



CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA, FUNCIONAL, MICROBIOLÓGICA, SENSORIAL Y DE ESTABILIDAD DE LA HARINA DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) PARA PURÉ INSTANTÁNEO

**PHYSICOCHEMICAL, FUNCTIONAL, MICROBIOLOGICAL,
SENSORY AND STABILITY CHARACTERIZATION OF FLOUR OF
POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM*) FOR INSTANT PUREE**

*María Carolina Otálora Rodríguez**
*Magda Raquel López Rodríguez***
*Lady Johana Mancilla Caro****

Recepción 29 /08/2011
Evaluación 06/09/2011
Aprobado 02/10/2011

Resumen

La harina de papa (*Solanum tuberosum*) se empleó como una alternativa de uso directo para el diseño de un alimento tipo puré, de amplio consumo en Colombia. Para ello se aplicó una metodología que permitió la obtención de la harina y la caracterización microbiológica, sensorial y de estabilidad de la misma.

* Maestría, Docente, Escuela Química, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC. E-mail: mcotalora80@yahoo.com.

** *Estudiante* Escuela Química de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC.

*** *Estudiante* Escuela Química de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC.

La cinética de secado demostró que el bajo contenido de humedad (10,09%) inhibe la actividad microbiana y favorece la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas, funcionales y organolépticas, con un comportamiento pseudoplástico en la harina reconstituida.

Al aplicar la prueba organoléptica con escala hedónica de cinco puntos, para los atributos de color, olor y sabor, se presentó una mayor aceptación por el manufacturado con una formulación del 68% de harina (M1) con relación a un puré de papa tradicional (casero) análogo (M2) empleado como patrón.

En conclusión, la harina de papa puede representar una alternativa en la elaboración de nuevos productos alimenticios tipo puré, gracias a su alto valor nutricional y organoléptico.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, harina, puré.

Abstract

Flour of potato (*Solanum tuberosum*) was used as an alternative of direct use for the design of a food type puree, widely consumed in Colombia. For this purpose, we applied a methodology that allowed obtaining the flour and its microbiological and sensory characterization, as well as its stability.

The drying kinetics showed that the low moisture content (10,09%) inhibits microbial activity and contributes to stability of the physicochemical, functional and organoleptic properties, with pseudoplastic behavior in a reconstituted flour.

In applying the organoleptic test with five-point hedonic scale for the attributes of color, smell and flavor, there was a greater acceptance by the manufactured with a formulation of 68% flour (M1) in relation to a traditional potato puree (homemade) analog (M2) used as standard.



In conclusion, potato flour may be an alternative in the development of new type puree food products, thanks to its high nutritional and organoleptic value.

Keywords: *Solanum tuberosum*, flour, puree.

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los tubérculos más consumidos en Colombia. Su producción en el país es de 2.721.396 toneladas, de las cuales 296.819 correspondieron al departamento de Boyacá para el año 2010. Este tubérculo procede de la familia *Solanaceae*, con un contenido de almidón que en promedio puede alcanzar un 75% de materia seca. Su contenido en proteína y grasa es bajo y presenta una gran variedad de posibilidades para ser industrializado y obtener productos con valor agregado de gran aceptación por parte del consumidor en general (Espinal *et al.*, 2005).

El almidón es un biopolímero importante para el ser humano, ya que constituye parte fundamental de su dieta. Se ha usado en la industria de alimentos por sus propiedades funcionales, además de su versatilidad y bajo costo en comparación con otros productos. Este polisacárido contribuye en gran parte a las propiedades de textura de muchos alimentos, ya que actúa, entre otras cosas, como espesante y agente gelificante, enlazante de agua o grasa, controla e influye sobre ciertas características, tales como humedad, consistencia, apariencia y estabilidad en el almacenamiento; además de jugar un papel importante en la aceptabilidad y palatabilidad de numerosos productos alimenticios (Tovar, 2008).

A partir de este tubérculo es posible obtener harinas y almidones, que podrían ser utilizados como sustitutos parciales o totales en la elaboración de productos alimenticios, lo que

representa una alternativa de uso, ya sea en forma directa o como ingrediente en la formulación de alimentos, como la harina de papa, la cual es un alimento deshidratado e instantáneo, que solamente requiere la adición de agua y calentamiento corto para su preparación (Pacheco, 2001).

En este estudio se formuló y evaluó un puré instantáneo derivado de la harina de papa con un alto valor nutricional y de aceptación organoléptica.

Materiales y métodos

La experimentación se llevó a cabo en las dependencias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en los laboratorios de Química de Alimentos y Microbiología.

Análisis de la materia prima

La valoración de las características fisicoquímicas del tubérculo se efectuó por triplicado, conforme a las directrices establecidas por la AOAC (1995) para humedad (método 925,09), proteína (método 979,09) y cenizas (método 923,03), fibra cruda (ISO, 1981), lípidos totales (Bligh & Dyer, 1959), carbohidratos totales (Dubois *et al.*, 1956) y azúcares reductores (AOAC 31032/ 1980).

Se caracterizaron las variedades (*Parda Pastusa, Ica Huila, Ica Única, Tuquerreña, Criolla*) cultivadas en el departamento de Boyacá, a fin de determinar cuál era la más apropiada en relación con el contenido de azúcares reductores (0,1%), parámetro que marca la pauta para la elaboración de la harina de papa en el proceso de rehidratación (Moreno, 2010).



Elaboración de harina de papa

Los tubérculos se seleccionaron verificando sanidad (agujeros, piel verde, pudriciones y rajaduras) y analizando su forma, tamaño y color. La harina se obtuvo a partir de los tubérculos que fueron lavados, pelados, troceados e inmersos en una solución de ácido cítrico al 0,1% para evitar pardeamiento, fueron llevados a un escaldado en vapor de agua a 105 °C y secados en bandejas con aire a 40°C hasta obtener un 10-12% de humedad. Una vez obtenida la harina, se sometió a la operación de molienda y tamizado usando una malla de 80 mesh, equivalente a 0,175 mm, siendo luego empacada en bolsas de polietileno termoselladas (Sandoval, 2007).

La caracterización físicoquímica del producto obtenido se hizo utilizando la metodología descrita para la materia prima.

Caracterización funcional

Se realizó por triplicado el índice de absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad en agua (ISA) (Anderson *et al.*, 1970), calorimetría diferencial de barrido (DSC) (Rodríguez & González de la Cruz, 2001) y contenido de actividad de agua (*aw*), empleando un equipo Aqualab modelo Decagon CX- 2, marca Decagon Devices.

La viscosidad se midió a temperatura ambiente (18°C) en un Viscosímetro Brookfield (LVF, serial 63127, USA), empleando la aguja S-64, con una fuerza de corte de 0,5-20 rpm. Esto permitió identificar la estabilidad en el tiempo de la viscosidad aparente de la harina reconstituida en estudio, registrada en unidades de Centipoises (cps).

Cinética de secado

Para el estudio de la cinética de secado, se utilizó papa cortada en láminas de 3 mm, las cuales se sometieron a un proceso de secado en una estufa con aire forzado (Thermolyne, modelo 9000) a temperatura de 40°C en función del tiempo, hasta alcanzar la humedad de equilibrio a las condiciones de secado empleadas, determinándose el contenido de humedad a intervalos de una hora.

Análisis microbiológico

En el análisis microbiológico se realizó recuento total de número más probable (NMP) de coliformes totales/g, *E. coli*, recuento total de mohos y levaduras/g, de acuerdo con las directrices establecidas (AOAC, 1995).

Cinética de tratamiento térmico

Se utilizó un baño termostático (Julabo, modelo MD), para la obtención de las curvas correspondientes a las temperaturas de 30°C y 60°C, en lapsos de 30 minutos.

Se elaboraron curvas de supervivencia graficando el logaritmo del número de microorganismos supervivientes frente al tiempo de tratamiento, mediante regresión lineal. Y a partir de estas se determinaron los tiempos de reducción decimal (D) (Toledo, 1999).

Los valores de termorresistencia (Z) se calcularon por regresión lineal, tomando como base los valores de logaritmos D frente a sus correspondientes temperaturas de tratamiento térmico (30 y 60°C).

Formulación del puré de harina de papa

Para las formulaciones se hicieron algunas pruebas preliminares, tomando como referencia a Sandoval (2007).



Se utilizaron como ingredientes harina de papa (68%), sal (0,6%), y como saborizante natural (0,6%) se usó el polvo de vegetales preparados en laboratorio correspondientes a: cebolla (*Allium cepa*), ajo porro (*Allium porrum*), laurel (*Laurus nobilis L.*) y pimentón (*Capsicum annuum*), los cuales fueron lavados, cortados, secados en un horno por convección a 40 °C por 5 h, molidos y tamizados hasta obtener un polvo homogéneo a 80 mesh, que se empacó en bolsas de polietileno (Pacheco, 2001). El modo de reconstitución se efectuó disolviendo en 2% de mantequilla, 30% de agua y un 60% de leche entera y sometida a cocción por 10 min.

El manufacturado fue caracterizado de acuerdo con las directrices establecidas por la AOAC (1995) para proteína (método 979,09) y grasa (método 920,39), mientras que el almidón disponible se hizo por el método multienzimático de Holm *et al.*, (1986). Los análisis se realizaron por triplicado.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de la formulación del puré de papa (M1) y la del producto tradicional casero análogo empleado como patrón de comparación (M2), se realizaron con un panel no entrenado de 40 estudiantes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, de ambos sexos y con edades comprendidas entre los 18 y 28 años. Se les suministró el alimento reconstituido en agua, leche entera y una planilla de evaluación, para que emitieran su opinión acerca de los atributos color, sabor y aroma, haciendo uso de una escala hedónica del 1 al 5, que va desde me desagrada mucho, hasta me agrada mucho, que permitió a los panelistas manifestar su grado de aceptación por cada uno de los productos. Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza por medio del programa estadístico Statgraphics Software versión. 5.0.

Resultados y discusión

Análisis de materia prima

En la composición química de la harina en base seca (b.s.), se destaca su elevado contenido de carbohidratos como principal constituyente (85,14% - 82,13%), cenizas (8,09%) y de lípidos (0,65% - 0,95%), por lo cual puede ser considerada como una materia prima con un gran valor energético (Wolfgang, 1999). El contenido de proteínas (10,74 - 11,05%) fue similar al reportado por Wolfgang (1999), que obtuvo el 10%, debido posiblemente a la variabilidad en relación con la forma de cultivo, región, clima y época de cosecha. La principal característica exigida en la materia prima para su procesamiento es el bajo contenido de azúcares reductores (inferior o igual 0,1%), debido a que estos son los causantes del pardeamiento (Pineda, 2010). Este parámetro difiere entre variedades, según las condiciones de crecimiento del cultivo y almacenamiento de los tubérculos, presentándose en *Parda pastusa* y *Tuquerreña* un 0,18 y 0,12% de azúcares reductores respectivamente.

Caracterización fisicoquímica de la harina de papa

Los valores correspondientes al contenido de proteína (7,23% \pm 0,247) y grasa (0,39% \pm 0,0264) fueron inferiores a los determinados por Monte-Neshich *et al.*, (1995), que obtuvieron 8% de proteína y 0.8% de grasa. El contenido de humedad de la harina (10,09%) proporciona un nivel reducido de actividad de agua (aw) y, en consecuencia, un mayor tiempo de vida útil (Njintang & Mbofung, 2003), lo cual confiere gran estabilidad durante el almacenamiento, ya que valores superiores a 0,5-0,6 determinan la aparición de reacciones químicas, enzimáticas y de crecimiento microbiano que llevan al deterioro del producto. El bajo



contenido de humedad se considera ideal para productos en polvo, por mantener la alta capacidad de rehidratación e higroscopicidad de la mezcla, a pesar de que desde el punto de vista operativo esta condición pueda causar problemas durante el mezclado de los ingredientes y mantener la adecuada dispersión del mismo para el empaqueo, como consecuencia de la facilidad que tiene el material de absorber agua del medio ambiente y rápidamente apelmazarse (Marín *et al.*, 2006).

Caracterización funcional

Se reportan los valores promedios para el índice de absorción de agua (I.A.A.) con (3,85 g agua/g harina \pm 0,0029) y del índice de solubilidad en agua (I.S.A.) con (25,009% \pm 1,486) para harina precocida en reposo. Lo anterior está relacionado con la formación del gel del almidón, por causa de las fuerzas asociativas débiles entre los gránulos, que permitieron aumentar la fuerza micelar para ligarse al agua, favoreciendo consecuentemente la solubilidad del almidón y la formación del gel, con propiedades espesantes, observadas por la alta estabilidad de la viscosidad en el producto terminado (García, 2007).

La figura 1 muestra los resultados de la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) de la harina de papa, técnica que ha permitido la identificación de estructuras que son consecuencia de las condiciones de procesamiento, como las generadas durante la transición vítrea, la gelatinización y la retrogradación del almidón, al igual que las modificaciones térmicas por los tratamientos combinados de calor y humedad, los cuales cambian las propiedades fisicoquímicas del almidón sin destruir su estructura granular.

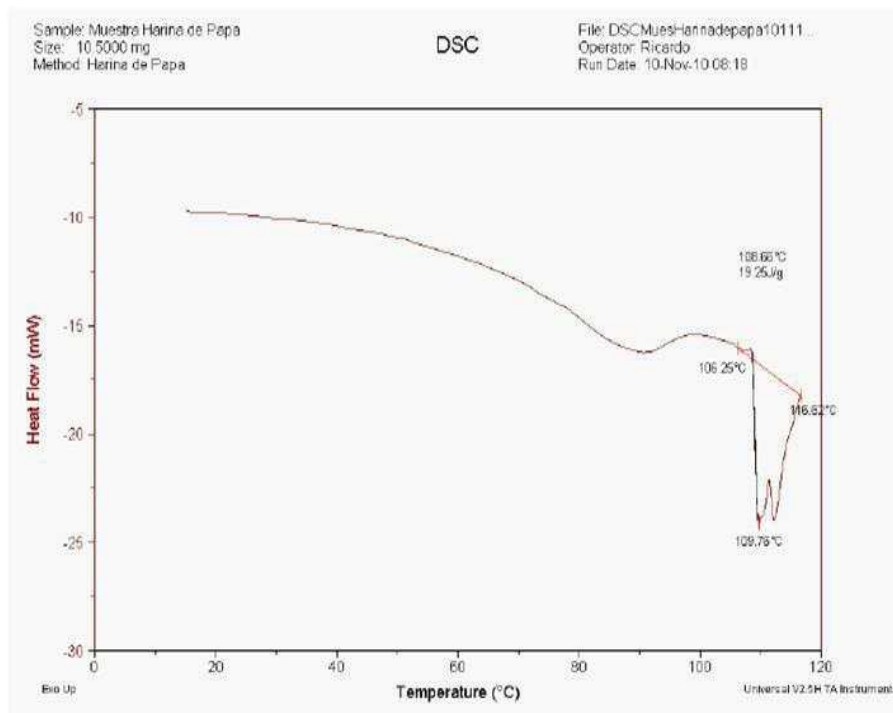


Fig. 1. Termograma DSC de la harina de papa

El termograma DSC de la harina muestra la transición térmica de gelatinización. La gelatinización se presenta como un suave pico endotérmico sobre la línea base del termograma. El proceso, aquí representado, tiene una temperatura inicial (T_0) de 106,25°C, y temperatura de pico (T_p) de 109,76°C, en donde se registran los valores más altos de absorción de calor para la harina a medida que el proceso finaliza, el sistema regresa a un estado en el cual no hay cambios en la fase ni en la composición de la muestra. La energía necesaria para completar el proceso se conoce como entalpía de gelatinización (H_p) y su valor para la harina es de (19,25 J/g).



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, FUNCIONAL,
MICROBIOLÓGICA, SENSORIAL Y DE ESTABILIDAD
DE LA HARINA DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*)
PARA PURÉ INSTANTÁNEO

Cuando la temperatura aumenta, la muestra absorbe calor del medio para producir la fusión de los cristales de amilopectina y la hidratación de las moléculas de amilosa, tal como se ve en la gelatinización y el principio de una reacción endotérmica, lo cual explicaría la absorción de calor (Montoya & Giraldo, 2010).

Otra característica de importancia asociada al bajo contenido de humedad en este producto, fue la actividad de agua ($0,35 \pm 0,01$), la cual resultó menor al compararla con otras mezclas de alimentos de preparación instantánea (0,40-0,48) (Pacheco *et al.*, 2004). Esta baja actividad de agua tiende a ser ideal en productos secos, ya que valores menores a 0,6 Aw, son indicativos de una condición que inhibe la presencia de mohos y levaduras de la mezcla en polvo, y favorece la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas, funcionales y organolépticas.

En cuanto a la viscosidad, en la figura 2 se observa la curva de esfuerzo de cizalla versus gradiente de deformación de la suspensión de harina de papa, mostrando un comportamiento típico de un fluido pseudoplástico. Esto es debido a los cambios estructurales dados por la fuerza constante de corte sobre las moléculas de los ingredientes de la mezcla, que producen una modificación en el equilibrio de unión, fuerzas de atracción y repulsión. La viscosidad aparente (Fig. 3) se correlaciona con un comportamiento reológico propio de un fluido pseudoplástico, y durante su preparación evidencia el desarrollo de un buen volumen asociado al alto poder de hinchamiento y solubilidad de los gránulos de almidón aportados por la harina, sin presencia de separación de fases.

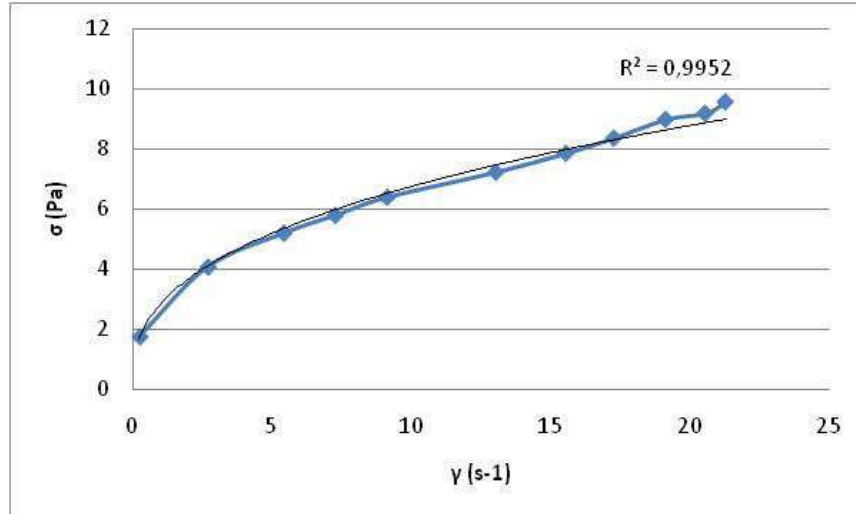


Fig. 2. Relación entre el Esfuerzo de cizalla (Pa) y Gradiente de deformación (s⁻¹) para harina de papa

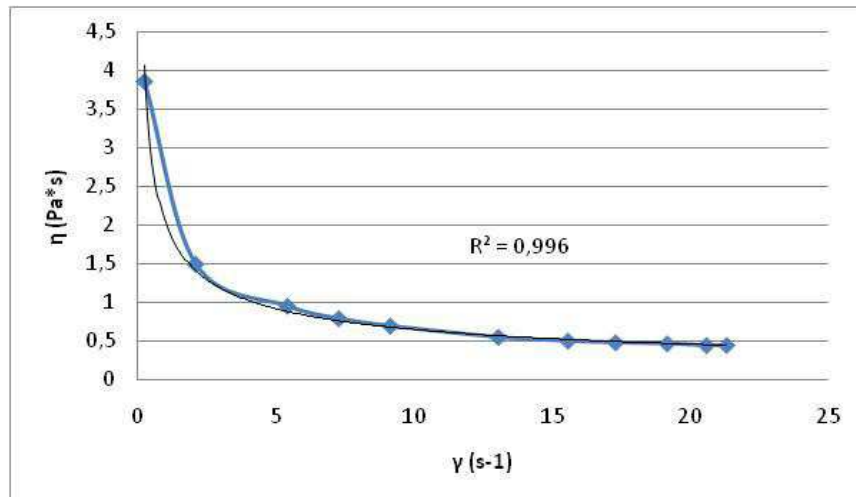


Fig. 3. Viscosidad aparente de harina de papa

Cinética de secado

Los valores experimentales del contenido de humedad para los diferentes tiempos se pueden observar en la figura 4, donde se muestran variaciones del coeficiente de humedad



con el tiempo a 40°C, la cual se ajustó a un modelo de tipo exponencial (García *et al.*, 2007)

Asimismo, se apreció que la curva obtenida presenta dos zonas lineales de diferente pendiente, lo cual está directamente relacionado con las dos etapas de secado generalmente observadas. Es decir, se diferencian perfectamente los dos períodos principales de secado: de velocidad constante y velocidad decreciente (Gómez, 2007).

El tiempo de secado de las láminas de papa está correlacionado con la estructura y forma de éstas, las cuales alcanzaron una actividad acuosa (*aw*) de 0,357, parámetro que estima la estabilidad del alimento (Carranza & Sánchez, 2009).

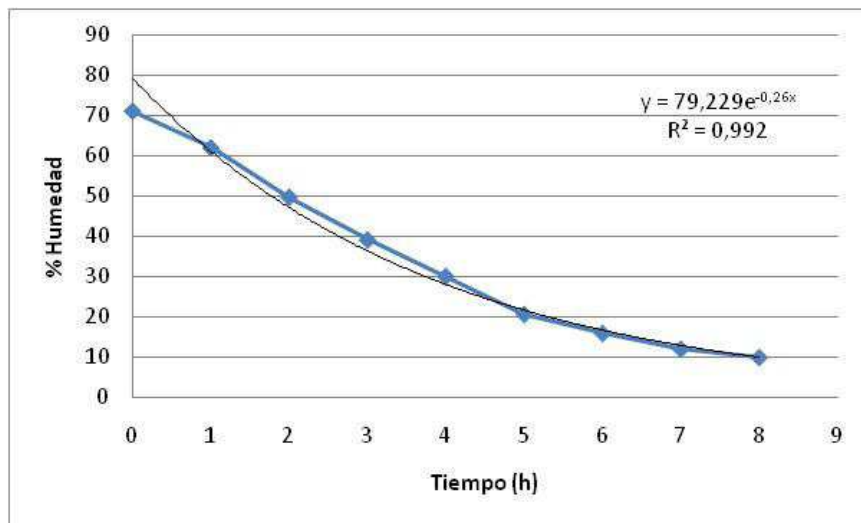


Fig. 3. Cinética de secado de rodajas de papa a 40 °C

Análisis microbiológico

En la tabla 1 se muestran los resultados microbiológicos, de los que se concluye que la harina de papa es inocua y apta para el consumo humano.

Tabla 1. Análisis microbiológico para harina de papa.

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADOS	VALOR ADMITIBLE
Recuento de <i>Coliformes totales</i>	Siembra en profundidad	0 UFC /gr x10 ⁻³	<i>m</i> <10 - <i>M</i>
Prueba de Ausencia/ Presencia de <i>Escherichia coli</i>	Siembra en Profundidad	Ausencia	Ausencia
Recuento de mohos y levaduras	Siembra en profundidad	<15 UFC/gr x 10 ⁻³	Ausencia

m: índice máximo permisible para indicar nivel de buena calidad

M: índice máximo permisible para indicar nivel de calidad aceptable

En la elaboración de la harina de papa, la materia prima utilizada se sometió a un lavado exhaustivo, que redujo considerablemente la flora microbiana superficial, relacionado con el proceso de deshidratación que restringe el crecimiento de cualquier microorganismo. Se observó un recuento microbiológico dentro de los rangos establecidos por la NTC 267, lo que permite deducir que durante la elaboración se cumplieron tiempos, temperaturas, requerimientos higiénicos y sanitarios necesarios para obtener un producto microbiológicamente apto para el consumo humano.

La incubación para mohos se llevó a cabo a 25°C por 24 horas. Estos son capaces de producir amilasas que facilitan la utilización de la masa como fuente de energía, además la suficiente humedad para permitir su crecimiento. El género *Mucor ssp* se presentó como un contaminante común de los alimentos, ya que soporta bajas cantidades de aw y no se ve influenciado ampliamente por la temperatura para sus



esporas asexuales o para los micelios (Gómez, 2007), pues continúa con su desarrollo y reproducción constantemente, provocando la degradación del producto (Flores *et al.*, 2000).

Cinética de tratamiento térmico

A fin de obtener el parámetro de tiempo de reducción decimal (D) para cada temperatura de las ensayadas, se han representado los valores de los logaritmos de la supervivencia del moho *Mucor ssp.*, aplicados frente a los tiempos de tratamiento térmico. Los resultados de los ajustes realizados pueden verse en la figura 4, en la que también se han presentado los valores de los coeficientes de regresión obtenidos en cada caso, y en la tabla 2 se visualizan los parámetros de D (min).

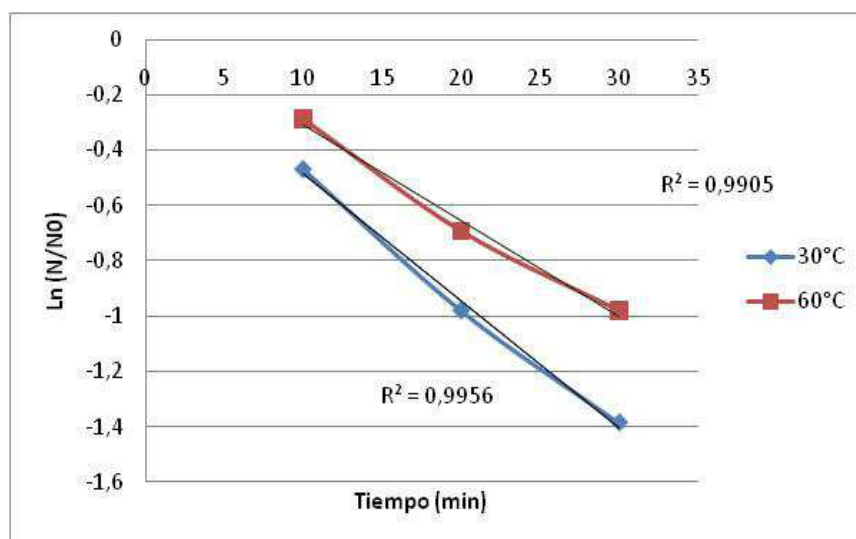


Fig. 4. Determinación de los parámetros D para harina de papa a las diferentes temperaturas (60°C -30°C)

Tabla 2. Valores de los parámetros D (min) para harina de papa

Temperatura de tratamiento (°C)	A	B	R ²	D (min)
30	0,0294	-0,0458	0,9956	29
60	0,0393	-0,0347	0,9905	22

A y B: valores ecuación de regresión logarítmica

En la figura 5 se presentan los ajustes efectuados para el cálculo del parámetro z, así como la ecuación de la recta ajustada.

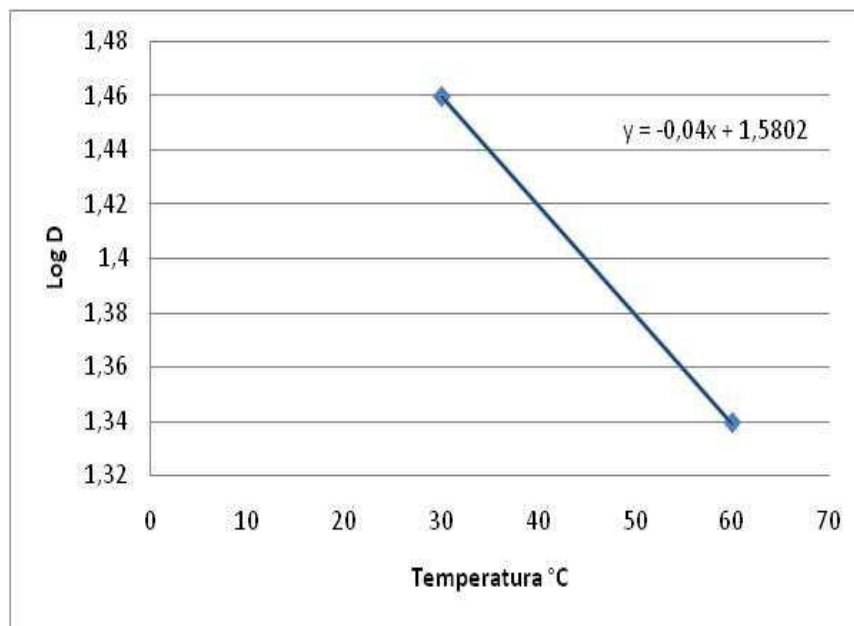


Fig. 5. Determinación del parámetro (Z) para harina de papa.

El valor del parámetro z para la harina de papa se obtiene calculando la inversa de la pendiente de esta recta, resultando en este caso un valor de $z = 25^{\circ}\text{C}$, temperatura máxima que puede soportar la población microbiana (Bidan, 1986).



Formulación del puré de papa

La composición química promedio del puré de papa instantáneo indicó un alto aporte de almidón (61,09%), proteína (13,18%) y grasa (1,28%), lo cual ubica a este producto en la categoría de un alimento muy heterogéneo, que puede contribuir tanto a la saciedad del hambre, como al balance nutricional energético, ya que tiene un efecto positivo sobre algunas funciones biológicas del organismo humano, así como en el control de las deficiencias nutricionales y en la prevención de enfermedades crónicas (García *et al.*, 2007). Estos resultados son comparables a lo reportado en la sopa instantánea de arracacha, con valores de 48,89% de almidón y 9,65% en grasa (Wicks *et al.*, 2006).

Evaluación sensorial

En las figuras 6, 7 y 8, se señalan los rangos de medias para cada uno de los parámetros evaluados en la evaluación sensorial (color, olor y sabor), observándose que existen diferencias significativas entre los atributos estudiados en cada una de las formulaciones. Basados en la comparación de medias se puede afirmar que la fórmula M1 fue la preferida en cuanto a color. Hay que anotar que la clorofila y los carotenos presentes en las especias adicionadas en la formulación reforzaron el color de dicho puré. En cuanto al olor, el mayor grado de preferencia lo obtuvo igualmente la fórmula M1, debido a terpenos aminoácidos nucleótidos presentes en cada especia. En el caso del sabor, la fórmula patrón M2 presentó la mayor preferencia, lo que significa que puede existir una disminución de ácidos orgánicos, taninos y azúcares presentes, dada por el proceso de deshidratación.

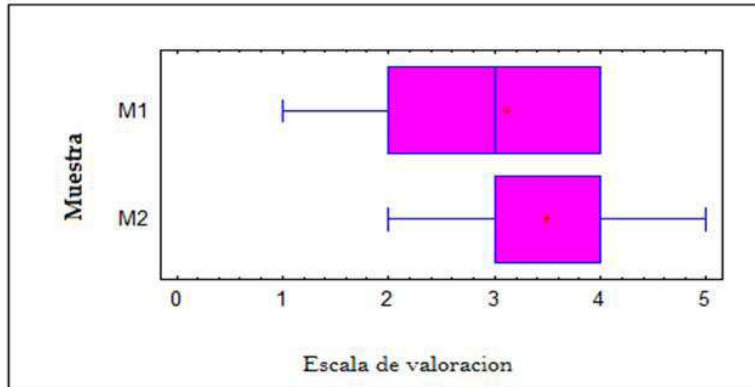


Fig. 6. Variabilidad de percepción del atributo de color.

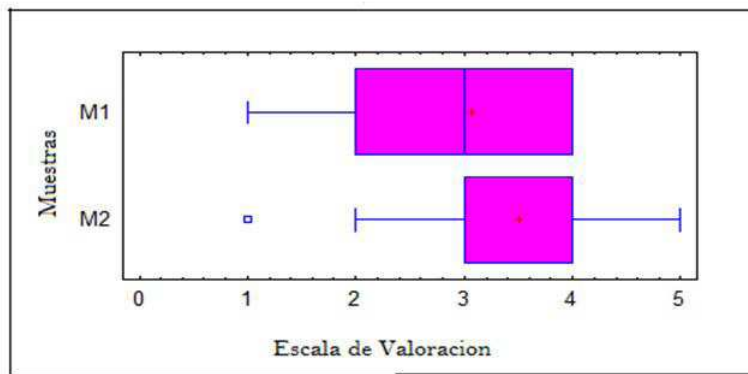


Fig. 7. Variabilidad de percepción del atributo de olor.

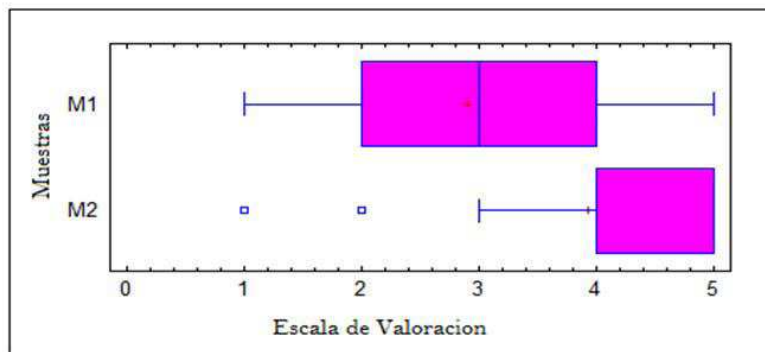


Fig. 8. Variabilidad de percepción del atributo de sabor.



Conclusión

La harina de papa, gracias a sus propiedades funcionales y composición fisicoquímica, puede ser utilizada como ingrediente principal en la preparación de polvos de mezclas para puré instantáneo e, incluso, como un buen aditivo natural en la formulación de nuevos productos microbiológica y sensorialmente estables.

Lista de referencias

- Anderson, R. A., Conway, H. F. & Peplinski, A. J. (1970). Gelatinization of corn grits by roll cooking, extrusion cooking and steaming, *Starch/Stärke*, 22 (4), 130-135.
- AOAC. (1995a). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. En Kenneth Herlich (Ed.). I, 78-79, 237, 247, 272.
- Blanco, A., Tovar, J. & Fernández, M. (2004). Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. *ALAN*, 54 (3), 322-327.
- Bligh, G. & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*; 37 (8), 911-917.
- Carranza, J. & Sánchez, M. (2002). Cinética de secado de *Musa paradisiaca* L. “plátano” y *Manihot esculenta* Grantz “yuca”. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 2 (1), 15-25.
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem*, 28, 350-356.
- Espinal, C., Martínez, H., Pinzón, N. & Barrios, C. (2005). *La cadena de la papa en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Recuperado el 10 de noviembre de 2010, en <http://www.agrocadenas.gov.co/>

- Flores, H., Zamora, J., Villarreal, J. & Villarreal, A. (2000). *Determinación y caracterización de microorganismos presentes en la masa para tortilla de maíz en tortillerías del municipio de Saltillo, Coahuila*. S.l.: s.n.
- García, A., Pacheco-Delahaye, E., Tovar, J. & Pérez, E. (2007). Caracterización fisicoquímica y funcional de las harinas de arracacha (*arracacia xanthorriza*) para sopas instantáneas. *Ciencia Tecnología Alimentaria*, 5 (5), 384-393.
- García, S. V., Schmalko, M. E. & Tanzariello, A. (2007). Isotermas de adsorción y cinética de secado de ciertas hortalizas y aromáticas cultivadas en misiones. INTA, Argentina. *Boletín Informativo*, 36 (1), 115-129.
- Gómez, A. (2007). Microorganismo de importancia en el tratamiento térmico de alimentos ácidos y de alta acidez. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 1 (1), 24.
- Holm, J., Bjorck, I., Drews, A. & Asp, N. (1986). A rapid method for the analysis of starch. *Starch/Starke*, 38, 224- 226.
- ISO. (1981). International Organization for Standardization. Agricultural food products. Determination of crude fibre content. *General method. ISO 5498*, 1981.
- Lamberti, M., Geiselman, A., Conde-Petit, B. & Escher, F. (2004). Starch transformation and structure development in production and reconstitution of potato flakes. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 37, 417-427.
- López, A., Virseda P., Abril. J. (1995). Modelación de la cinética de secado de patata cortada en láminas. *Alimentaria*, 44-48.
- Marín, E., Lemus, M., & Flores, M. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista Chilena de Nutrición*, 33 (3), 527-38.
- Monte-Neshich, D.C., Rocha, T. L., Guimaraes, R. L., Santana, E. F., Loureiro, M.E., Valle, M. & Grossi de Sá, M.F. (1995). Characterization and spatial localization of the major globulin families of taro (*Colocasia esculenta L. Schott*) tubers. *Plant Sci*, 112, 149-159.



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, FUNCIONAL,
MICROBIOLÓGICA, SENSORIAL Y DE ESTABILIDAD
DE LA HARINA DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*)
PARA PURÉ INSTANTÁNEO

- Montoya, J. & Giraldo, G. (2010). Caracterización físico-química de harina de trigo, masa y pan. *Rev. Invest. Univ. Quindío*, (20), 29-35.
- Moreno, J.D. (2000). Calidad de la papa para usos industriales. *Boletín de la papa*, 2, 1-7.
- Njintang, Y. N. & Mbofung, C.M.F. (2003). Development of taro (*Colocasia esculenta L. Schott*) flour as an ingredient for food processing: effect of gelatinization and drying temperature on the dehydration kinetics and colour of flour. *J. Food Eng.*, 58, 259-265.
- Pacheco, E. (2001). Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad *in vitro* del almidón. *Acta Científica Venezolana* 52, 278-282.
- Pacheco, E., Pérez, R. & Schnell, M. (2004). Evaluación nutricional y sensorial de polvos para bebidas a base de papaya, plátano verde y salvado de arroz. Índice Glucémico. *Interciencia*, 29 (1), 46-51.
- Rodríguez, P., San Martín, M. E. & González de la Cruz, G. (2001). Calorimetría diferencial de barrido y rayos-x del almidón obtenido por nixtamalización fraccionada. *Superficies y Vacío*, 13, 61-65.
- Sandoval, G. (2007). *Elaboración de harina precocida de papa Solanum Tuberosum en autoclave con las variedades Superchola y Gabriela, para consumo humano*. Universidad Técnica de Ambato.
- Toledo, T. (1999). *Fundamentals of Food Process Engineering*. (2ª Ed.). New York: Van Nostrand-Reinhold, 602 p.
- Tovar, M. E. (2008). *Aprovechamiento integral del mango (Mangifera indica), caracterización del almidón extraído de la semilla de mango de las variedades Hilacha, Sprongfels y Ford*. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Central de Venezuela.
- Wicks, R., Trevena, L. & Quine, S. (2006). Experiences of food insecurity among urban soup kitchen consumers: insights for



improving nutrition and well-being. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(6), 21-924.

Wolfgang, B., Willi, W. & Hans, P, G. (1999). Potato starch technology. *Starch*, 51, 235- 242.