



Características nutricionales y evaluación sensorial de una bebida elaborada con harina de batata para personas con fenilcetonuria

Nutritional characteristics and sensory evaluation of a drink made with sweet potato flour for people with phenylketonuria

Miguel Angel Anchundia L.*; Elevina Perez

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Apartado postal 47114, Caracas, 1041, República Bolivariana de Venezuela.

RESUMEN

Se evaluó sensorial y nutricionalmente dos bebidas sabor a chocolate elaboradas con harina de batata como fuente de carbohidratos, como fuente proteica glicomacropéptido y suero de leche, para personas con fenilcetonuria y régimen normal de alimentación respectivamente. Estas evaluaciones se realizaron de acuerdo a la metodología oficial. Hubo diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) entre las bebidas preparadas, la bebida para fenilcetonuricos obtuvo una puntuación de 8/9 en aceptación global, siendo la preferida por el panel sensorial, mientras que la bebida para régimen normal de alimentación obtuvo una ponderación de 6/9. El contenido de fenilalanina en la bebida para régimen especial fue de 65,90 mg/100 ml, por lo cual fue recomendada para niños a partir de un año con fenilcetonuria, así mismo aporta un mayor contenido de proteína que las aportadas por un vaso de leche (4,67%), también aporta ácido glutámico y ácido aspártico. Se concluye que las harinas de batata cocidas por autoclave pueden ser utilizadas junto con una fuente proteica en la elaboración de bebida para régimen especial y para régimen normal de alimentación.

Palabras clave: alimentación; camote; fenilcetonuricos; formulación; ingredientes.

ABSTRACT

Two chocolate flavored drinks made with sweet potato flour as a source of carbohydrates and as a glycomacropéptide protein source for people with phenylketonuria and whey for people with normal diet were evaluated sensory and nutritionally. These evaluations were carried out according to the official methodology. There was a statistically significant difference ($p \leq 0.05$) between the prepared beverages, the drink for phenylketonurics obtained a score of 8/9 in overall acceptance, being the preferred one by the sensory panel, while the drink for normal diet obtained a weighting of 6/9. The content of phenylalanine in the drink for special regime was 65.90 mg/100 ml, so it was recommended for children from one year with phenylketonuria, it also provides a higher protein content than those provided by a glass of milk (4.67%), also provides glutamic acid and aspartic acid. It is concluded that the sweet potato flours cooked by autoclave can be used together with a protein source in the elaboration of drink for special regime and for normal regimen diet.

Keywords: feeding; sweet potato; phenylketonurics; formulation; ingredients.

1. Introducción

En el trópico, el camote o batata (*Ipomoea batatas* L. Lam) se cultiva artesanalmente, manejándose su cultivo en pequeños sembradíos, los tubérculos de esta planta, se caracterizan por tener un alto contenido de humedad y ser metabólicamente activos después de la cosecha, corto tiempo de vida útil y comercialización rudimentaria. Estos factores han traído como consecuencia una problemática de pérdidas postcosecha de hasta un 30% en el mundo

(Pérez y Pacheco, 2005; Chandrasekara y Josheph, 2016); sin embargo, estos tubérculos pueden ser procesados a productos no perecederos tales como harinas, usando procesos tecnológicos convencionales como cocción en tacho abierto, cocción en autoclave, deshidratación y molienda. Estas harinas pueden ser utilizadas simples o compuestas en la elaboración de productos horneados, como espesante en formulaciones de salsas o sopas, productos enlatados, hojuelas fritas, puré, productos

extruidos, entre otros (Olapade y Ogunade, 2014). La transformación de estos rubros en harinas, disminuyen las pérdidas post-cosecha, mantener una reserva y un sistema de comercialización estable durante todas las épocas del año (Nicanuru, 2016). Más aún los productos deshidratados requieren menos espacio para su almacenamiento y tienen mayor vida de anaquel (Srivastava *et al.*, 2012), así mismo pueden ser rápidamente reconstituidos y preparados para comer, factor de comodidad importante en la población urbana.

La fenilcetonuria (PKU, por sus siglas en inglés phenylketonuria) es un error innato del metabolismo, caracterizado por la deficiencia de la enzima fenilalanina hidroxilasa que tiene como consecuencia la no conversión del aminoácido fenilalanina en tirosina (Belmont *et al.*, 2012). Esta condición, si no es tratada, se caracteriza por un desarrollo anormal en general y discapacidad intelectual, acompañados de síntomas neurológicos tales como microcefalia, epilepsia y retardo mental, eccema eritematoso, piel y cabello claros, rasgos autistas y comportamiento agresivo. Estos síntomas pueden ser prevenido mediante dietas bajas en fenilalanina (Soltanizadeh, y Mirmoghtadaie, 2014).

Las dietas para la PKU consisten en la restricción selectiva del aporte de fenilalanina mediante alimentación especial. La fenilalanina de la dieta debe ser restringida a los requerimientos mínimos diarios y la fenilalanina plasmática mantenida debajo de 10 mg/dl. Si se administra una dieta restringida en fenilalanina en el primer bimestre de vida, las consecuencias adversas de la hiperfenilalaninemia persistente son evitadas (De Mira y Lanfer, 2000).

Se puede utilizar a las harinas como fuente de carbohidratos en el desarrollo de bebidas para personas con PKU, en conjunto con una fuente proteica tal como glicomacropeptido (GMP), el cual es una proteína natural obtenida del suero de leche, cuando la kappa (κ) caseína es hidrolizada en para- κ -caseína, la cual permanece o forma parte de la cuajada conteniendo entre 1 – 105 residuos de aminoácidos y péptidos más grandes que contienen entre 106 a 169 residuos de aminoácidos, es soluble y forma parte del suero lácteo, es seguro e inocuo y contienen bajo contenido de fenilalanina (2-5 mg de fenilalanina/gramo de proteína) (Lim *et al.*, 2007).

En los países no desarrollados, los pacientes con fenilcetonuria adquieren estos alimentos como importados y por ende son escasos y costosos, por lo que es necesario el desarrollo y estudio de estos alimentos para régimen especial.

Con estos elementos en mente, la problemática de la pérdida postcosecha de batata, la importación de estos alimentos para pacientes PKU y existiendo la

factibilidad comprobada de la transformación de esos rubros en ingredientes no perecederos y disponibles todo el año, se plantea la elaboración de una bebida con sabor a chocolate utilizando la harina de batata cocida como fuente de carbohidrato, la utilización de una fuente proteica baja en fenilalanina y su posterior evaluación sensorial y nutricional.

2. Material y métodos

Elaboración de las bebidas con sabor a chocolate

Fueron preparadas dos bebidas, para la elaboración de la bebida para personas con fenilcetonuria se utilizaron 5 g de harina de batata cocida en autoclave; 4,5 g de glicomacropeptido; 6,5 g de azúcar; 1,60 g de cacao en polvo y 0,20 g de vainillina en polvo (Bebida 1). Para el caso de la bebida para régimen normal de alimentación se utilizaron las mismas proporciones de ingredientes, con la diferencia que la fuente proteica fue cambiada por suero de leche en la misma proporción que el GMP (Bebida 2). Una vez pesados los ingredientes secos, fueron mezclados con agua caliente hasta completar 100 ml, posteriormente el producto obtenido fue almacenado bajo condiciones de refrigeración. Las proporciones utilizadas para preparar la bebida fueron determinadas previamente en base a las características deseadas de textura, sabor, color y apariencia. La harina de batata cocida en autoclave fue obtenida de raíces de batata variedad amarilla, caracterizada química y nutricionalmente previo a su utilización. Este trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones de la Planta Piloto y en el Laboratorio de Cereales y Tubérculos del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), ubicado en Colinas de Bello Monte, Caracas.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial fue llevada a cabo después de 24 horas de almacenamiento bajo condiciones de refrigeración a 8 °C del producto obtenido, posteriormente, fueron servidos 20 ml de la bebida en vasos de plástico, se evaluó la aceptación de los parámetros color, olor, sabor, consistencia y aceptación global, utilizando un panel no entrenado de 35 personas, aplicando una escala hedónica de nueve puntos cuya escala va desde “me disgusta extremadamente” hasta “me gusta extremadamente” (Hernández, 2005; Espinosa, 2007).

Características nutricionales

Se realizaron los análisis de proteína cruda (método 920.152), grasa cruda (método 920.85) y sólidos

totales (método 950.27) siguiendo las metodologías descritas en la [AOAC \(1997\)](#). Carbohidratos totales por diferencia, valor energético (Kcal) fueron calculados según el factor general de Atwater, ([INN, 2001](#)). El perfil de aminoácidos fue realizado por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), para ello la bebida fue hidrolizada en medio ácido con HCL 6N, según la [AOAC \(1997\)](#), método 994.121. Se utilizó un equipo HPLC Perkin Elmer®, con una bomba binaria Serie 200, detector espectrofotométrico UV-visible y una columna Pickering Laboratories (3,0 x 250 mm). Posteriormente se realizó una etapa de filtración, derivatización, inyección de la muestra en el HPLC y cuantificación. Los resultados fueron expresados en mg de aminoácido/g de proteína.

Análisis estadístico

Las determinaciones realizadas fueron realizadas por triplicado, los resultados de la evaluación sensorial de las bebidas, así como las características nutricionales fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA), seguido por la prueba de rangos múltiples y determinar cuáles fueron las medias diferentes, para ello se utilizó el programa Statistix Analytical Software Versión 2003. El nivel de confianza utilizado fue del 95%.

3. Resultados y discusión

Evaluación sensorial

En la [Tabla 1](#) se presentan los resultados de la evaluación sensorial de las bebidas sabor a chocolate elaboradas, donde se aprecia que hubo diferencia estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) entre

las dos bebidas para los parámetros color, olor, sabor y aceptación global, con una puntuación de 8 (me gusta mucho), en consecuencia la bebida preferida por el panel sensorial fue la bebida 1. No hubo diferencia estadísticamente significativa para el parámetro de consistencia, lo cual puede deberse a que en ambas bebidas se utilizó el mismo tipo de harina de batata, la principal responsable de la consistencia en la bebida y fue calificada con una puntuación de 7/9.

Resultados similares de aceptación fueron reportados por [Lim et al. \(2007\)](#) en una bebida sabor a chocolate formulada con GMP para los parámetros apariencia, sabor, olor y aceptación global, utilizando una escala hedónica de seis puntos.

Evaluación nutricional

Los resultados para la evaluación nutricional son mostrados en la [Tabla 2](#), se evidencia que hubo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre los parámetros evaluados para las dos bebidas. Siendo los valores mayores para la bebida 1, el contenido de proteínas fue de 4,67%, grasa cruda 0,42%, sólidos totales 21% y 87,54 kcal/g. El contenido de proteína cruda encontrado en la bebida 1 fue mayor que 3,5 o 3,6 g de proteínas presentes en 100 mL de leche líquida completa o descremada respectivamente según el [INN \(2001\)](#). Esta diferencia puede ser explicada por la incorporación del GMP en la formulación lo cual es una fuente proteica de alta pureza. El GMP aporta aproximadamente el 70% de la proteína necesaria para la dieta de una persona con PKU, cuando es utilizado en formulación de alimentos ([Van Calcar y Ney, 2012](#)).

Tabla 1

Evaluación sensorial de las bebidas elaboradas

Parámetros	Muestras	
	Bebida 1	Bebida 2
Color	8a (Me gusta Mucho)	7b (Me gusta moderadamente)
Olor	8a (Me gusta Mucho)	7b (Me gusta moderadamente)
Sabor	8a (Me gusta Mucho)	7b (Me gusta moderadamente)
Consistencia	7a (Me gusta moderadamente)	7a (Me gusta moderadamente)
Aceptación global	8a (Me gusta Mucho)	7b (Me gusta moderadamente)

Los valores son el promedio de 35 evaluaciones, letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($n = 35, p \leq 0,05$).

La bebida 1 fue preparada utilizando GMP como fuente proteica, la bebida 2 fue preparada utilizando suero de leche como fuente proteica.

Tabla 2

Evaluación nutricional de las bebidas elaboradas

Parámetro	Muestra	
	Bebida 1	Bebida 2
Proteína cruda (%)	4,67 ± 0,03a	0,96 ± 0,02b
Grasa cruda (%)	0,42 ± 0,00a	0,38 ± 0,01b
Sólidos totales (%)	21,36 ± 0,03a	20,55 ± 0,04b
Carbohidratos totales (%)	16,27 ± 0,02a	19,21 ± 0,03b
Aporte energético (kcal/g)	87,54	84,10

Los valores son el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar, letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($n = 3$, $p \leq 0,05$).

La bebida 1 fue preparada utilizando GMP como fuente proteica, la bebida 2 fue preparada utilizando suero de leche como fuente proteica.

Por otro lado, la selección de la fuente de carbohidrato utilizado para formular alimentos para este tipo de régimen especial es importante ya que las frutas y vegetales aportan cantidades relativamente altas del aminoácido fenilalanina. El almidón de trigo ha sido utilizado en la formulación de productos horneados para la elaboración de pastas y productos horneados ya que son bajos en fenilalanina cuando se los compara con otros granos (3,8 mg/g de harina) (Van Calcar y Ney, 2012; Yaseen y Shouk, 2011) las harinas de batata utilizadas en la formulación de las bebidas contienen 1,14 mg/g de harina.

Tabla 3

Composición de aminoácidos de 100 ml de las bebidas preparadas

Aminoácido	Muestras (mg aa/100 mL de bebida)	
	Bebida 1	Bebida 2
Ácido Aspártico	124,50 ± 0,05a	674,12 ± 0,09b
Treonina	54,88 ± 0,03a	637,33 ± 0,13b
Ácido Glutámico	172,94 ± 0,09a	1124,51 ± 0,10b
Glicina	36,30 ± 0,17a	118,22 ± 0,06b
Alanina	58,21 ± 0,09a	329,88 ± 0,13b
Valina	140,41 ± 0,11a	485,60 ± 0,01b
Metionina	46,44 ± 0,05a	156,18 ± 0,06b
Isoleucina	58,88 ± 0,03a	387,73 ± 0,04 b
Tirosina	66,99 ± 0,10a	300,46 ± 0,15b
Fenilalanina	65,90 ± 0,09a	165,56 ± 0,02b
Lisina	96,72 ± 0,16a	410,51 ± 0,09b
Histidina	45,08 ± 0,15a	84,52 ± 0,15b
Arginina	96,93 ± 0,08a	123,19 ± 0,04b

Los valores son el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar, letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($n = 3$, $p \leq 0,05$).

La bebida 1 fue preparada utilizando como fuente proteica GMP, la bebida 2 fue preparada utilizando como fuente proteica suero de leche.

En la [Tabla 3](#) se compila el contenido de aminoácidos totales encontrados en 100 ml de las bebidas preparadas. Hubo diferencias estadísticamente sig-

nificativas ($p \leq 0,05$) para el contenido de todos los aminoácidos analizados en ambas bebidas por efecto de la fuente proteica utilizada, siendo mayor la concentración del contenido de amino-ácidos en la bebida 2.

En la bebida 1 se observa que el ácido glutámico es el aminoácido de mayor contenido con 172,94 mg/100 ml y el de menor contenido fue glicina con 36,30 mg/100 ml, la fenilalanina y tirosina se encuentran en contenidos intermedios con valores de 65,90 y 66,99 mg/100 ml, respectivamente. Para el caso de la bebida 2, el ácido glutámico sigue siendo el aminoácido predominante con 1124,51 mg/100 ml y el de menor contenido la histidina con 84,52 mg/100 ml, fenilalanina con 165,56 mg/100 ml y tirosina con 300,46 mg/100 ml.

De acuerdo a los resultados encontrados para el contenido de fenilalanina, la bebida elaborada para régimen especial puede ser recomendada para niños a partir de un año, ya que [MacDonald et al. \(2011\)](#) señalan que los niños a partir de un año con PKU clásica pueden tolerar entre 200 y 500 mg/día, con PKU moderado pueden tolerar niveles mayores a 500 mg/día. En consecuencia 100 ml de la bebida consumida aportaría 65,90 mg de fenilalanina a la dieta de estas personas.

Con respecto al consumo de tirosina, el aminoácido limitante en las dietas de personas con PKU, la bebida 1 aporta entre 2 y 2,5 y % de acuerdo a la recomendación señalada por [Singh et al. \(2014\)](#) cuyos valores están entre 2800 a 3500 mg del aminoácido/día, razón por lo cual se recomienda próximos estudios con suplementación de este aminoácido, así mismo deben ser suplementado con glicina e histidina que se encuentran en menor cantidad.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer al proyecto interinstitucional Instituto de Estudios Avanzados (IDEA) e Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de

la Universidad Central de Venezuela, por el financiamiento de este trabajo, a través, del Proyecto No. 191206 "Desarrollo de productos y formulas infantiles con bajo contenido en fenilalanina".

4. Conclusiones

Con base a los resultados de la evaluación sensorial y características nutricionales del producto elaborado, se concluye que las harinas de batata cocidas por autoclave pueden ser utilizadas como espesante y fuentes de carbohidratos en la elaboración de bebidas sabor a chocolate, con una fuente proteica como GMP para el caso de personas con fenilcetonuria o suero de leche para régimen normal, la bebida para PKU fue recomendada para el grupo etario a partir de un año de edad, debido al contenido de fenilalanina aportado a la dieta de estas personas, así mismo aporta mayor cantidad de proteína que un vaso de leche, también ácido glutámico y ácido aspártico. El uso de esta fuente de carbohidratos en la formulación de este tipo de alimentos puede diversificar su utilización en la industria de alimentos y por ende disminuir la pérdida postcosecha de este tubérculo.

Referencias bibliográficas

AOAC. 1997. Official Method Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Washington, DC, USA.

Belmont, L.; Fernández, C.; Ibarra, I.; Guillén, S.; Monroy, S.; Vela, M. 2012. Evaluación bioquímica de la fenilcetonuria (PKU): del diagnóstico al tratamiento. *Acta Pediátrica de México* 33:296-300.

Chandrasekara, A.; Joseph, T. 2016. Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science* 1: 1-15.

De Mira, N.; Lanfer, U. 2000. Importância do diagnóstico e tratamento da fenilcetonúria. *Revista de Saúde Pública* 34(1): 86-96.

Espinosa, J. 2007. Evaluación Sensorial. El Vedado, Ciudad de la Habana, Cuba. Editorial Universitaria.

Hernández, E. 2005. Evaluación Sensorial. Bogotá, DC. Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje.

INN. Instituto nacional de Nutrición. 2001. Tabla de Composición de Alimentos Para Uso Práctico. Serie de Cuadernos Azules, Publicación No 54, Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Caracas -Venezuela.

Lim, k.; Calcar, S.; Nelson, K.; Gleason, S.; Ney, D. 2007. Acceptable low-phenylalanine foods and beverages can be made with glycomacropeptide from cheese whey for individuals with PKU. *Molecular Genetics and Metabolism* 92(1-2): 176-178.

MacDonald, A.; Rocha, J.; Rijn, M.; Feillet, F. 2011. Nutrition in phenylketonuria. *Molecular Genetics and Metabolism*. 104: 10-18.

Nicanuru, C. 2016. Effect of pretreatments and drying on nutrient content of orange fleshed *Sweet potato* tubers and cowpea leaves uses in Maswa District, Tanzania. Thesis degree of Master of Science in Food Science and Technology. University of Agriculture and Technology. Jomo Kenyatta.

Olapade, A.; Ogunade, O. 2014. Production and evaluation of flours and crunchy snacks from sweet potato (*Ipomoea batatas*) and maize flours. *International Food Research Journal* 21(1): 203-208.

Pérez, E.; Pacheco, E. 2005. Características químicas, físicas y reológicas de la harina y almidón nativo aislado de *Ipomoea batatas*. *Acta Científica Venezolana* 56:12-2.

Singh, R.; Rohr, F.; Frazier, D.; Cunningham, A.; Mofidi, S.; Ogata, B.; Splett, P.; Moseley, K.; Huntington, K.; Acosta, P.; Vockley, J.; Van Calcar, S. 2014. Recommendations for the nutrition management of phenylalanine hydroxylase deficiency. *Genetics in Medicine* 16(2): 121-131.

Soltanizadeh, N.; Mirmoghtadaie, L. 2014. Strategies Used in Production of Phenylalanine-Free Foods for PKU Management. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 13: 287-299.

Srivastava, S.; Genitha, T.; Yadav, V. 2012. Preparation and Quality Evaluation of Flour and Biscuit from Sweet Potato. *Journal Food Processing and Technologies* 3(12):192: 1-5.

Van Calcar, S.; Ney, D. 2012. Food products made with glycomacropeptide, a low phenylalanine whey protein, provide a new alternative to amino acid-based medical foods for nutrition management of phenylketonuria. *Journal Academic of Nutrition and Dietetics* 112(8): 1201-1210.

Yaseen, A.; Shouk, A. 2011. Low phenylalanine pasta. *International Journal of Nutrition and Metabolism* 3(10): 128-135.

