

**EFFECTO DEL TRATAMIENTO DE COCCIÓN SOBRE LAS  
PROPIEDADES FUNCIONALES Y MORFOMETRÍA GRANULAR  
DE HARINA DE CAMOTE (*IPOMOEA BATATAS*).**

**BOILING TREATMENTS EFFECT ON FUNCTIONAL PROPERTIES AND  
GRANULAR MORPHOMETRY OF SWEET POTATOES FLOUR (*IPOMOEA  
BATATAS*).**

---

**Recibido: 21/05/2020 – Aceptado: 01/10/2020**

---

**Miguel Ángel Anchundia Lucas**

Docente - Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Tulcán – Ecuador

Magister Scientiarum Mención: Ciencia y Tecnología de Alimentos  
[miguel.anchundia@upec.edu.ec](mailto:miguel.anchundia@upec.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-3445-7757>

---

**Christiam Javier Jácome Cedillo**

Docente en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Tulcán – Ecuador

Magister en Dirección de Proyectos  
[christiam.jacome@upec.edu.ec](mailto:christiam.jacome@upec.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8725-9995>

---

**Liliana Chamorro Hernández**

Docente en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Tulcán – Ecuador

Máster Universitario en Tecnología y Calidad en Industrias  
Agroalimentarias  
[lilianam.chamarro@upec.edu.ec](mailto:lilianam.chamarro@upec.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0870-8970>

---

**Como citar este artículo:**

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19.  
<https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

## Resumen

Con la finalidad de ofrecer una alternativa para la pérdida postcosecha del camote, fueron preparadas harinas por cocción en autoclave y en marmita, caracterizadas funcional y morfológicamente mediante la interpretación de curvas amilográficas y observación de los gránulos de almidón al microscopio óptico. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p\leq 0,05$ ) en los parámetros funcionales debido a los tratamientos térmicos aplicados; en la harina cocida en autoclave, la temperatura inicial de gelatinización, viscosidad máxima e índice de estabilidad disminuyeron; mientras que el índice de asentamiento aumento. Con respecto a la morfometría de los gránulos de almidón, la forma predominante en la harina cruda de camote fue la esférica, con una frecuencia de 37%, con tamaño intermedio entre 3 y 5,65  $\mu\text{m}$ . Hubo una reducción del 44% de los gránulos presentes en la harina tratada por cocción en autoclave y del 33% en harina cocida en marmita. De acuerdo con las características funcionales obtenidas se puede recomendar la incorporación de harinas de camote en la formulación y elaboración de alimentos poco viscosos, con buena estabilidad al calentamiento constante y agitación y que requieran de condiciones de refrigeración y congelación, tales como salsas, bebidas, postres, entre otros.

**Palabras Clave:** Camote, harina, viscosidad, gránulos, cocción

## Abstract

In order to offer an alternative for the postharvest loss of the sweet potato flours were prepared by boiling in an autoclave and in an industrial kettle, characterized functionally and morphologically by the interpretation of amylographic curves and observation of the starch granules under the optical microscope. Statistically significant differences ( $p\leq 0.05$ ) were found in the functional parameters due to the applied thermal treatments, at autoclaving boiled flour, the pasting temperature, maximum viscosity and breakdown index decreased; the setback viscosity increased. In the morphometry of the starch granules, the predominant form in raw sweet potato flour was spherical, with a frequency of 37%, with an intermediate size between 3 and 5.65  $\mu\text{m}$ . There was a 44% reduction of the granules present in the treated flour by autoclaving and 33% in the boiled flour in the industrial kettle. According to the functional characteristics obtained, the incorporation of sweet potato flours can be recommended in the formulation and preparation of low viscosity foods, with good stability to constant heating and agitation and that requires refrigeration and freezing conditions, such as: sauces, beverages, desserts and other products.

**Keywords:** Sweet potato, flour, viscosity, granules, cooking

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

## Introducción

El camote o batata (*Ipomoea batatas*), es un tubérculo perteneciente a la familia de las Convolvulaceae, existen variedades con cáscara y pulpas de diferentes colores tales como rojas, púrpuras, moradas, color crema, amarillas, anaranjadas y blancas, este color está determinado por el tipo de compuestos presentes tales como antocianinas y carotenos o su ausencia en el caso de las variedades blancas. (Montaldo, 1992; Cusumano y Zamudio, 2013, Anchundia, Pérez y Torres, 2019)

Es uno de los alimentos más importantes en los países en desarrollo después del arroz, trigo, maíz y yuca, debido a sus características nutricionales como su alto contenido de almidón, azúcares solubles, vitaminas A, C, E, minerales y alto contenido del aminoácido lisina. (Senanayake, Ranaweera, Gunaratne y Bamunuarachchi, 2013; Olatunde, Henshaw, Idowu y Tomlins, 2016). Esto hace que se pueda utilizar como fuente de alimentación para una gran parte de la población mundial.

Así mismo, Vargas y Hernández (2016) indican que estudiar las propiedades funcionales es de suma importancia sobre todo en raíces y tubérculos tales como camote, ñampí, ñame y yuca, ya que se encuentran en una etapa inicial por la poca investigación realizada en almidones y harinas así como su poca aplicación en la formulación y fabricación de alimentos.

En el Ecuador, en la Región Interandina, Litoral y Amazonía, el cultivo de camote es de gran importancia para sus pobladores, después de la papa. Al respecto Reyes (2015) señala que este es el cultivo más sembrado en extensión en algunas regiones, 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, tiempo de vida útil corto y comercialización rudimentaria.

Los factores antes señalados han traído como consecuencia una problemática de pérdida postcosecha de hasta un 30% en el mundo. (Chandrasekara y Josheph 2016); una de las alternativas para solventar esta pérdida de alimentos, es el procesamiento de estos tubérculos a harinas utilizando procesos tecnológicos convencionales para convertirlos en productos no perecederos. (Pérez y Pacheco, 2005)

La transformación de estos rubros en harinas, constituye una de las maneras más eficiente para preservar a estos tubérculos, debido a que se reduce la cantidad de humedad, lo cual inhibe el crecimiento de microorganismos, actividad química y enzimática (García, Pérez y García, 2014). Los resultados de la disminución de las pérdidas postcosecha son la disponibilidad de este alimento en otras épocas del año y una mejora en la estabilidad del sistema de comercialización. (Nicanuru,

---

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

2016)

Otras ventajas de los productos deshidratados son su mayor vida de anaquel y menor espacio para su almacenamiento (Srivastava, Genitha y Yadav, 2012); así mismo, pueden ser rápidamente reconstituidos y preparados para comer, factor de comodidad importante en la población urbana. Pérez (2016) señala que las harinas son el producto obtenido de la molienda de granos, cereales y tubérculos, las cuales pueden contener aditivos y nutrientes tales como proteínas, aminoácidos, minerales y ácidos grasos esenciales.

Por otra parte, la harina de camote puede ser utilizada como diluyente 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 (Olapade y Ogunade, 2014), por ende, son potenciales fuentes para la disminución en el uso de divisas destinado a la exportación de productos.

Tomando en consideración la perdida postcosecha del camote, así como la disponibilidad de procesos tecnológicos convencionales para obtener harinas cocidas con propiedades funcionales particulares, se plantea evaluar el efecto de los tratamientos térmicos de cocción en autoclave y en marmita sobre las características funcionales y morfométricas de los gránulos de almidón presentes en harina cruda de camote.

## Materiales y Métodos

### Materiales.

Para la elaboración de las harinas de camote, se compraron 30 Kg. de tubérculos de la variedad blanca en el mercado local de Caracas a un solo proveedor para tratar de minimizar las mezclas de variedades y garantizar un tamaño uniforme, posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Cereales y Tubérculos del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Central de Venezuela para ser procesadas, tratadas térmicamente y ser transformadas en harina.

La variedad blanca fue seleccionada debido a su mayor volumen de producción, así mismo, la harina obtenida será utilizada para la formulación de una bebida nutritiva con otros ingredientes tales como chocolate, vainilla y suero lácteo, ya que una harina de una variedad de camote con color, podría dar como resultados colores no atractivos desde el punto de vista sensorial.

---

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

## Diseño de experimento

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

La elaboración de la harina cruda y tratadas térmicamente fue realizada siguiendo la metodología descrita por Pérez (2001), para ello los tubérculos fueron lavados y pelados de forma manual. La parte comestible fue cortada en trozos delgados y uniforme, los cuales fueron sumergidos en una solución de ácido cítrico al 0,1% para evitar el oscurecimiento enzimático. En el caso de la harina cruda (control), los trozos obtenidos fueron deshidratados, molidos y empacados.

Para la elaboración de las harinas tratadas térmicamente, se añadió agua al tubérculo en una relación 3:1 (agua: tubérculo), se realizaron dos tratamientos de cocción. Una vez obtenidos los pedazos de tubérculo cocidos se homogenizaron y se deshidrataron a 45 oC por 24 h en un deshidratador de bandejas marca Mitchell Mod. 645159, posteriormente, se pulverizó el producto obtenido en un molino de martillo Comminuting Machine Mod: D. El producto resultante de la molienda fue tamizado 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. Los dos tratamientos realizados fueron los siguientes:

**T1:** cocción del camote a temperatura de 97 oC durante 30 min a una presión de 13,5 PSI (cocción en marmita).

**T2:** cocción del camote una temperatura de 121 oC durante 30 min a una presión de 15 PSI (cocción en autoclave).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones para cada uno de los tratamientos realizados.

Las harinas obtenidas mediante los procesos mencionados fueron denominadas harina cruda de camote (HCC), harina de camote cocida por autoclave (HCA) y harina de camote cocida en marmita (HCM).

### Características Funcionales.

Las propiedades funcionales de las suspensiones de harina cruda de camote y tratadas térmicamente fueron determinadas a través de la interpretación de las curvas amilográficas obtenidas de un Rapid-Visconalyser Brabender (RVA), modelo Micro Visco-Amilo-Grap, Duisbur, Alemania. Para llevar a cabo esta determinación se preparó una suspensión de harina al

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

7% de sólidos en base seca, se ajustó el pH de la suspensión a 6,5 y se utilizó un volumen de 100 mL de agua destilada. Se aplicó calentamiento desde 30 hasta 95 oC, calentamiento a velocidad constante bajo condiciones de agitación a 95 oC por 5 min, posteriormente se enfrió hasta 50 oC y finalmente permaneció por 1 min a esta temperatura. Los parámetros más importantes obtenidos fueron temperatura inicial de gelatinización (oC) (TIG), comienzo de gelatinización (A), Viscosidad máxima (B), Viscosidad al inicio del calentamiento constante a 95 oC (C), Viscosidad al final del periodo de calentamiento a 95 oC (F), Viscosidad al inicio del período de enfriamiento a 50 oC (D), Viscosidad al final del periodo de enfriamiento a 50 oC (E), Estabilidad “Breakdown” (B-D) y Asentamiento “Setback” (E-D).

### Análisis morfométrico de las harinas.

El análisis morfométrico de las harinas, fueron evaluados a través del análisis de las microfotografías obtenidas mediante la visualización de las muestras al Microscopio Óptico. Para ello se tomó una pequeña cantidad de cada una de las harinas, se colocó en un portaobjeto, se adicionaron de 2-3 gotas de solución de lugol, posteriormente se cubrieron con un cubreobjeto y las muestras fueron examinadas en el Microscopio marca Nikon Eclipse E200 y fotografiada utilizando una cámara acoplada al microscopio Megapixel Fireware Modelo PL-A662 y el software PixeLINKCapture SE. Versión 3.1. Copyright (C) 2000-2007. Para este análisis fueron observados 10 campos. Con esta información fue calculada la distribución granular del almidón presente en las harinas estudiadas.

### Análisis estadístico

Las determinaciones fueron realizadas por triplicado, el efecto de los tratamientos aplicados, así como las diferencias entre las características de las harinas fueron determinadas mediante un análisis de varianza (ANOVA), seguido por la prueba de Rangos múltiples de Duncan para determinar la diferencia entre las medias. El nivel de confianza utilizado fue del 95%. Los datos fueron analizados a través del programa Statistix Analytical Software Versión 2003.

## Resultados y Discusión

### Caracterización Funcional.

En la Tabla 1, se muestran los resultados obtenidos de los perfiles amilográficos de las harinas en estudio. Se pudo observar que la mayoría de los parámetros de las características funcionales variaron por efecto de los tratamientos de cocción, los valores tienden hacia la disminución y el efecto más marcado fue para la harina cocida en autoclave.

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en los parámetros funcionales debido a los tratamientos térmicos aplicados, a excepción de la viscosidad inicial, el cual tuvo un valor de 0 UB. La temperatura inicial de gelatinización disminuyó en las harinas tratadas, siendo la de menor valor la cocida en autoclave, con un valor de 51,3 oC. Con respecto a la temperatura inicial de gelatinización, Vargas y Hernández (2016) señalan que es un índice de ordenamiento intragránular y entre más grande es este valor, mayor será el grado de asociación de las moléculas en el interior del gránulo de almidón.

**Tabla 1.** Perfil amilográfico de la harina cruda de camote, harina de camote cocida en autoclave y harina de camote cocida en marmita.

Parámetro	HCC	HCA	HCM
Viscosidad inicial (UB)	0	0	0
Temperatura inicial de gelatinización (°C). (A)	78,2 □ 0,60a	72,7 □ 0,15b	51,3 □ 0,64c
Viscosidad máxima (UB). (D) (UB)	119 □ 0,95a	9 □ 0,62b	91 □ 0,76c
Viscosidad a 95 °C. (C) (UB)	110 □ 0,87a	9 □ 0,55b	86 □ 0,19c
Viscosidad a 95 °C; 30 min. (E) (UB)	133 □ 0,30a	13 □ 0,60b	107 □ 0,33c
Viscosidad a 50 °C. (F) (UB)	150 □ 0,67a	20 □ 0,36b	130 □ 0,51c
Viscosidad a 50 °C; 30 min. (G) (UB)	170 □ 0,83a	25 □ 0,98b	150 □ 0,98c
Breakdown (D-E) (UB)	-14 □ 0,65a	-4 □ 0,75b	-16 □ 0,15c
Setback (F-D) (UB)	31 □ 0,84a	11 □ 0,99b	39 □ 0,90c

UB: Unidades Brabender; Muestra HCC= harina de camote cruda; Muestra HCA = harina de camote cocida en autoclave; HBT = harina de camote cocida en marmita. Filas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Los resultados obtenidos para la viscosidad inicial de la harina cruda de camote son similares a los valores encontrados por Osundahusi, Fagbemi, Kesselman y Shimon (2003) con 63 a 74 oC y por Nabubuya, Namutebi, Byaruuhanga, Narvhus y Wicklund (2012) de 70,4 y 84,2 oC para harinas de 10 variedades de camote.

La harina de camote cruda mostró mayor viscosidad máxima que la cocida por autoclave y en marmita, con valores de 119 y 9 UB respectivamente, en consecuencia, la harina cruda de camote probablemente fue la que presentó mayor poder de hinchamiento y mayor capacidad de lixivar amilosa al medio circundante. En este aspecto García, Jiménez, Martín, Bravo y Saura (1999) señalan que la viscosidad máxima es un índice de la desintegración de los gránulos de almidón cuando son sometidos a cocción en un medio acuoso y por consiguiente, los almidones con altos valores de viscosidad máxima son menos resistentes a la ruptura, tienen un mayor poder

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

de hinchamiento y una gran capacidad para lixiviar amilosa al medio circundante. Los valores de viscosidad máxima encontrados para la suspensión de harinas de camote fueron similares a los de Ahmed, Sorifa y Bang (2010) y menores a los de Olatunde et al. (2016).

Con respecto al índice de estabilidad, se aprecia que la harina cocida en autoclave fue la de mayor valor con -4 UB, por el contrario, la de menor valor fue la harina cocida en marmita con -16 UB, en consecuencia, la viscosidad después del período de calentamiento constante aumentó en menor grado en la harina cocidas en autoclave, debido a la menor cantidad de gránulos de almidón remante en las suspensión preparada con esta harina, los cuales son más estable durante el periodo de agitación y calentamiento constante. Con respecto a este índice, Rasper (1980) señala que es la diferencia entre la viscosidad máxima y la viscosidad obtenida después del periodo de calentamiento constante; este término permite evaluar la fragilidad de los gránulos de almidón frente al calentamiento continuo y bajo estrés mecánico.

El valor encontrado en el índice de estabilidad para las harinas de camote es mayor al reportado por Pérez (2001) y menor a lo señalado por Olatunde et al. (2016) y por Hdremariam y Sasanatayart, (2017).

Con referencia al índice de asentamiento, se puede mencionar que el mayor valor fue para la suspensión de harina cocida en marmita ya que tuvo 39 UB, en consecuencia, es la que tiene una menor tendencia a la retrogradación. En este aspecto Rasper, (1980) menciona que el asentamiento o “setback” es un índice utilizado para expresar la tendencia a retrogradar de los almidones presentes en suspensiones, en pasta y está definido como la diferencia entre la viscosidad máxima y a la viscosidad a 50 oC, de tal forma que mientras mayor es el valor de este índice mayor será la tendencia de las pastas de almidón a retrogradar debido al incremento de la viscosidad de la suspensión durante el enfriamiento. Los resultados presentados son menores a los reportados por Ruttarattanamongkol, Chitrakorn, Weerawatanakorn, Dangpiuma (2016); Olatunde et al. (2016) y por Hdremariam y Sasanatayart (2017).

La tendencia a la retrogradación de los sistemas donde se utilicen almidones o harinas, es una limitación al uso de la utilización como ingrediente en productos que requieran ser almacenados bajo condiciones de refrigeración o congelación debido al fenómeno de sinéresis que pueden provocar cambios de textura y acelerar el deterioro durante el almacenamiento y distribución de los mismos. Con referencia a los valores de asentamiento encontrados en este estudio, son menor a los reportados por Pérez (2001); Ruttarattanamongkol et al. (2016); Olatunde et al. (2016); Hdremariam y Sasanatayart (2017) y por Vargas (2016), así mismo este último autor indica en su revisión que la tendencia de retrogradación de las harinas obtenidas de esta fuente es baja.

---

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

En referencia al efecto de los tratamientos térmico de cocción, fueron reportados similar comportamiento de reducción en los parámetros funcionales por Murayama, Kasano, Santiago, Yamauchi y Koaze (2014) en harinas de yuca y por Burgos y Armada (2015) en granos precocidos de amaranto, efecto contrario de incremento fue señalado por Wijanarka, Sudargo, Harmayani, Marsono (2017) en harinas de castaña de Tahití.

### Análisis morfométrico.

En la Figura 1, se muestran las microfotografías de los gránulos de almidón presentes en la harina cruda de camote y en la Tabla 2 los resultados obtenidos para la distribución granular. Los gránulos observados tienen una composición heterogénea en cuanto a morfometría, ya que se presentan formas de campana, esférica, redondeada y poliédrica, así mismo son de superficie suave y muestran estriaciones. La forma esférica es la predominante, con una frecuencia de 37% y un tamaño intermedio entre 3 y 5,65  $\mu\text{m}$ , en orden decreciente le sigue la forma de campana con 33% y un tamaño entre 2 y 6  $\mu\text{m}$  y la forma poliédrica con tamaño entre 2 y 4,6  $\mu\text{m}$  siendo los gránulos más pequeños.



**Figura 1.** Microfotografías de los gránulos de almidón presentes en la harina cruda de camote. (A) aumento 40X, (B) y (C) aumento 100X.

Con respecto a la morfometría de los gránulos de almidón presentes en la harina cocida en autoclave (Figura 2) también son de superficie lisa y en algunos casos se observaron estriaciones, sin pérdida de la integridad granular y agregados en racimos tal como lo observado en la Figura 2B. Cabe destacar que de los 10 campos observados hubo una reducción del 44% de los gránulos presentes por efecto del tratamiento aplicado. La forma poliédrica fue la predominante, con un tamaño de 1,30 a 1,80  $\mu\text{m}$  siendo los gránulos más pequeños encontrados.

Las microfotografías de los gránulos de almidón presentes en la harina cocida en marmita son mostradas en la Figura 3. Se visualizan gránulos de superficie suave, algunos hinchados (Figura

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

3B) y en otros casos ruptura de la estructura granular (Figura 3C), no se observaron estriaciones. Al igual que en la harina cocida en autoclave, los gránulos tendieron a agregarse en racimos; hubo una reducción del 33% en la frecuencia por efecto del tratamiento de cocción. Con respecto a la distribución granular la forma poliédrica fue la predominante con un tamaño entre 1,80 y 4,70 µm. La forma de campana y esférica estuvieron presente en una frecuencia de 30 y 15% respectivamente, siendo los primeros los de mayor tamaño entre 2,20 y 6,50 µm (Tabla 2).



**Figura 2.** Microfotografías de los gránulos de almidón presentes en la harina de camote cocida en autoclave. (A) aumento 40X, (B) y (C) aumento 100X.

**Tabla 2.** Distribución granular del almidón presente en la harina cruda de camote, harina de camote cocida en autoclave y harina de camote cocida en marmita.

Tipo de harina	Distribución Granular			
	%	Tamaño (µm)	Forma	Rango de tamaño (µm)
HCC	37	3,00-5,65	Esféricos	
HCC	33	2,00-6,00	Campana	2,00-6,00
HCC	30	2,00-4,60	Poliédricos	
HCA	23	1,10-2,00	Esféricos	
HCA	23	2,00-4,60	Campana	1,10-4,60
HCA	54	1,30-1,80	Poliédricos	
HCM	15	1,60-3,70	Esféricos	
HCM	30	2,20-6,50	Campana	1,60-6,50
HCM	55	1,80-4,70	Poliédricos	

Las observaciones fueron realizadas en 10 campos.

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

1: Muestra HCC= harina cruda de camote; Muestra HCA = harina cocida de camote en autoclave; HCM = harina de camote cocida en marmita.



**Figura 3.** Microfotografías de los gránulos de almidón presentes en la harina de camote cocida en marmita. (A) aumento 40X, (B) y (C) aumento 100X.

Los resultados encontrados coinciden con los señalados por Zheng, Wang, Li, Lin, Tundis, Loizzo, Zheng y Xiao, (2016) quienes consiguieron formas poligonales, redondeadas o esféricas, en forma de campana y de superficie suave en gránulos de almidón de camote. Estas formas también fueron reportadas por Copeland, Blazek, Salman y Tang (2009); Patria, El Husna, Meldasari y Novita (2013); Surendra y Parimalavalli (2014) y por Pagán, Guachamín, Romero y Vásquez (2017).

Con referencia al tamaño de los gránulos de almidón, coinciden con los reportados por Patria et al. (2016) quienes evidenciaron en su estudio, tamaños entre 2 y 10 $\mu\text{m}$ , por Surendra y Parimalavalli (2014) de 2,91 a 4,87 $\mu\text{m}$  y por Pagán et al. (2017) de 4 a 43 $\mu\text{m}$ .

En cuanto al efecto del tratamiento térmico y su efecto sobre la reducción en la frecuencia de los gránulos puede ser explicado por el proceso de gelatinización, cuando la temperatura es mayor a 50°C y están en presencia de agua (Pagán et al. 2017), los resultados encontrados son similares a los señalados por los autores indicados, quienes reportaron disminución de la frecuencia de los gránulos de almidón por efecto de cocción, perdiendo su integridad granular y quedando muy pocos gránulos intactos y difieren a los reportados por Pérez (2001), quien señaló que por efecto de tratamientos térmicos con autoclave se perdía completamente la integridad de los gránulos de almidón.

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

## Conclusiones

Los parámetros funcionales de las harinas de camote variaron por efecto de los tratamientos de cocción aplicados, la variación fue hacia la disminución en la temperatura inicial de gelatinización y de la viscosidad máxima.

Las harinas de camote, morfométricamente son heterogéneas en tamaño y forma, destacando las formas esféricas, poliédricas y campanas, así mismo son de superficie suave y muestran estriaciones, el tratamiento térmico disminuyó la frecuencia de gránulos presentes y en caso del tratamiento térmico de cocción en marmita se evidencia la afectación de la estructura granular.

Las harinas obtenidas por métodos convencionales de cocción, como alternativa para la pérdida postcosecha del tubérculo del camote mostraron características funcionales tales como, una adecuada viscosidad máxima, buena estabilidad en el periodo de calentamiento constante y baja capacidad de retrogradación, por lo cual se infiere que puedan ser utilizadas en la formulación y fabricación de alimentos poco viscosos, con buena estabilidad al calentamiento constante y agitación y que requieran de condiciones de refrigeración y congelación, tales como salsas, bebidas, postres, entre otros.

## Referencias Bibliográficas

- Burgos, V. and Armada, M. (2015). *Characterization and nutritional value of precooked products of kiwicha grains (Amaranthus caudatus)*. Food Sci. Technol, Campinas, 35(3), 531-538.  
Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cta/v35n3/0101-2061-cta-1678-457X6767.pdf>
- Cerón, C., Guerra, L., Legardaquintero, J., Enríquez, M., y Pismag, Y. (2016). *Efecto de la Extrusión sobre las Características Físico-Químicas de Harina de Quinua (Chenopodium Quinoa Willd)*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.14 (2), 92-99.
- Chandrasekara, A y Josheph, T. (2016). *Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits*. Int Jour Food Science. 1, 1-15.
- Copeland, L.; Blazek, J.; Salman, H.; Tang, M. (2009). *Form and Functionality of Starch*. Food Hydrocolloids. 23, 1527-1534.
- Cusumano, C., Zamudio, N. (2013). *Technical Manual for the Cultivation of Sweet Potato in the Province of Tucumán (Argentina)*. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

Agropecuaria. Argentina.

- García, A., Jiménez, A., Martín, N., Bravo, I. y Saura, T. (1999). *Assesment some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of Starch*. Food Chemistry. 66, 181-182.
- García, A., Pérez, M y García, A. (2014). *Evaluación del Comportamiento Postcosecha de la Batata (Ipomea batatas (L) Lam) en Condiciones de Almacenamiento Comercial*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. (15)2, 177-186. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/813/81333269008.pdf>.
- Hdremariam, F. y Sasanatayart, R. (2017). *Effect of Drying Temperature on Functional and Digestive Properties of Sweet Potato Flour*. Proceedings of 63 The IRES International Conference, Bangkok, Thailand.
- Ma, Z., Boye, J., Simpson, B., Prasher, S., Monpetit, D., Malcomson, L. (2011). *Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours*. Food Research International 44, 2534–2544.
- Montaldo, A. (1992). *Cultivation of tropical roots and tubers*. Instituto Internacional del Ciencias Agrícolas de la OEA. Serie Textos y Materiales de Enseñanza No 21. Segunda edición. San José de Costa Rica. Costa Rica.
- Murayama, D., Kasano, M., Santiago, D., Yamauchi, H. and Koaze, H. (2014). *Effect of Pre-Gelatinization on the Physicochemical Properties of Dry Flours Produced from 5 Cassava Varieties of the Philippines*. Food Science and Technology Research, 20(6), 1131-1140.
- Nabubuya, A., Namutebi, A., Byaruhanga, Y., Narvhus, J. y Wicklund, T. (2012). *Potential Use of Selected Sweetpotato (Ipomea batata Lam) Varieties as Defined by Chemical and Flour Pasting Characteristics*. Food and Nutrition Sciences. 3, 889-896. Recuperado de [https://file.scirp.org/pdf/FNS20120700002\\_42815065.pdf](https://file.scirp.org/pdf/FNS20120700002_42815065.pdf).
- 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. y Ogunade, O. (2014). *Production and evaluation of flours and crunchy snacks from sweet potato (Ipomoea batatas) and maize flours*. I Food Res Jour. 21(1), 203-208.
- Olatunde, G., Henshaw, F., Idowu, M y Tomlins, K. (2016). *Quality attributes of sweet potato flour as influenced by variety, pretreatment and drying method*. Food Sci Nutr. 4(4), 623-635.
- Osundahusi, O., Fagbemi, T., Kesselman, E. y Shimoni, E. (2003). *Comparison of the physicochemical properties and pasting characteristics of flour and starch from red and*

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

*white sweet potato cultivars.* Journal of Agricultural and Food Chemistry 51, 2232-2236.

Obiegbuna, J., Ishiwu, C., Akubor, P. y Igwe, E. (2014). *Effect of Processing and Storage Relative Humidity on Selected Functional Properties of Cocoyam (Colocasia Esculenta) Corm Flour.* Food Science and Quality Management. 28, 19-29.

Pagán, J., Guachamín, A., Romero, M. y Vásquez, P. (2017). *Cocción experimental de tortillas de casabe (*Manihot esculenta Crantz*) y de camote (*Ipomoea batatas [L.] Lam.*) en planchas de barro: evaluando sus efectos en la morfometría de los almidones desde una perspectiva paleoetnobotánica.* Americae European Journal of Americanist Archaeology. 2, 23-44. Recuperado de: <http://www.mae.u-paris10.fr/articles-articulos/americae-articulos/coccion-experimental-de-tortillas-de-casabe-manihot-esculenta-crantz-y-de-camote-ipomoea-batatas-l-lam-en-planchas-de-barro-evaluando-sus-efectos-en-la-morfometria-de-los-almidones-desde-una/>

Patria, A., El Husna, N., Meldasari, Y. y Novita, M. (2016). *Physically modified of sweet potato flour (*Ipomea batatas*) by variation of steaming time and drying method.* Proceedings of The 3rd Annual International Conference Syiah Kuala University (AIC Unsyiah) 2013 Inconjunction with The 2nd International Conference on Multidisciplinary Research (ICMR). Banda Aceh, Indonesia.

Pérez, E y Pacheco, E. (2005). *Chemical, Physical and Rheological Characteristics of Flour and Native Starch Isolated from Ipomoea batatas.* Acta Cient Venez. 56, 12-20.

Pérez, E. (2001). *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. Caracas, Venezuela.

Pérez, E. (2016). *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.

Rasper, V. (1980). *Theoretical aspects of amylographics in “the amylograph handbook” shuey W.C Tipples K.H. Eds.* The American Association of Cereal Chemists, ST Paul, Minnesota, USA.

Reyes, J. (2015). *Aprovechamiento de Cultivos Andinos Camote (*Ipomoea batata*) y Oca (*Oxalis tuberosa*) en el Mejoramiento de la Textura de una Compota a Base de Manzana Variedad Emilia (*Malus communis* – Reineta amarilla de Blenheim).* (Proyecto de investigación). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15888/1/AL%20595.pdf>

Como citar este artículo:

Anchundia, M., Jácome, C., & Chamorro, L. (Enero – Diciembre 2020). Efecto del tratamiento de cocción sobre las propiedades funcionales y morfometría granular de harina de camote (*ipomoea batatas*). *Tierra Infinita* (6), 5-19. <https://doi.org/10.32645/26028131.1027>

- Ruttarattanamongkol, K., Chitrakorn, S., Weerawatanakorn, M., and Dangpiuma, N. (2016). *Effect of drying conditions on properties, pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours.* J Food Sci Technol. 53(4), 1811–1822
- Salcedo, J., Figueroa, J. y Hernández, E. (2017). *Agroindustria de productos amiláceos II: Métodos y técnicas de caracterización. Editorial; Universidad de Sucre, Colombia.* Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Jairo\\_Salcedo/publication/321386088\\_Agroindustria\\_de\\_productos\\_amilaceos\\_II\\_Metodos\\_y\\_tecnicas\\_de\\_caracterizacion\\_Agroindustria\\_de\\_productos\\_amilaceos\\_II\\_Metodos\\_y\\_tecnicas\\_de\\_caracterizacion/links/5a2019b5a6fdcc2dc2aec36b/Agroindustria-de-productos-amilaceos-II-Metodos-y-tecnicas-de-caracterizacion-Agroindustria-de-productos-amilaceos-II-Metodos-y-tecnicas-de-caracterizacion.pdf#page=15](https://www.researchgate.net/profile/Jairo_Salcedo/publication/321386088_Agroindustria_de_productos_amilaceos_II_Metodos_y_tecnicas_de_caracterizacion_Agroindustria_de_productos_amilaceos_II_Metodos_y_tecnicas_de_caracterizacion/links/5a2019b5a6fdcc2dc2aec36b/Agroindustria-de-productos-amilaceos-II-Metodos-y-tecnicas-de-caracterizacion-Agroindustria-de-productos-amilaceos-II-Metodos-y-tecnicas-de-caracterizacion.pdf#page=15)
- Senanayake, S., Ranaweera, K., Gunaratne, A. y Bamunuarachchi, A. (2013). *Comparative Analysis of Nutritional Quality of Five Different cultivars of sweet potatoes (Ipomoea batatas (L) Lam)* in Sri Lanka. Food Sci Nutr. 1(4), 284–291.
- Srivastava, S., Genitha, T y Yadav, V. (2012). *Preparation and Quality Evaluation of Flour and Biscuit from Sweet Potato.* J Food Process Technol. 3 (12), 192, 1-5.
- Surendra, A. y Parimalavalli, R. (2014). *Effect of Starch Isolation Method on Properties of Sweet Potato Starch.* Food Technology. 38(1), 48-63. Recuperado de [http://www.ann.ugal.ro/tpa/Anale%202014/4\\_Babu%20et%20al.pdf](http://www.ann.ugal.ro/tpa/Anale%202014/4_Babu%20et%20al.pdf)
- Vargas, P., y Hernández, (2016). *Flours and starches made from cassava (yuca), yam, sweet potatoes and ñampi: functional properties and possible applications in the food industry.* Tecnología en Marcha. Edición especial inglés. 26(1), 86-94. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29s1/0379-3982-tem-29-s1-86.pdf>
- Wijanarka, A., Sudargo, T., Harmayani, E., Marsono, T. (2017). *Effect of Pre-gelatinization on Physicochemical and Functional Properties of Gayam (Inocarpus fagifer Forst.) Flour.* Am. J. Food Technol., 12 (3), 178-185.
- Zheng, Y., Wang, Q., Li, B., Lin, L., Tundis, R., Loizzo, R., Zheng, B. y Xiao, J. (2016). *Characterization and Prebiotic Effect of the Resistant Starch from Purple Sweet Potato.* Molecules. 21(932), 1-11. doi: 103390/molecules21070932