

# OBTENCIÓN DE HARINA DE RÁQUIS DEL PLÁTANO DOMINICO HARTÓN, Y EVALUACIÓN DE SU CALIDAD CON FINES DE INDUSTRIALIZACIÓN



Botero L. Juan D.\*  
Mazzeo M. Miguel H.\*\*

## Resumen

En el estudio llevado a cabo se determinó el contenido nutricional de los subproductos generados en la cosecha y poscosecha del plátano. Los resultados arrojaron un importante contenido nutricional para el raquis (8,06% proteína y 23,7% fibra). Éste se transformó mediante el proceso normal para la obtención de harinas y se hicieron análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Los primeros arrojaron contenidos de proteína, fibra y carbohidratos de 12,8%, 23,02% y 84,5%, respectivamente; y los segundos indicaron que el producto era inocuo y apto para el consumo humano.

La harina de raquis se evaluó en tres alimentos: galletas, coladas y apanados, sustituyendo un porcentaje de harina de la formulación original por harina de raquis. Se desarrollaron dos formulaciones para cada producto y se realizó un análisis sensorial. Los resultados demostraron que para las galletas existe diferencia significativa, siendo mejor la formulación 80/20 (harina de trigo/harina de raquis); en la colada no se encontró diferencia significativa; y en los apanados también hubo diferencia, siendo mejor la formulación con 100% de harina de raquis.

Con este trabajo se demuestra que es posible industrializar el raquis del plátano y contribuir al fortalecimiento de su cadena productiva, a la disminución del impacto ambiental y a subsanar problemas de alimentación en la población.

**Palabras clave:** plátano, seguridad alimentaria, subproductos, raquis, industrialización.

## OBTAINMENT OF RACHIS FLOUR FROM DOMINICO HARTON PLANTAIN, AND ITS QUALITY EVALUATION WITH INDUSTRIALIZATION PURPOSES

### Abstract

The present research determined the nutritional content of the sub products obtained in the harvest and post-harvest of the plantain. The results showed an important nutritional content for the rachis (8.06% protein and 23.7% fiber). It was transformed by means of the normal flour obtainment procedure, physicochemical and microbiological analyses were also carried out. The first tests showed protein, fiber and carbohydrates contents of 12.8%, 23.02% and 84.5%, respectively; while the second tests indicated that the product was innocuous and suitable for human consumption. The rachis flour was evaluated

\* Ingeniero de Alimentos, Universidad de Caldas. E-mail: [juan.botero@ucaldas.edu.co](mailto:juan.botero@ucaldas.edu.co)

\*\* Ingeniero de Alimentos, Esp. en Teoría y Praxis de la Investigación Científica, Universidad de Caldas. E-mail: [miguel.mazzeo@ucaldas.edu.co](mailto:miguel.mazzeo@ucaldas.edu.co)

in three kinds of food: cookies, flour drinks and breaded goods (foods covered with flour before being fried) replacing a percentage of flour of the original formulation with rachis flour. Two formulations were developed for every product and a sensory analysis was carried out. The results demonstrated that in regards to the cookies there is a significant difference, the formulation 80/20 (wheat flour / rachis flour) being better. No significant difference was found in flour drinks; and the breaded goods also showed difference, the formulation with 100% of rachis flour was better. This research has demonstrated that it is possible to industrialize the plantain rachis and to contribute to strengthening its productive chain, to decrease the environmental impact and to correct nourishment problems in the population.

**Key words:** plantain, food safety, sub products, rachis, industrialization.

## 1. Introducción

En la actualidad, el cultivo del plátano es un importante renglón de la economía colombiana, con una participación del 11% sobre la producción mundial, no obstante el porcentaje exportado es bajo, 5% de la cosecha [1]. Cabe decir que, al momento de cosechar el plátano con fines tanto de exportación como de consumo interno, se generan residuos de aproximadamente el 70% del total de la planta [2].

Después de la cosecha y poscosecha quedan subproductos como la cáscara, el raquis, las hojas y el pseudotallo que contienen elementos nutritivos importantes [3], tales como proteínas, carbohidratos, fibra y vitaminas, que podrían ser utilizados en la alimentación humana y que generalmente son desechados ya sea en la misma plantación o en las plazas de mercado donde se comercializa. El impacto ambiental generado es alto, ya que dichos residuos contaminan las fuentes de agua, sirven como hospederos de plagas que causan enfermedad a la misma planta, generan reducción de espacios y un problema de higiene por la acumulación de basuras en las plazas de mercado.

En el Eje Cafetero<sup>1</sup> se han realizado investigaciones que giran alrededor de la industrialización del plátano y el aprovechamiento de los subproductos en general [4, 5]; estos estudios han tenido cierto grado de aceptación, pero continúan sin visibles resultados frente a su aplicación con miras a fortalecer la cadena productiva del plátano. El raquis o vástago, es uno de los residuos generados tanto en la cosecha como en la poscosecha del plátano que se puede industrializar a fin de obtener productos alimenticios de alto valor nutricional y con características sensoriales y microbiológicas óptimas para su consumo.

El presente trabajo tiene por objeto obtener e industrializar harina de raquis del plátano Dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*) cultivado en el departamento de Caldas, de tal forma que se contribuya al fortalecimiento de su cadena productiva, a la disminución del impacto ambiental y a subsanar problemas de alimentación en la población.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Diagnóstico sobre el destino del raquis generado en la cosecha y poscosecha del plátano Dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*)

Se aplicó una encuesta en los municipios de Manizales, Neira, Palestina, Chinchiná, Anserma, Viterbo y Victoria, guiada por estudios similares [6]; la encuesta diseñada recogió información sondeando varios aspectos económicos, sociales y tecnológicos de las plantaciones de plátano para determinar la cuantía

<sup>1</sup> Departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda (Colombia).

y destino de los residuos de cosecha y poscosecha del plátano Dominic Hartón, entre ellos, el raquis. Determinada una población de  $N = 1.520$  fincas productoras de plátano, se calculó para el tamaño de una muestra probabilística simple ( $n$ ) con un nivel de confianza del 95% y un error estándar del 5%, y se obtuvo un tamaño óptimo de 100 encuestas. La información obtenida para el raquis se interpretó mediante distribución porcentual de cada variable en un gráfico circular.

## **2.2 Determinación del contenido nutricional del los subproductos**

Se llevó a cabo una caracterización fisicoquímica de cada uno de los subproductos generados en la cosecha y poscosecha del plátano, a fin de determinar su contenido nutricional y escoger el de mejores características para la industrialización en cuanto a contenido de humedad, materia seca, grasa, proteína, carbohidratos, cenizas y fibra dietaria total [7, 8].

## **2.3 Diseño del proceso de obtención de la harina**

Se diseñó el procedimiento correspondiente al proceso de obtención de la harina de raquis de plátano, estableciendo las condiciones de operación para posteriormente obtener la harina siguiendo el procedimiento establecido [9].

## **2.4 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos**

En el análisis fisicoquímico se determinó el contenido de humedad, materia seca, grasa, proteína, cenizas, carbohidratos y fibra dietaria total a la harina de raquis obtenida [7]. Para el análisis microbiológico se realizó recuento total de microorganismos mesófilos aeróbios/g, número más probable (NMP) de coliformes totales/g, NMP de coliformes fecales/g, recuento total de mohos y levaduras/g, detección de *E. coli*, recuento de estafilococo coagulasa positiva y detección de salmonella.

## **2.5 Desarrollo de las formulaciones de galletas, coladas y apanados**

Se realizó un análisis de los productos seleccionados y se establecieron dos formulaciones para cada uno de ellos (galletas, apanados y colada), sustituyendo un porcentaje de harina de la formulación original por harina de raquis y adicionando algunas esencias.

## **2.6 Análisis sensorial**

Se llevó a cabo un análisis sensorial a los productos obtenidos mediante el panel de la Unidad Tecnológica de Alimentos de la Universidad de Caldas, el cual cuenta con 30 jueces semientrenados. En dicho análisis se realizaron pruebas hedónicas a cada uno de los productos con el fin de determinar el grado de satisfacción que éstos generan en los panelistas [10]. En cuanto a la interpretación estadística, se realizó mediante el método de Kruskal Wallis con el fin de determinar si hay o no, diferencia significativa entre las formulaciones de cada producto.

## **2.7 Estudio de vida de anaquel**

Se estableció la vida de anaquel de la harina por medio de la variable influyente y se realizó una evaluación de los parámetros cinéticos [11]. El método empleado fue el de vida de anaquel dependiente del empaque y de las condiciones de almacenamiento, puesto que la variable de estudio para determinar el periodo de vida útil del producto es la humedad, evaluándose muestras del producto a condiciones normales y extremas de humedad utilizando la temperatura para comprobar la permeabilidad del empaque. Para la obtención de los datos se utilizó la técnica de muestreo parcialmente escalonado. Los datos de ganancia de humedad se sometieron a evaluación matemática por medio de las ecuaciones de transferencia de

masa relacionadas con permeabilidad (Ley de Fick), evaluando el valor de la permeabilidad de la barrera y confrontándolo con el valor comercial. Al comparar estos datos se halló el valor del tiempo de duración en el cual la humedad del producto alcanza el valor inaceptable para ser consumido.

### 3. Resultados

#### 3.1 Diagnóstico sobre el destino del raquis de plátano

En la Figura No. 1 se presentan las variables que fueron consideradas para el análisis en forma de gráfica y distribución porcentual. La población muestra fue de 100 productores<sup>2</sup> y/o comercializadores de los principales municipios productores de plátano en el departamento de Caldas (Manizales, Neira, Palestina, Chinchiná, Anserma, Viterbo y Victoria).

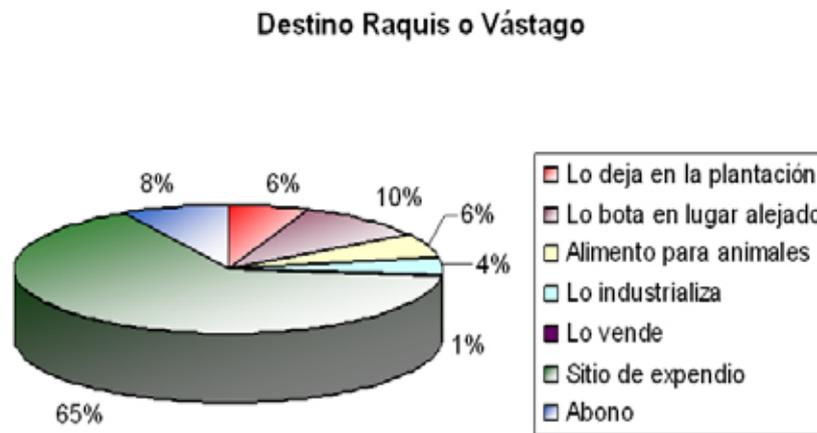


Figura No. 1. Destino del raquis o vástago.

#### 3.2 Contenido nutricional de los subproductos

En la Tabla No. 1 se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica de los principales subproductos del plátano. Se observa que el raquis posee un alto contenido de fibra, materia seca y proteína que podrían ser aprovechados en la elaboración de alimentos.

Tabla No. 1  
CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS

	Hojas	Raquis	Cáscara (verde)	Pseudotallo
% Humedad	81,4	68,5	58,1	92
% Materia seca	18,6	31,5	41,9	8
% Grasa	1,12	0,1	0,1	0

<sup>2</sup> Para N = 1.520 fincas, tamaño de muestra probabilística simple (n) con un nivel de confianza del 95% y un error estándar del 5%.

	Hojas	Raquis	Cáscara (verde)	Pseudotallo
% Nitrógeno	1,18	1,29	1,41	0,33
% Proteína	7,38	8,06	8,81	2,06
% Cenizas	0,92	3,42	2,23	0,49
% Fibra	6,2	23,7	7,7	6,7

### 3.3 Proceso de obtención de la harina de raquis

El protocolo desarrollado comprendió las operaciones de Selección de la Materia Prima, Lavado y Desinfección, Pelado, Troceado, Inmersión en Solución de Ácido Cítrico y Metabisulfito de Sodio, Secado, Molienda, Tamizado, Empaque y Almacenamiento [9]. El secado se realizó a 60 °C durante 11 horas, hasta lograr un producto con una humedad del 7,5%; la molienda se hizo en un molino de cuchillas y tamiz de malla número ocho.

### 3.4 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla No. 2, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a la harina de raquis, y en la Tabla No. 3, se muestran los resultados microbiológicos. Se observa que la harina de raquis tiene una composición nutricional bastante importante en cuanto a proteína, carbohidratos y fibra; así mismo se observa que, a nivel microbiológico, la harina es inocua y apta para el consumo humano.

Tabla No. 2  
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HARINA DE RAQUIS

Análisis fisicoquímico	Resultado
% Humedad	7,5
% Materia Seca	92,5
% Nitrógeno	2,05
% Proteína	12,8
% Carbohidratos	84,5
% Grasa	0,1
% Cenizas	2,1
% Fibra	23,02

Tabla No. 3  
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO HARINA DE RAQUIS

Análisis	T° y Tiempo de incubación	Parámetros permisibles	Resultados
NMP Coliformes totales	37 °C / 48 horas	< 3 mo/g	< 3 mo/g
NMP Coliformes fecales	37 °C / 48 horas	< 3 mo/g	< 3 mo/g

Análisis	T° y Tiempo de incubación	Parámetros permisibles	Resultados
Recuento de estafilococo coagulasa positiva	37 °C / 48 horas	< 100 ufc/g	10*10 <sup>1</sup> ufc/g
Recuento de mohos y levaduras	20 °C / 5 días	1000-3000 ufc/g	60*10 <sup>1</sup> ufc/g
Salmonella	37 °C / 5 días	negativo	negativo

### 3.5 Desarrollo de las formulaciones de galletas, coladas y apanados

En la Tablas No. 4, No. 5 y No. 6 se muestran las formulaciones de harina para las galletas, la colada y los apanados, respectivamente. Estas formulaciones se establecieron teniendo en cuenta estudios similares [4, 5] y el criterio del autor.

Tabla No. 4  
FORMULACIÓN GALLETAS

Materia prima	Formulación 1	Formulación 2
Harina de trigo	80%	70%
Harina de raquis	20%	30%

Tabla No. 5  
FORMULACIÓN COLADA

Materia prima	Formulación 1	Formulación 2
Harina de raquis	30%	20%
Harina de trigo	15%	25%
Harina de plátano	20%	20%
Harina de soya	20%	20%
Leche en polvo	15%	15%

Tabla No. 6  
FORMULACIÓN APANADOS

Materia prima	Formulación 1	Formulación 2
Harina de raquis	100%	80%
Harina de trigo	0%	20%

### 3.6 Análisis Sensorial

#### 3.6.1 Calificaciones otorgadas por los jueces a los productos

En la Figura No. 2, se observan las calificaciones dadas por los jueces a cada una de las muestras analizadas de galletas, con una escala hedónica de uno a cinco. La formulación 1, fue la mejor calificada, es decir, la que generó mayor satisfacción en los panelistas.

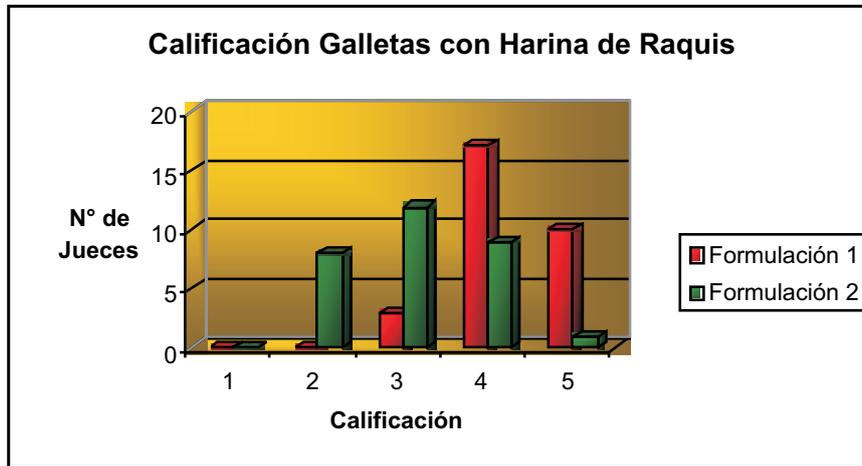


Figura No. 2. Calificación promedio para galletas.

En la Figura No. 3, se observan las calificaciones dadas por los jueces a cada una de las muestras analizadas de coladas. Ambas formulaciones fueron evaluadas de forma similar con un promedio de 3,53 para la formulación 1 (30% harina de raquis) y 3,49 para la formulación 2, lo que indica que no hay diferencia significativa entre las muestras.

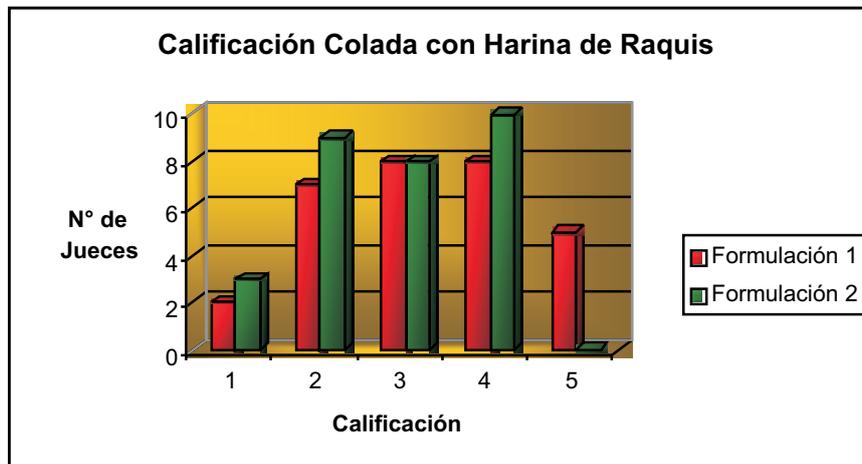


Figura No. 3. Calificación promedio para colada.

En la Figura No. 4, se observan las calificaciones dadas por los jueces a las muestras analizadas de apanados. La formulación 1, obtuvo un puntaje de cinco por la mayoría de los panelistas, lo que indica la harina de raquis posee cualidades importantes para este tipo de producto.

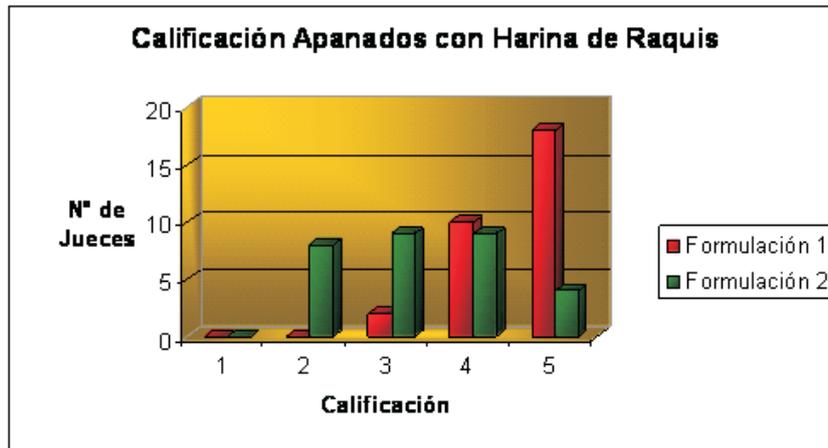


Figura No. 4. Calificación promedio para apanados.

### 3.6.2 Prueba de Kruskal Wallis

Por medio de la prueba de Kruskal Wallis, donde se analiza la interacción de las muestras mediante sus promedios y rangos determinados, puede decirse con un 95% de confianza que la hipótesis alterna  $H_1$ , que señala que una de las muestras tratadas es distinta, es aceptada debido a que el valor calculado es mayor al encontrado en las tablas estadísticas. (Puntos de porcentajes de la distribución  $X^2$  con un nivel de significancia del 5%).

$$h = \frac{2}{n(n+1)} \left( \frac{\sum R_i^2}{n_i} \right) - 3(n+1) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Si  $h_{cal} > h_{tabla}$  = Existe diferencia significativa.  
 Si  $h_{cal} < h_{tabla}$  = No existe diferencia significativa.

En las Tablas No. 7, No. 8 y No. 9 se presentan los datos “promedio de calificación” y “suma de rangos” para cada uno de los productos elaborados. Con estos datos se calcula “h” mediante la ecuación 1 y se compara con las tablas estadísticas de distribución  $X^2$ .

Tabla No. 7  
 DATOS OBTENIDOS PARA GALLETAS

	Formulación 1	Formulación 2	Total
<b>Promedio calificación</b>	4,233333	3,033333	7,266667
<b>Suma de rangos</b>	1.230	597	1.827

$h = 21,29607$

Entonces, como  $21,29607 > 3,841$  ( $h_{0,05}$ ) existe diferencia significativa en el agrado entre las muestras de galletas de raquis, siendo la mejor la formulación 1 (80% harina de trigo y 20% harina de raquis) con una calificación promedio de 4,23.

Tabla No. 8  
DATOS OBTENIDOS PARA COLADA

	Formulación 1	Formulación 2	Total
<b>Promedio calificación</b>	3,533333	3,493333	6,066667
<b>Suma de rangos</b>	1.042	780,5	1.822,5

$$h = 2,239809$$

Entonces, como  $2,239809 < 3,841$  ( $h_{0,05}$ ) no existe diferencia significativa en el agrado entre las muestras de colada, es decir, ambas formulaciones presentan igual grado de satisfacción en los panelistas, siendo la calificación promedio para la formulación 1 (30% harina de raquis) de 3,53 y para la formulación 2 (20% harina de raquis) de 3,49.

Tabla No. 9  
DATOS OBTENIDOS PARA APANADOS

	Formulación 1	Formulación 2	Total
<b>Promedio calificación</b>	4,533333	3,3	7,833333
<b>Suma de rangos</b>	1.209	621	1.830

$$h = 18,89311$$

Entonces, como  $18,89311 > 3,841$  ( $h_{0,05}$ ) existe diferencia significativa en el agrado entre las muestras de apanados, siendo la mejor la formulación 1 (100% harina de raquis) con una calificación promedio de 4,53.

### 3.7 Estudio de vida de anaquel

La variable fisicoquímica escogida para la determinación de la vida útil del producto fue la humedad, la cual con el paso del tiempo se va elevando y al llegar al valor máximo de 12% provoca deterioro en sus propiedades físicas (textura, color), además de propiciar el ataque microbiano y la alteración de la fibra y carbohidratos del producto [10]. En la Figura No. 5, se muestra la ganancia de humedad del producto a condiciones ambientales normales de la ciudad de Manizales, y a elevada humedad y temperatura y poca luz para acelerar la permeabilidad. Se recurrió al modelo de transferencia de masa relacionado con la permeabilidad del empaque (PEBD Calibre 3) el cual es el factor determinante de la duración del producto.

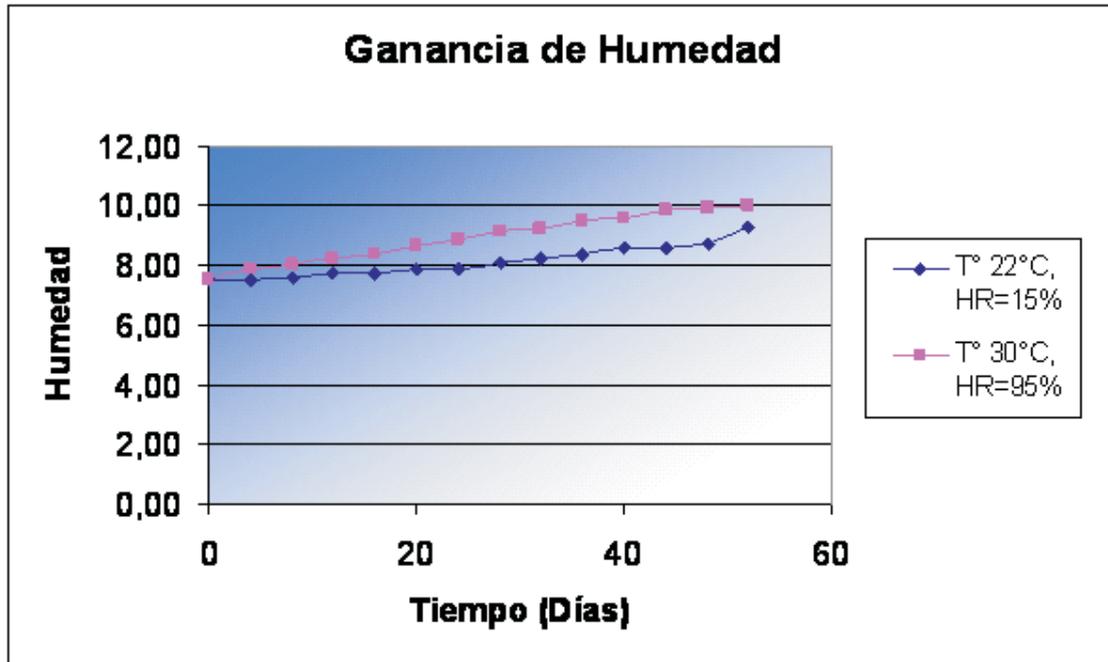


Figura No. 5. Ganancia de humedad en el tiempo.

### Modelo de permeabilidad

$$t = \frac{Q\Delta X}{AB\Delta P} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$\Delta P = \frac{Pr_{20^{\circ}C} HR}{100} = \frac{2.338 \text{ KPa}(85)}{100} = 1.9873 \text{ KPa}$$

$$B_{20^{\circ}C} = 3.8466 \times 10^4 \text{ cm}^3 \mu\text{m} / \text{m}^2 \text{ día KPa}$$

Por tanto,

$$t = \frac{12499.3103 \text{ cm}^3 (30 \mu\text{m})}{0.0132 \text{ m}^2 \left( 3.8466 \times 10^4 \text{ cm}^3 \mu\text{m} / \text{m}^2 \text{ día KPa} \right) (1.9873 \text{ KPa})} = 371.61 \text{ días} = 12.4 \text{ meses}$$

Por tanto, el producto para llegar al 12% de humedad se gastará 12,4 meses (1,03 años) a las condiciones normales de almacenamiento en Manizales. Tiempo de duración éste bastante considerable.

## 4. Discusión

En el diagnóstico realizado sobre el destino del raquis de plátano, se tiene que la mayoría de las veces este subproducto es dejado en los sitios de expendio del plátano, es decir, en las plazas de mercado y otros lugares de comercialización, por tratarse de un residuo de poscosecha. Por tanto, existe disponibilidad suficiente de materia prima para elaborar y comercializar harina de raquis, de tal forma que se le dé un uso apropiado a este material.

Con respecto a la caracterización de los subproductos del plátano, se tiene que el raquis presenta un importante contenido nutricional que se puede aprovechar para la elaboración de algunos alimentos. Su alto contenido de fibra y proteína (23,7% y 8,06%, respectivamente) hacen que este residuo se convierta en una valiosa alternativa para subsanar problemas de alimentación en la población y contribuir con la seguridad alimentaria del país. Así mismo, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la harina de raquis, muestran un valioso contenido nutricional (23,02% de fibra, 84,5% de carbohidratos y 12,8% de proteína) y unos recuentos microbiológicos dentro de los rangos establecidos por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima).

El análisis sensorial, muestra que para las galletas existe diferencia significativa entre las muestras, siendo mejor la formulación 1 (80% harina de trigo / 20% harina de raquis) con una calificación promedio de 4,23 en una escala de 1 a 5. En la colada no se encontró diferencia significativa y la calificación promedio fue de 3,53 para la formulación 1 (30% harina de raquis) y 3,49 para la formulación 2 (20% harina de raquis). Finalmente, en los apanados también hubo diferencia significativa, siendo mejor la formulación 1 (100% harina de raquis) con una calificación promedio de 4,53. Con base en estos resultados, se puede decir que los productos elaborados con la harina de raquis presentan altos niveles de aceptación desde el punto de vista sensorial.

## 5. Conclusiones

De las fincas productoras de plátano en el departamento de Caldas, el raquis representa un alto porcentaje de residuo de desecho, lo que asegura su disponibilidad. De acuerdo a los resultados del presente estudio, es un material promisorio para la recuperación de costos del cultivo, reducción del impacto ambiental y para darle un mayor valor agregado a la comercialización del fruto.

La harina obtenida del raquis presenta un alto valor nutricional representado en fibra, carbohidratos y proteína, lo que la hace susceptible de utilizarla como materia prima en productos de panificación, apanados, deshidratados, coladas y en extracción de almidón por sus propiedades espesantes, hidratantes y estabilizantes.

Se pudo demostrar que el raquis de plátano se puede aprovechar en forma de harina y especialmente como sucedáneo de otros tipos de harinas en productos de panificación (galletas, coladas y apanados). Los productos elaborados a partir de la harina de raquis presentan una alta evaluación sensorial y un tiempo razonable de vida anaquel, lo que confirma sus potencialidades para ser comercializados.

## Referencias

1. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2000). "Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva del Plátano en Colombia". Disponible en: [http:// www.agrocadenas.gov.co/platano.pdf](http://www.agrocadenas.gov.co/platano.pdf). [Consulta: Julio de 2007].

2. Aristizábal, Manuel; Zabala, Luis Marino. (1994). *Crecimiento y desarrollo del plátano*. 1ª Ed. Feriva. pp. 229-325.
3. Belalcázar, C.; Salazar, C.; Cayón, S.; Lozada, J.; Castillo, L. y Valencia M. (1991). *Manejo de plantaciones. El Cultivo del Plátano en el Trópico*. 1ª Ed. Feriva. pp. 149-239.
4. Cayón, Daniel; Giraldo, Germán y Arcila, María Isabel. (2000). *Postcosecha y Agroindustria del Plátano en el Eje Cafetero de Colombia*. 1ª Ed. Corpoica - Universidad del Quindío. pp. 221-271.
5. Lombana, J. y Ramírez, F. (2005). *Desarrollo de nuevos productos a partir de harina de cáscara de plátano [Musa Paradisiaca L. (Dominico – Hartón)]*. Proyecto de grado presentado a la Universidad de Caldas para optar al título de Ingenieros de Alimentos.
6. Martínez A.; Becerra. J. y Villamil J. (2006). *Evaluación del sistema de producción del plátano en el Departamento del Meta*. Documento Convenio COPOICA, PRONATTA, Villavicencio. pp. 8-36.
7. Bernal Ramírez, Inés. *Análisis de Alimentos*. (1993). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists A.O.A.C. Colección Julio Carrisoza Valenzuela No. 2. Bogotá.
8. Sunday, G. and Dismas, A. (1994). "Food chemistry Great Britain: Changes in composition and certain functional properties of reaping plantain (Musa spp. AAB group)". *Pulp*. Vol. 50, No. 5. pp. 16-37.
9. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1999). *Referencias documentales para fuentes de información electrónicas (NTC 2799). Harina de plátano*. Bogotá. pp. 1-23.
10. Anzaldúa Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. 3ª Ed. Acribí4, pp. 194-205.
11. Beato, A. (1994). *Durabilidad de los alimentos y vida de anaquel*. 1ª Ed. Instituto de ciencia y tecnología de los alimentos. 1994, pp. 225-256.