

## Artículo Original / Original Article

### Composición química, perfil de aminoácidos y contenido de vitaminas de harinas de batata tratadas térmicamente

### Chemical composition, amino acid profile and vitamin content of thermally treated sweet potato flours

#### RESUMEN

Se evaluó químicamente el perfil de aminoácidos y contenido de vitaminas según la metodología oficial, las harinas crudas de batata y tratadas térmicamente por cocción. Se obtuvieron harinas crudas con contenidos de carbohidratos totales de 84,81%, almidón 50,65%, proteínas de 2,94%, contenidos de grasa cruda de 0,34%. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) por efecto de los tratamientos aplicados. Se redujo el contenido de humedad, cenizas, carbohidratos totales y azúcares reductores. Se observó un incremento en el contenido de fibra cruda. Predominaron en todas las harinas los aminoácidos ácido glutámico y ácido aspártico, el aminoácido limitante fue triptófano. Por efecto de los tratamientos aplicados, hubo diferencias ( $p \leq 0,05$ ) en la composición de la mayoría de los aminoácidos, incrementando su concentración. El contenido de vitaminas A y C disminuyó por efecto de los tratamientos aplicados ( $p \leq 0,05$ ). Se concluye que las harinas crudas de batata y cocidas pueden ser empleadas en la formulación de alimentos ya que aportan buenas cantidades de nutrientes.

**Palabras clave:** Camote; Harinas cocidas; Ingrediente; Tubérculos.

#### ABSTRACT

The chemical composition, amino acid profile and vitamin content of sweet potato flour (raw and heat treated by cooking) were evaluated according to official methodology. Crude flours with total carbohydrate content of 84.81%, starch 50.65%, proteins 2.94% and crude fat contents 0.34% were used. Statistically significant differences were found ( $p \leq 0.05$ ) due to the effect of the applied treatments. The content of humidity, ash, total carbohydrates and reducing sugars were reduced and an increase in crude fiber content was observed. The amino acids glutamic acid and aspartic acid predominated in all flours. We observed low levels of the amino acid tryptophan. There were statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) due to the effect of the treatments applied on the composition of most of the amino acids, increasing their concentration. Vitamin A and C content decreased due to the effect of the applied

Miguel Ángel Anchundia<sup>1</sup>, Elevina Pérez<sup>2</sup>, Freddy Torres<sup>1</sup>.

1. Carrera de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
2. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Dirigir correspondencia a: Miguel Angel Anchundia.  
Carrera de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Universidad Politécnica Estatal del Carchi.  
Apartado postal 040102, Tulcán, Ecuador.  
E-mail: miguel.anchundia@upec.edu.ec

Este trabajo fue recibido el 05 de marzo de 2018.  
Aceptado con modificaciones: 25 de agosto de 2018.  
Aceptado para ser publicado: 22 de octubre de 2018.

treatments ( $p \leq 0.05$ ). Raw and cooked sweet potato flours can be used in food formulation because they provide good amounts of nutrients.

**Keywords:** Cooked flours; Ingredient; Sweet potato; Tubers.

#### INTRODUCCIÓN

La batata (*Ipomoea batatas* L. Lam), desde el punto de vista botánico es un tubérculo que pertenece a la familia de las *Convolvulaceae* y existen variedades con cáscara y pulpas de diferentes colores tales como rojas, púrpuras, moradas, color crema, amarillas, anaranjadas y blancas dependiendo del tipo de compuestos presentes tales como antocianinas y carotenos o de su ausencia en el caso de las variedades blancas<sup>1,2</sup>.

Es uno de los alimentos más importante en los países en desarrollo después del arroz, trigo, maíz y mandioca, debido a sus sobresalientes características nutricionales y culinarias, ya que contiene cantidades considerables de almidón, azúcares solubles, vitaminas A, C, E, minerales y alto contenido del aminoácido lisina<sup>3,4,5</sup>. En consecuencia, sirve como fuente de alimentación para una gran parte de la población mundial.

En el trópico, la batata se cultiva artesanalmente, manejándose su cultivo en pequeños sembradíos, por otro lado, los tubérculos de estas plantas 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<sup>6,7</sup>; 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.

La transformación en harinas constituye la manera más eficiente de preservar estos tubérculos ya que se reduce la cantidad de humedad, lo cual inhibe el crecimiento microbiano, actividad química y enzimática. El resultado es la disminución de las pérdidas post-cosecha, y el mantenimiento de una reserva y un sistema de comercialización estable durante todas las épocas del año<sup>8</sup>. Más aún los productos deshidratados requieren menos espacio para su almacenamiento y tienen mayor vida de anaquel<sup>9</sup>, así mismo, pueden ser rápidamente reconstituidos y preparados para comer, factor de comodidad importante en la población urbana. Pérez<sup>10</sup> señala que las harinas es el producto obtenido de la molienda de granos, cereales y tubérculos, las cuales pueden contener otros ingredientes tales como, aditivos permitidos y nutrientes como proteínas, aminoácidos, minerales y ácidos grasos esenciales.

Las harinas de batata pueden ser utilizadas como diluentes del trigo en la elaboración de productos horneados, como espesante en formulaciones de salsas o sopas, productos enlatados, hojuelas fritas, puré, productos extruidos, entre otros<sup>11</sup>, por ende, son potenciales fuentes para la disminución en el uso de divisas destinado a la exportación de productos.

Por lo antes mencionado, el objetivo de esta investigación fue evaluar la composición química, perfil de aminoácidos, vitamina A y vitamina C en las harinas crudas de batata y cocidas obtenidas de la parte comestible del tubérculo cultivado en Venezuela.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales

Para la elaboración de las harinas de batata, los tubérculos de variedad amarilla fueron comprados en el mercado local de Caracas, a un solo proveedor para tratar de minimizar las mezclas varietales. Posteriormente fueron trasladados a la planta piloto del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), ubicado en Colinas de Bello Monte,

Caracas, para su procesamiento, elaboración de harinas de batata cruda y tratada térmicamente.

### Elaboración de la harina control y las harinas tratadas térmicamente

En la elaboración de la harina cruda de batata y de las harinas de batata tratadas térmicamente se siguió la metodología descrita por Pérez<sup>12</sup>. Los tubérculos fueron lavados y pelados de forma manual. La parte comestible fue cortada en trozos delgados y uniformes los cuales fueron sumergidos en una solución de ácido cítrico al 0,1%. En el caso de la harina cruda (control) fueron deshidratados los trozos obtenidos en la parte anterior, molidos y empacados, tal como se explicará más adelante.

Para la elaboración de las harinas elaboradas con batata tratadas térmicamente, se añadió agua al tubérculo en una relación 3:1 (agua: tubérculo), se realizaron dos tratamientos de cocción. En el primer tratamiento la batata fue cocida en agua a temperatura de 97 °C durante 30 minutos a una presión de 13,5 PSI (tacho abierto) y en el segundo tratamiento fue utilizada una temperatura de 121 °C durante 30 minutos a una presión de 15 PSI (autoclave). Una vez obtenidos los pedazos de tubérculo cocidos se homogenizaron y se deshidrataron a 45 °C por 24 horas en un deshidratador de bandejas marca Mitchell Mod. 645159, posteriormente, se pulverizó el producto obtenido en un molino de martillo Comminuting Machine Mod: D., para ser tamizado posteriormente hasta obtener un tamaño de partícula de 180 µm con un tamiz de 80 mesh. Las harinas elaboradas fueron almacenadas en frascos de vidrio a temperatura ambiente para su posterior uso.

Las harinas obtenidas mediante los procesos antes mencionados fueron denominadas harina cruda de batata (HBC), harina de batata cocida en tacho abierto (HBT) y harina de batata cocida por autoclave (HBA).

### Composición química

La composición química de las harinas de batata fue evaluada según los métodos descritos en la AOAC<sup>13</sup>; análisis de humedad (método 923.03), cenizas (método 925.09), grasa cruda (método 920.85), fibra cruda (método 962.09), almidón (método 945.37), azúcares reductores y no reductores (método 939.03), proteína cruda (método 920.152) usando el factor de conversión a proteína de 6,25 y carbohidratos totales por diferencia, restando el contenido de humedad, proteína, grasa y cenizas de 100 g de muestra. Los resultados fueron expresados en porcentaje en base seca.

### Caracterización nutricional

El perfil de aminoácidos fue realizado por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), para ello las harinas de batata fueron hidrolizadas en medio ácido con HCL 6N, según la AOAC<sup>13</sup>, 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 le

sucede 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.

Así mismo se determinaron el contenido de vitamina A y vitamina C según la Norma Covenin 2318 y la Norma Covenin 1295 respectivamente. El contenido de vitamina A fue expresado en Unidades Internacionales (UI) en 100 g de muestra, mientras que el contenido de vitamina C en mg/100 g de muestra.

### Análisis estadístico

Las determinaciones realizadas se realizaron por triplicado, los resultados fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de ANOVA de una vía utilizando el programa Statistix Analytical Software Versión 2003, con la finalidad de determinar si los tratamientos térmicos de cocción en tacho abierto y autoclave afectaron a las propiedades evaluadas en las harinas, seguidos por la prueba de Rangos múltiples y determinar cuáles fueron las medias diferentes. El nivel de confianza utilizado fue del 95%.

## RESULTADOS

### Composición química

Los resultados de la composición química de las harinas crudas de batata y tratadas térmicamente son mostrados en la tabla 1, para las harinas de batata cruda destacan por su contenido, los carbohidratos totales (84,81%), en orden decreciente seguidos por, almidón (50,65%), humedad (9,03%), proteína cruda (2,94%), cenizas (2,21%) y azúcares reductores (1,82%). La misma tendencia fue observada en las harinas de batata tratadas térmicamente. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) por efecto de los tratamientos aplicados, se redujo el contenido de carbohidratos totales, almidón, humedad,

cenizas y azúcares reductores, por el contrario se observó un incremento en el contenido de fibra cruda y azúcares no reductores.

En las harinas de batata tratadas térmicamente se encontraron los siguientes valores para la composición química, el contenido de carbohidratos totales para las harinas de batata tratadas térmicamente en tacho abierto y en autoclave fueron 84,16 y 83,28% respectivamente. Para la humedad se obtuvieron resultados de 8,83% para la HBA y 8,09% para HBT, los resultados encontrados para el contenido de almidón muestran valores para las harinas de batata tratadas en tacho abierto de 45,05% y en harinas de batata cocidas en autoclave de 40,20%. En cuanto al contenido de cenizas, fue mayor en las HBA (2,18%) seguidas por las HBT (2,12%). En lo que se refiere a los azúcares reductores se encontró diferencia estadísticamente significativa por efecto del tratamiento de cocción solamente en las harinas de batata cocida en autoclave, con un valor de 1,77%.

### Perfil de aminoácidos

En la tabla 2 se compila el contenido de aminoácidos totales hallados en las harinas de batata sin cocción y con cocción. En la harina cruda los aminoácidos con mayor contenido fueron los aminoácidos no esenciales, ácido aspártico (38,90 mg/g), ácido glutámico (21,00 mg/g) y el aminoácido esencial valina (18,90 mg/g), por otro lado, los aminoácidos de menor concentración fueron leucina con 3,95 mg/g, histidina con 4,90 mg/g y metionina con 5,00 mg/g de proteína. La misma tendencia fue encontrada para las harinas de batata cocidas con ambos tratamientos. El triptófano estuvo ausente en todas las harinas estudiadas.

Se pudo evidenciar diferencias estadísticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ) por efecto de ambos tratamientos;

**Tabla 1.** Composición química de harina de batata cruda, harina de batata cocida en autoclave y harina de batata cocida en tacho abierto.

Parámetro (%)	Muestras		
	HCB	HBA	HBT
Humedad	9,03 ± 0,01a	8,83 ± 0,07b	8,09 ± 0,01c
Cenizas	2,21 ± 0,01a	2,18 ± 0,01b	2,12 ± 0,01c
Proteína cruda	2,94 ± 0,01a	3,26 ± 0,01b	2,89 ± 0,01c
Grasa cruda	0,34 ± 0,01a	0,37 ± 0,02b	0,27 ± 0,01c
Fibra cruda	0,86 ± 0,02a	2,09 ± 0,02b	2,51 ± 0,10b
Almidón	50,7 ± 1,45a	40,2 ± 2,45b	45,1 ± 0,45c
Carbohidratos totales	84,8 ± 0,00a	83,3 ± 0,08b	84,2 ± 0,13c
Azúcares reductores	1,82 ± 0,00a	1,77 ± 0,00b	1,70 ± 0,00b
Azúcares no reductores	1,64 ± 0,02a	1,72 ± 0,00b	1,65 ± 0,00a

Los valores son el promedio de tres determinaciones ± desviación estándar en base seca (bs), filas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

HCB= harina cruda de batata; HBA= harina de batata cocida en autoclave; HBT= harina de batata cocida en tacho abierto.

para el tratamiento con autoclave, la diferencia observada fue la disminución de ácido aspártico, treonina, glicina, alanina, histidina, triptófano y arginina, por el contrario se incrementó el contenido de ácido glutámico, valina, isoleucina, tirosina, fenilalanina y cisteína. Para el tratamiento con tacho abierto el contenido de aminoácidos fue incrementado a excepción del contenido de ácido

aspártico, alanina, triptófano y arginina; así mismo, se pudo establecer que estos valores son mayores que los obtenidos para las harinas tratadas térmicamente por autoclave.

Los cálculos aminoacídicos para las harinas de batata en estudio son mostrados en la tabla 3, siendo los de mayor valor para los aminoácidos valina, metionina + cisteína y treonina en todas las harinas estudiadas.

**Tabla 2.** Perfil de aminoácidos de harina cruda de batata, harina de batata cocida en autoclave y harina de batata cocida en tacho abierto.

Aminoácidos	Muestras (mg/g de proteína)		
	HBC	HBA	HBT
Ácido aspártico	38,9 ± 0,08a	31,0 ± 0,06b	37,7 ± 0,09c
Treonina	11,3 ± 0,10a	10,6 ± 0,02b	14,0 ± 0,08c
Ácido glutámico	21,0 ± 0,01a	25,0 ± 0,08b	32,8 ± 0,05c
Triptófano	ND	ND	ND
Glicina	16,0 ± 0,19a	15,1 ± 0,10b	20,3 ± 0,13c
Alanina	8,30 ± 0,14a	7,90 ± 0,34b	8,20 ± 0,20c
Valina	18,9 ± 0,05a	23,8 ± 0,13b	26,3 ± 0,09c
Metionina	5,00 ± 0,09a	4,90 ± 0,07a	6,70 ± 0,10c
Isoleucina	7,90 ± 0,11a	8,40 ± 0,23b	9,50 ± 0,15c
Leucina	3,95 ± 0,06a	4,25 ± 0,09b	5,10 ± 0,11c
Tirosina	6,80 ± 0,17a	8,20 ± 0,09b	11,6 ± 0,13c
Fenilalanina	10,5 ± 0,05a	12,1 ± 0,07b	15,0 ± 0,04c
Cisteína	6,55 ± 0,06a	7,25 ± 0,06b	7,65 ± 0,06c
Lisina	9,60 ± 0,03a	9,50 ± 0,01a	10,4 ± 0,06b
Histidina	4,90 ± 0,14a	4,30 ± 0,10b	6,50 ± 0,09c
Triptófano	6,62 ± 0,03a	5,00 ± 0,06b	5,50 ± 0,10c
Arginina	15,2 ± 0,02a	12,3 ± 0,05b	12,2 ± 0,07b

Los valores son el promedio de tres determinaciones ± desviación estándar, filas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ). HCB= harina cruda de batata; HBA= harina de batata cocida en autoclave; HBT= harina de batata cocida en tacho abierto.

**Tabla 3.** Computo de aminoácidos de harina cruda de batata, harina de batata cocida en autoclave y harina de batata cocida en autoclave.

Aminoácidos	Patrón de aminoácidos <sup>a</sup>	HBC	HBA	HBT
Isoleucina	31	25,5	27,1	30,7
Leucina	63	6,27	6,75	8,10
Lisina	52	18,5	18,3	20,0
Metionina + cisteína	26	44,4	46,7	55,2
Fenilalanina + tirosina	46	37,6	44,1	57,8
Treonina	27	41,9	39,3	51,9
Triptófano	7,4	0,00	0,00	0,00
Valina	42	45,0	56,7	62,6
Histidina	18	27,2	23,9	36,1

Computo de aminoácidos, CA= (Aminoácido esencial/patrón)\*100.

HCB= harina cruda de batata; HBA= harina de batata cocida en autoclave; HBT= harina de batata cocida en tacho abierto.

<sup>a</sup>Requerimientos de aminoácidos de niños entre 1 y 2 años en mg de aminoácido/g de proteína, FAO/WHO/UNU<sup>28</sup>.

### Contenido de vitaminas

El contenido de vitamina A,  $\beta$ -caroteno y vitamina C (Tabla 4) de las harinas de batata muestran que para las harinas crudas los contenidos obtenidos fueron vitamina A: 5210 UI/100g,  $\beta$ -caroteno: 3126 mg/100g y vitamina C: 28,2 mg/100g, así mismo se pudo establecer diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) por efecto de los tratamientos aplicados. Esta diferencia fue hacia la disminución en el contenido de vitamina A,  $\beta$ -caroteno y vitamina C, siendo las harinas de batata tratadas en autoclave las de mayor concentración (4911 UI/100g, 2946,6 mg/100g y 26,0 mg/100 respectivamente).

En la tabla 5, son mostrados el contenido de pro vitamina A para las harinas de batata y la cantidad diaria recomendada para la ingesta de esta provitamina y vitamina C, para el caso de niños de 1 a 3 años, el contenido recomendado de provitamina A es de 400  $\mu$ g AER/100 g y para niños 4 a 6 años es de 450  $\mu$ g AER/100 g; para el caso de vitamina C es de 30 mg/día para ambos grupos etarios, FAO<sup>16</sup>. Se pudo establecer que las harinas de batata aportan pro vitamina

A, entre 61% y 65,13% de los requerimientos para el grupo etario de 1 a 3 años y entre 54,40% y 57,89% para niños de 4 a 6 años; mientras que, para el contenido de vitamina C aporta entre 84% y 94% para ambos grupos etarios.

### DISCUSION

#### Composición química

Con respecto a los resultados, los contenidos de carbohidratos totales, son similares a los reportados por Taneya y cols.<sup>17</sup>, superiores a los determinados por Pérez y Pacheco<sup>6</sup> e inferiores a los evaluados por Alapade y Ogunade<sup>11</sup>. Los valores altos encontrados se deben a que son harinas obtenidas de tubérculos.

Los valores de humedad, estuvieron por debajo de los indicados en la Norma Covenin<sup>18</sup>, donde se señala que la humedad de la harina de trigo no debe ser superior al 15%. En este aspecto, Van Hal<sup>19</sup> menciona que el contenido de humedad en harinas de batata es considerado una característica de calidad durante el almacenamiento, ya que el contenido de agua puede acelerar el deterioro químico

**Tabla 4.** Contenidos de vitamina A,  $\beta$ -caroteno y vitamina C de la harina cruda de batata, harina de batata precocida en autoclave y harina de batata precocida en tacho abierto.

Vitaminas	Muestras		
	HBC	HBA	HBT
Vitamina A (UI/100g)	5210 $\pm$ 0,09a	4911 $\pm$ 0,11b	4896 $\pm$ 0,07c
$\beta$ -caroteno ( $\mu$ g/100g)	3126 $\pm$ 0,06a	2947 $\pm$ 0,02b	2938 $\pm$ 0,09c
Vitamina C (mg/100g)	28,2 $\pm$ 0,03a	26,0 $\pm$ 0,08b	25,2 $\pm$ 0,13 c

Los valores son el promedio de tres determinaciones  $\pm$  desviación estándar, letras diferentes en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

HCB= harina cruda de batata; HBA= harina de batata cocida en autoclave; HBT= harina de batata cocida en tacho abierto.

**Tabla 5.** Pro vitamina A en harina de batata cruda, harina de batata cocida en autoclave y harina de batata cocida en tacho abierto y requerimiento de vitamina A y vitamina C.

Muestra	Pro vitamina A ( $\mu$ g AER/100 g)	Cantidad Diaria Recomendada (CDR)		Vitamina C (mg/día)	
		Pro Vitamina A ( $\mu$ g AER/100 g.)			
		1 a 3 años	4 a 6 años	1 a 3 años	4 a 6 años
HBC	260,5				
HBA	245,6	400	450	30	30
HBT	244,8				

Los valores son el promedio de tres determinaciones.

HCB= harina cruda de batata; HBA= harina de batata cocida en autoclave; HBT= harina de batata cocida en tacho abierto.

Pro vitamina A en  $\mu$ g AER (Actividad Equivalente de Retinol)=  $\beta$ -caroteno total ( $\mu$ g)/12, asumiendo que 12  $\mu$ g trans- $\beta$ -caroteno= 1  $\mu$ g Retinol= 1  $\mu$ g AER, FAO<sup>16</sup>. Cantidad Diaria Recomendada para proveer el 100% de nutriente, FAO (16).

o microbiológico, valores similares fueron reportados por Pérez y Pacheco<sup>6</sup>; Singh y cols.<sup>20</sup>; Srivastava y cols.<sup>9</sup> y por Ruttarattanamongkol y cols.<sup>21</sup>, superiores a los reportados por Techeira y cols.<sup>22</sup> e inferiores a los indicados por Taneya y cols.<sup>17</sup>.

Con referencia al almidón, es el componente químico de mayor importancia de las harinas, ya que determina sus propiedades funcionales y por ende su utilización en diferentes productos alimenticios, resultados similares fueron reportados por Pérez y Pacheco<sup>6</sup>, inferiores a los valores reportados por Srivastava y cols.<sup>9</sup>, Techeira y cols.<sup>22</sup> y superiores a los encontrados por Rodrigues y cols.<sup>23</sup>.

El contenido de cenizas, fue inferior a los reportados por Srivastava y cols.<sup>9</sup>; Taneya y cols.<sup>17</sup> y por Techeira y cols.<sup>22</sup>. El contenido de azúcares reductores fue menor a los reportados por Pérez y Pacheco<sup>6</sup> y por Techeira y cols.<sup>22</sup>. Los resultados muestran que las harinas son buenas fuentes de carbohidratos totales y almidón, además de presentar una humedad adecuada para su conservación en el tiempo.

### Perfil de aminoácidos

Los resultados obtenidos para el perfil de aminoácidos en las harinas de batata coinciden con los reportados por Walter y Purcell<sup>24</sup>; Walter y Catignani<sup>25</sup>, quienes reportaron que los aminoácidos principales en la pulpa de batata fueron ácido aspártico y ácido glutámico y en menor proporción histidina y metionina. Con respecto al incremento de la proporción de aminoácidos Walter y cols.<sup>26</sup> reportaron el mismo comportamiento en harinas precocidas en rodillo de doble tambor, por el contrario, Iwe y cols.<sup>27</sup> determinaron que por efecto de la aplicación de extrusión el contenido de aminoácidos disminuye y se perdía hasta el 100% de tirosina.

Con respecto al cómputo de aminoácidos, al comparar la composición de aminoácidos esenciales con el patrón de aminoácidos recomendado por la FAO/WHO/UNU<sup>28</sup> para evaluar la calidad biológica de las proteínas para niños de 1 a 2 años, se encontró que el aminoácido triptófano es el principal aminoácido limitante en todas las harinas estudiadas. Metionina + cisteína, treonina, valina e histidina son los aminoácidos que cubren por completo los requerimientos de la FAO/WHO/UNU<sup>28</sup> en las harinas de batata cruda, harina de batata cocida en autoclave y harina de batata cocida en tacho abierto. Así mismo se observó que la harina de batata cocida en autoclave fue la que presentó un mejor balance de aminoácidos.

### Contenido de vitaminas

Los valores obtenidos para el contenido de vitamina A están por debajo de los reportados por Rodrigues y cols.<sup>23</sup>. El contenido de  $\beta$ -caroteno y vitamina C, está dentro de los valores reportados por Pérez<sup>29</sup>.

En cuanto al efecto de los tratamientos aplicados son similares a los reportados por Wu y cols.<sup>30</sup> y por Sinha y cols.<sup>31</sup> quienes encontraron disminución de vitamina A, C y  $\beta$ -caroteno por efecto de diferentes métodos de cocción en batata. Nascimento y cols.<sup>31</sup>, señalan que los procesos

que involucran exposición a temperaturas relativamente altas explican la pérdida de nutrientes como vitaminas entre este tubérculo y sus harinas ya que estos compuestos se degradan e isomerizan por efecto del calor.

Con respecto a los resultados encontrados de pro vitamina A para las harinas de batata y la cantidad diaria recomendada Nascimento y cols.<sup>32</sup> indican que se puede incorporar batata en las comidas de niños para incrementar el contenido de vitamina A y así evitar su deficiencia.

### CONCLUSIONES

Con base a los resultados químicos, perfil de aminoácidos y vitaminas encontrados se concluye que las harinas de batata se caracterizaron por tener altas cantidades de carbohidratos totales y almidón, su consumo contribuye con la ingesta de ácido glutámico y ácido aspártico, así como de las vitaminas A y vitamina C.

Los tratamientos térmicos aplicados a las harinas de batata, redujeron el contenido de humedad, proteína cruda, grasa cruda y azúcares reductores e incrementaron el contenido de cenizas, fibra cruda, carbohidratos totales y azúcares reductores, estando los valores encontrados dentro de los rangos reportados por la literatura. Hubo aumento en la concentración de la mayoría de los aminoácidos estudiados, predominaron en todas las harinas los aminoácidos ácido glutámico y ácido aspártico, el aminoácido limitante fue triptófano. El contenido de vitaminas se redujo por efecto de los tratamientos aplicados. Se puede utilizar estos dos métodos de cocción para obtener harinas con buena estabilidad en el tiempo, de mayor practicidad para su uso y con buen contenido de nutrientes, aspectos a ser tomados en cuenta en la formulación de alimentos con esta materia prima.

*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 tecnologías para la producción de alimentos y productos especiales dirigidos al tratamiento de errores innatos en el metabolismo".*

### BIBLIOGRAFÍA

1. Montaldo, A. *Cultivation of tropical roots and tubers. Instituto Internacional de Ciencias Agrícolas de la OEA. Serie Textos y Materiales de Enseñanza No 21. Segunda edición. San José de Costa Rica. 1991.*
2. Cusumano C. Zamudio N. *Technical Manual for the Cultivation of Sweet Potato in the Province of Tucumán (Argentina). Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 2013.*
3. Iheagwara M. *Isolation, Modification and Characterization of Sweet Potato (Ipomoea batatas L (Lam)) Starch. J Food Process Technol 2013; 4(1): 1-6.*
4. Senanayake S. Ranaweera K. Gunaratne A. *Bamunuarachchi A. Comparative analysis of nutritional quality of five different*

- cultivars of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L) Lam) in Sri Lanka. *Food Sci Nutr* 2013; 1(4): 284-291.
5. Olatunde G. Henshaw F. Idowu M. Tomlins K. Quality attributes of sweet potato flour as influenced by variety, pretreatment and drying method. *Food Sci Nutr* 2016; 4(4): 623-635.
  6. Pérez E, Pacheco E. Chemical, physical and rheological characteristics of flour and native starch isolated from *Ipomoea batatas*. *Acta Cient Venez* 2005; 56: 12-20.
  7. Chandrasekara A., Joseph T. *Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. Int Jour Food Science* 2016; 1: 1-15.
  8. Nicanuru C. *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. 2016.*
  9. Srivastava S. Genitha T. Yadav V. *Preparation and Quality Evaluation of Flour and Biscuit from Sweet Potato. J Food Process Technol* 2012; 3 (12): 192: 1-5.
  10. Pérez E. *Harinas y Almidones de Fuentes no Convencionales: Elaboración y Usos. Cuadernillo Tecnológico No. 30. Instituto Nacional de Tecnología Industrial-Delegación de la Unión Europea en Argentina. Argentina. 2016.*
  11. Olapade A. Ogunade O. *Production and evaluation of flours and crunchy snacks from sweet potato (Ipomoea batatas) and maize flours. I Food Res Jour* 2014; 21(1): 203-208.
  12. Pérez E. *Modification of the functional properties of flour and starches extracted from Xanthosoma sagittifolium, Colocassia esculenta, and Ipomoea batatas for its integral use in the formulation of baked foods. Tesis de Doctorado. Universidad Central de Venezuela. 2001.*
  13. AOAC (2000). *Official Method Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Washington, DC, USA.*
  14. COVENIN 1985. Norma No 2318. *Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Vitamin A Determination. Ministerio de Producción y Comercio. Caracas Venezuela.*
  15. COVENIN 1982: Norma No. 1295. *Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Ascorbic acid determination (C Vitamin) (1ra Revisión). Ministerio de Producción y Comercio. Caracas Venezuela.*
  16. FAO. *Vitamin and Minerals requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Second Edition. Bangkok, Thailand. 2004.*
  17. Taneya M. Biswas M and Shams-Ud-Din M. *The studies on the preparation of instant noodles from wheat flour supplementing with sweet potato flour. J. Bangladesh Agril. Univ* 2014; 12(1): 135-142.
  18. COVENIN 2001. Norma 217. *Venezuelan Industrial Standards Commission. Foods. Wheat flour. Ministerio de Producción y Comercio. Caracas Venezuela.*
  19. Walter Van Hal M. *Quality of sweet potato flour during processing and store. Food Rev Int* 2000; 16(1): 1-37.
  20. Singh S. Riar C. Saxena D. *Effect of incorporating sweet potato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. Afri Jour of Food Science* 2008; 2: 65-72.
  21. Ruttarattanamongkol K. Chittrakorn S. Weerawatanakorn M. Dangpium N. *Effect of drying conditions on properties, pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours. J Food Sci Technol* 2016; 53(4): 1811-1822.
  22. Techeira N. Sivoli L. Perdomo B. Ramírez A. Sosa F. *Physicochemical, Functional and Nutritional Characterization of Raw Flours Obtained from different Varieties of Cassava (Manihot esculenta Crantz), sweet potatoes (Ipomoea batatas Lam) and Yam (Dioscorea alata), Cultivated in Venezuela. Interiencia* 2014; 39(3):191-197.
  23. Rodrigues N. Barbosa J. and Barbosa M. *Determination of physico-chemical composition, nutritional facts and technological quality of organic orange and purple-fleshed sweet potatoes and its flours. I Food Res Jour* 2016; 23(5): 2071-2078.
  24. Walter W. Purcell A. *Stability of Amino Acids during Cooking of Sweet Potatoes. J Agri Food Chem* 1982; 30: 443-444.
  25. Walter W. Catignani G. *Protein Nutritional Value of Sweet Potato Flour. J Agri Food Chem* 1981; 29: 797-799.
  26. Walter W. Catignani G. Yow L. Porter D. *Protein Nutritional Value of Sweet Potato Flour. J Agri Food Chem* 1983; 31(5): 947-949.
  27. Iwe M. Zuilichem D. Ngoddy P. Lammers W. *Amino Acid and Protein Dispersibility Index (PDI) of Mixtures of Extruded Soy and Sweet Potato Flours. LWT* 2001; 34(2): 71-75.
  28. FAO/WHO/UNU. *Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Who Technical Report Series. 935. Singapore. 2002.*
  29. Pérez E. *Raíces y Tubérculos. En: Edel A. y Rosel C. De Tales Harinas Tales Panes. Báez Ediciones. Córdoba, Argentina 2007; 363-401.*
  30. Wu X. Sun C. Yang L. Zeng G. Liu Z. Li Y. *b-carotene content in sweet potato varieties from China and the effect of preparation on b-carotene retention in the Yanshu No. 5. Inno Food Science Emer Techn* 2008; 9: 581-586.
  31. Sinha J. Chawla P. and Singh H. *Effect of Cooking Methods on  $\beta$  carotene, anthocyanin, vitamin C and Antioxidant Content of Sweet Potato. I Jour Food Nutr Sci* 2015; 4(1): 114-119.
  32. Nascimento K. Santos D. Yoshie C. Lucena J. Martin, M. *Physicochemical Characteristics of Tubers from Organics Sweet Potato Roots. Revista Caatinga* 2015; 28(2): 225-234.