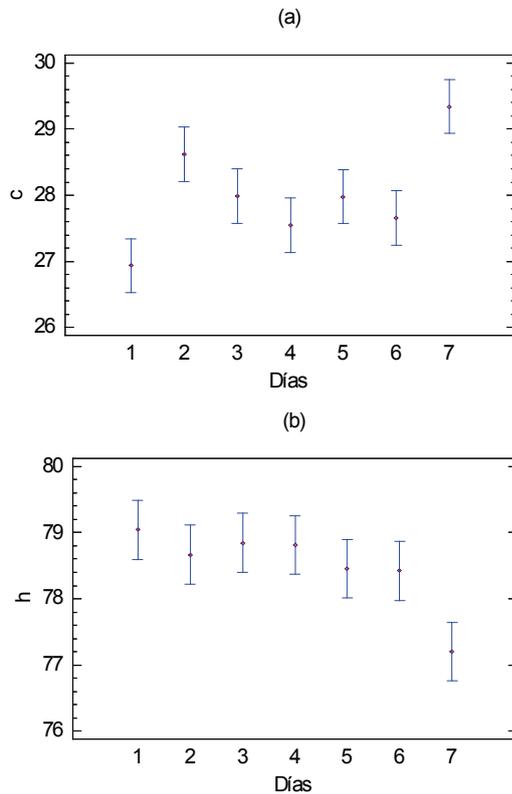
### Caracterización del fruto

Los frutos se analizaron desde el día 0 de cosecha, madurez fisiológica hasta el día 7 cuando alcanzó la máxima madurez de consumo.

### Determinación del color

Se observó un cambio de color determinado por la intensidad del color y el croma.

**Figura 1.** Color de los frutos de plátano almacenados a 24°C durante 7 días



Fuente: autores

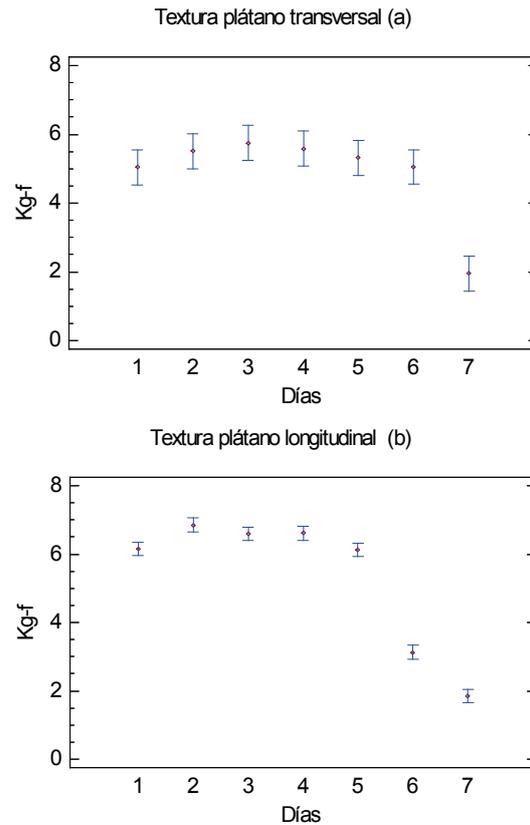
El color del fruto es un indicador del estado de maduración a lo largo de la postcosecha. La medida del color se expresa como intensidad del color (h) y croma (c); el croma figura 1 a presenta una leve variación, con incremento al avanzar

los días de almacenamiento, a diferencia de la intensidad de color figura 1b que decrece con los días de almacenamiento.

### Textura

La figura 2 muestra los resultados del análisis de la fuerza empleada para romper la estructura del plátano en corte transversal y corte longitudinal.

**Figura 2.** Desarrollo de textura de la pulpa de plátano almacenados a 24°C durante 7 días



Fuente: autores

En la mayoría de los alimentos sólidos la distribución de la fuerza no es uniforme y los enlaces se distorsionan produciendo una deformación progresiva y no totalmente recuperable debido a los cambios estructurales y funcionales. Los cambios de textura en la pulpa del plátano presentan una disminución a través del almacenamiento, esto se atribuye a la acción de la maduración, por el aumento de los sólidos solubles totales y debido a la degradación de la pectina y los almidones, originando cambios internos de la célula que

permiten la movilidad intracelular, comportamiento que se corrobora con el trabajo de García (2006).

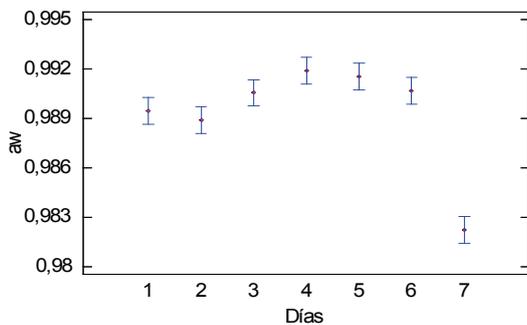
En los primeros días de almacenamiento no hay cambios importantes, aunque decrece débilmente la textura, en los días 6 y 7 se aprecia un considerable cambio (figura 2b), cuando el fruto es retirado de la planta no recibe más agua ni nutrientes, pero el proceso de respiración continúa, acompañado de varias reacciones enzimáticas, degradación de la clorofila y el almidón a azúcares, además, presenta cambios en la acidez y ablandamiento de tejidos lo que se corrobora con Giraldo *et al* (2000).

La pulpa de plátano presenta menor resistencia a la compresión en sentido transversal figura 2a que longitudinal figura 2b, lo que concuerda con Ciro *et al* (2007). Afirmando que la disposición de los tejidos en la pulpa hace que las paredes celulares estén ubicadas de tal forma, que la pulpa presenta más resistencia en posición longitudinal que transversal.

### Actividad de agua y humedad

La figura 3 muestra los resultados de la evaluación de la actividad del agua de la pulpa de plátano por estados de maduración.

**Figura 3.** Actividad del agua de los frutos de plátano almacenados a 24°C durante 7 días

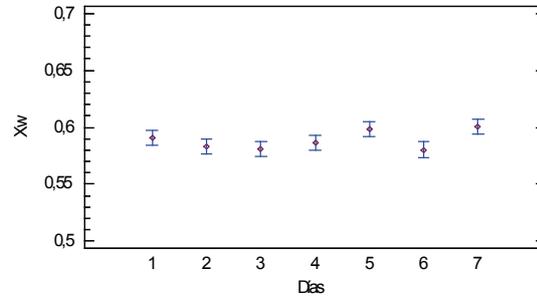


Fuente: autores

Los análisis de la actividad de agua de los frutos muestran que no hay diferencia significativa en los primeros 6 días de almacenamiento, pero al día 7 si se presenta una diferencia estadísticamente significativa debido a que disminuye la cantidad de agua libre en la pulpa del fruto originado por la hidrólisis de los almidones en azúcares y el aumento de sólidos solubles totales. La humedad se mantuvo constante, la

humedad en el fruto es alta por las condiciones estructurales en la célula y por la fisiología del fruto lo que corrobora Ciro (2007).

**Figura 4.** Cambios en fracción másica de agua de los frutos de plátano almacenados a 24°C durante 7 días



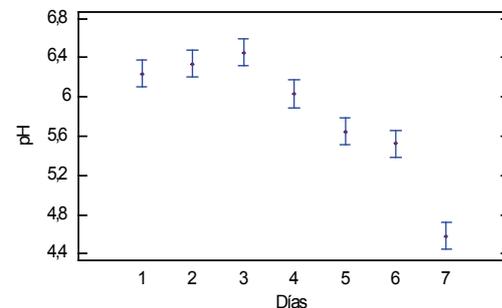
Fuente: autores

La humedad representada en fracción másica se mantuvo entre el 0.58 y 0.65, con poca variabilidad a lo largo del almacenamiento, debido a que los cambios fisiológicos y bioquímicos ocurren en todo el fruto, lo que corrobora, Chen *et al* (2002) afirmando que el fruto se conserva bajo condiciones adecuadas, lo que mantiene el equilibrio osmótico y disfuncional entre los metabolitos en la pulpa como en la cáscara.

### pH y acidez total titulable

Las muestras de plátano se analizaron en pH y acidez titulable tal como se observa en la figura 5 y 6

**Figura 5.** pH de los frutos de plátano almacenados a 24°C durante 7 días.

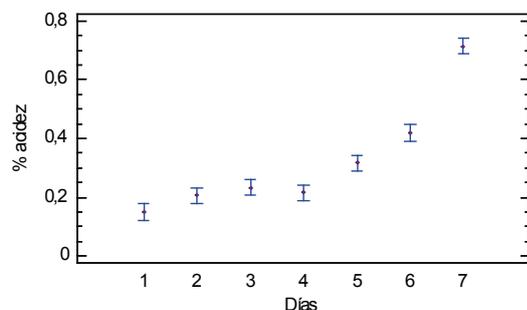


Fuente: autores

Los valores de pH presentaron una disminución progresiva, figura 5, a través del tiempo de almacenamiento debido al

incremento de ácido málico. Los valores de pH disminuyen durante el proceso de maduración del fruto desde el estado verde oscuro hasta el estado amarillo intenso debido a la mayor participación del ácido málico.

Figura 6. Acidez titulable (%ac málico) de los frutos de plátano almacenados a 24°C durante 7 días.



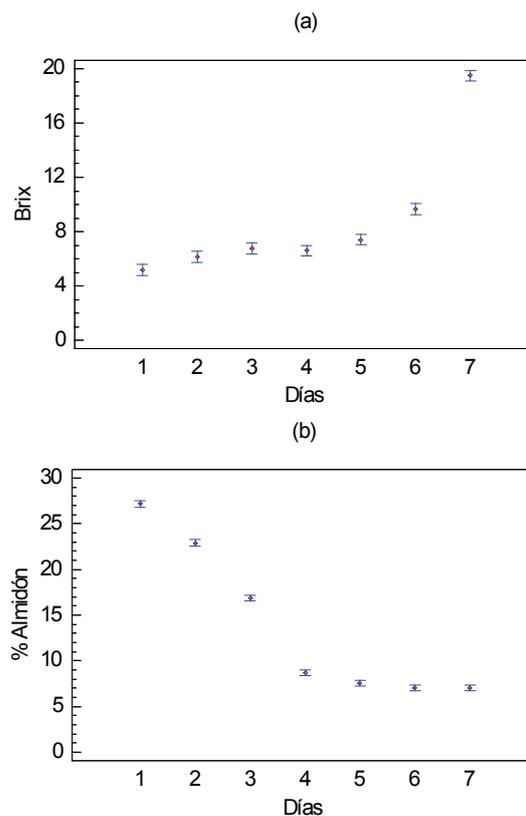
Fuente: autores

La acidez titulable (ácido málico) se incrementa durante la maduración del fruto, figura 6, lo que coincide con lo reportado por Giraldo *et al* (2000). En la mayoría de los frutos en el proceso de maduración, los ácidos orgánicos son respirados o convertidos en azúcares; el plátano al contrario incrementa los niveles de ácidos orgánicos durante la maduración, lo que coincide con lo reportado por Wills *et al* (1984), quien afirma que el incremento de este ácido ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro a amarillo intenso, proceso que está altamente relacionado con el sabor que toma el fruto durante la maduración por la concentración de acidez, los azúcares totales y reductores de la pulpa.

### Sólidos solubles totales y porcentaje (%) de almidón

La figura 7 presenta los valores de la participación de los sólidos solubles totales (°Brix) (figura 7a) y el porcentaje (%) de almidón (figura 7b) del fruto de plátano durante el proceso de maduración.

Figura 7. Sólidos solubles totales (°Brix) y % almidón de los frutos de plátano almacenados a 24°C durante 7 días.



Fuente: autores

La concentración de los sólidos solubles totales presentan un aumento progresivo a través de los días de almacenamiento (figura 7a) debido a los procesos hidrolíticos del almidón presente en el fruto, lo cual es característico en el proceso de maduración, comportamiento similar a lo observado por Giraldo (2000) y Wills (1984), mientras que los almidones disminuyen progresivamente con los días de almacenamiento, presentando grandes cambios en los primeros 4 días después de cosecha, lo que corrobora lo dicho por Arrieta (2006). Quien demostró que el cambio más importante asociado a la maduración de frutos es la degradación de los carbohidratos poliméricos; transformaciones que alteran el gusto y la textura del producto.

### Conclusiones

El plátano durante el proceso de maduración tiene grandes cambios fisicoquímicos, como aumento en los sólidos solu-

bles totales y la acidez titulable (ácido málico), aumentando el contenido de azúcares en el fruto, la concentración de almidones disminuye debido a la hidrólisis que sufren estos en el proceso de maduración, además de reducir el pH por la presencia de mayores concentraciones de ácido málico en la fruta.

La pulpa de plátano bajo carga compresiva posee mayor resistencia a la fuerza en dirección longitudinal que transversal debido a la disposición de los tejidos, que hacen que la pared celular, de la pulpa sea más resistente.

Las condiciones adecuadas para ser utilizado el plátano en procesos industriales de preparación de pastas es del segundo día de cosecha, con propiedades fisicoquímicas de 6 °Brix y 24% de almidón, balance óptimo para moldear y someter a fritura la pasta obtenida.

## Referencias bibliográficas

- Official Methods of Analysis of AOACAOAC. (1980). Método oficial 2013. Humedad en plantas. Métodos oficiales de análisis AOAC.
- Arcila P., M. I. (2002). Situación de la agroindustria de plátano en la zona central cafetera colombiana. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica*.
- Arrieta, A.J., Baquero, U.M.; & Barrera, J.L. (2006, enero) Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano 'Papocho' (*Musa ABB Simmonds*). *Agronomía. Colombiana. vol.24* no.1 Bogotá Jan./June.
- Belalcazar, C.S.L. (1991). El cultivo del plátano (*Musa AAB Simmonds*) en el trópico de Armenia (Colombia). *ICA*. 376
- Bernal, I. (1998). Análisis de alimentos. *Colección Julio Carrisoza Valenzuela No 2*. Tercera edición. Bogota.
- Cayón, D.G., Giraldo, G.A., & Arcila, M.I. (2000) Fisiología de la maduración. En: Poscosecha y agroindustria del plátano en el Eje Cafetero de Colombia. *Corpoica, Comité de Cafeteros, Universidad del Quindío, ASPLAT, Colciencias, Fudesco, Armenia* (Colombia). pp. 27-37.
- Chen, C., & Ramaswamy, H. (2002). color and texture change kinetics in ripening bananas. *Lebensm wiss-u technology* 415-419.
- Cheng, G., Duan, X., Sun, J., Yang, S., & Yang, B. (2009). Modification of hemicelluloses polysaccharides during ripening of post-harvest banana fruit. *Food chemistry*. 115, 43-47
- Ciro, H., Monroy, F., & Cortés, E. (2007). Estudio preliminar del comportamiento reológico bajo compresión unidireccional de la pulpa de plátano (*Musa AAB Simmonds*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 60(1), 3785- 3796.
- Ciro, H., Montoya, L., & Millan, L. (2005). Caracterización de propiedades mecánicas del banano (*cavendish valery*). *Facultad Nacional de Agronomía*, 58(2) 2975-2988.
- Emaga, T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food chemistry*, 103(2), 590-600.
- Garcia, C.L., Giraldo, G.A., Hurtado, H.T., & Mendivil, C.O. (2006). Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano gros michel en diferentes estados de maduración. *Vitae vol.13* no.2 Medellín July/Dec.
- Giraldo, G.A., Cayón, G., Arcila, M., & Torres, F. (2000). Cambios químicos durante la maduración del fruto de plátano dominico-hartón (*Musa AAB Simmonds*) asociados con el clima de la región cafetera central colombiana. *Corbana*; 26(53):21-34.
- Happi, T., Herinavalona, R., Wathelet, B., Tchango, J., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103, (2), 590-600
- Prabha, T.N., & Bhagyalakshmi, N. (1998, julio). "Carbohydrate metabolism on ripening banana fruit". *Phytochemistry*, 48, (6),915-920.

Salvador, A., Sanz, T., & Fiszman, S. (2007). Changes in colour and texture and their relationship with eating quality during storage of two different dessert bananas. *Postharvest biology and technology*. 43 319-325.

Waliszewski, K., Aparicio, M., Bello, L., & Monroy, J. (2003). Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polymers*, 52 (3), 237-242.

Wills, R.H.H., Lee, T.H., Mc Glasson, W.B., Hall, E.G., & Grahan, D. (1984). Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas pos-recolección. *Acribia editores*, Zaragoza (España),73-135.