

Impacto del tratamiento térmico por microondas sobre el almidón de *Musa balbisiana*

A.S. Ramírez-González¹, D. Nader-Suarez², A. Quintero-Ramos², M.G. Candelas-Cadillo¹, J.J. Martínez-García¹, J.R. Minjares-Fuentes¹.

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Av. Artículo 123 s/n, Frac. Filadelfia, 35010 Gómez Palacio, Dgo. ²Departamento de Investigación y Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de 16 Chihuahua, Circuito Universitario s/n Campus Universitario 2, Chihuahua 31125, Mexico; e-mail: argeliaramirez.92@outlook.com, Rafael.minjares@ujed.mx

RESUMEN: El almidón es probablemente uno de los polisacáridos más ampliamente usados en la industria de alimentos. Sin embargo, las nuevas exigencias del mercado han promovido el empleo de nuevas tecnologías en la transformación de este polisacárido. Por tal motivo, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento térmico con microondas sobre el almidón de *Musa Balbisiana*. Se empleó un diseño de Box-Behnken para evaluar el efecto de la temperatura, potencia, tiempo y volumen de agua de la suspensión sobre el contenido de amilosa y el poder de hinchamiento del almidón sometido a calentamiento con microondas. Los resultados mostraron que al aumentar la temperatura de 100 a 120°C y la potencia de 1000 a 1500 W, el porcentaje de amilosa decrece aproximadamente un 30%. Por otra parte, al aumentar la temperatura desde 80 hasta 120°C, la capacidad de hinchamiento incrementa desde 4.25 a 4.75 mL/g. Estos resultados sugieren que el tratamiento térmico con microondas promueve la transformación del almidón de *M. balbisiana* impactando directamente sobre sus propiedades tecnológicas.

Palabras clave: Almidón, amilosa, calentamiento por microondas, hinchamiento.

ABSTRACT: Starch is probably one of the most widely used polysaccharides in the food industry. However, the new demands of the market have promoted the use of new technologies in the transformation of this polysaccharide. Thus, the main aim of this study was to assess the effect of the thermal treatment with microwaves on starch from *Musa Balbisiana*. A Box-Behnken design was used to evaluate the effect of the temperature, power, time and water content on the amylose content and swelling of the starch subjected to microwave heating. The results showed that by increasing the temperature from 100 to 120 ° C and the power from 1000 to 1500 W, the percentage of amylose decreases by approximately 30%. On the other hand, when the temperature increases from 80 to 120 ° C, the swelling capacity increases from 4.25 to 4.75 mL / g. These results suggest that thermal treatment with microwaves drastically affects the composition of *M. balbisiana* starch, which has a direct impact on its technological properties.

Keywords: Starch, amylose, microwave heating, swelling.

Área: Desarrollo de nuevos productos

INTRODUCCIÓN

El almidón es un polisacárido compuesto por dos biopolímeros de D-glucosa: la amilosa, un glucano unido por α (1-4) esencialmente no ramificado, y la amilopectina, la cual tiene cadenas de glucosas unidas por enlaces α (1-4) y α (1-6) esencialmente ramificada (Agama-Acevedo *et al.*, 2015). Buscar fuentes alternas para aislar el almidón es crucial por dos razones principales: satisfacer la demanda de las industrias que emplean el almidón como materia prima o ingrediente y buscar almidones con propiedades funcionales diferentes o mejores a lo convencional (Mukurumbira *et al.*, 2017; Ogunsona *et al.*, 2018). Una tendencia es la utilización de frutos en estado inmaduro para obtener almidón, tal es el caso del plátano verde, que se considera como fuente de almidón resistente y almidón de lenta digestión. Ambos tipos de almidón proveen efectos positivos en la salud que van desde la moderación de la respuesta glucémica y generación de metabolitos secundarios (por ejemplo, ácidos grasos de cadena corta) que contribuyen a la salud del colón (Copeland *et al.*, 2009). Es bien sabido que las microondas han recibido un interés notable en el área de investigación debido a una amplia gama de aplicaciones en el procesamiento de

materiales ya que tienen la capacidad de inducir cambios en sus propiedades. La irradiación con microondas es uno de los métodos físicos que pueden tratar el almidón y cambiar su funcionalidad, pudiendo determinar el reordenamiento de la estructura intermolecular y, en consecuencia, conducir a cambios en diferentes propiedades fisicoquímicas (Braşoveanu and Nemţanu, 2014). Por tal motivo, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto del tratamiento térmico con microondas sobre el almidón de *Musa Balbisiana*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra vegetal

Los plátanos se pelaron y se cortaron en cubos de 5 a 6 cm (con un total de 1 kg) inmediatamente después fueron maceradas con diferentes volúmenes de agua en una licuadora comercial por 1 min.

Tratamiento con microondas

El platano macerado fue sometido a calentamiento mediante un microondas SINEO MDS-10 (China) a diferente potencia (500 – 1500 W), temperatura (80 – 120°C), tiempo (5 – 25 min) y volumen de agua (150 – 450 mL). Aproximadamente 75 mL de la suspensión de platano fueron colocados en viales de 100 mL de politetrafluoroetileno modificado (TFM) diseñados para el microondas. Una vez colocados los viales dentro del microondas se programaron las variables de proceso (temperatura, tiempo y potencia). Una vez terminado el proceso de calentamiento con microondas, la suspensión fue enfriada, congelada y liofilizada. El polvo obtenido fue tamizado a un tamaño de partícula de 0.96 mm. Las muestras fueron almacenadas en condiciones anhidras hasta su análisis.

Contenido de amilosa

El contenido de amilosa de acuerdo al método de la AOAC 2002.02 usando el kit K-AMYL (06/18 Megazyme). La determinación del contenido de amilosa fue realizada espectrofotométricamente a una longitud de onda de 510 nm y expresada en porcentaje de amilosa.

Poder de hinchamiento

La determinación del poder de hinchamiento se llevó a cabo de acuerdo a (Agama-Acevedo *et al.*, 2015). Se colocaron aproximadamente 0.4-0.5 g de muestra seca en un tubo cónico de 15 mL, se agregaron 10 mL de agua destilada y se homogenizó en un vortex por 1 min. Posteriormente, los tubos se incubaron a 30°C por 30 min con agitación vigorosa intermitente (cada 5 min). Pasado el tiempo, se calculó el poder de hinchamiento con la siguiente fórmula:

$$\text{Hinchamiento: } \frac{\text{volumen de la muestra hinchada (mL)}}{\text{muestra seca (g)}}$$

Diseño experimental y análisis estadístico

La metodología de superficie de respuesta se utilizó para estudiar el efecto del proceso térmico con microondas sobre el contenido de amilosa y el poder de hinchamiento para esto se propuso el diseño de Box-Benhken (Box and Behnken, 1960) de 4 factores y 3 niveles de estudio (**Tabla 1**).

Tabla 1. Variables del diseño de Box-Benhken usado para el análisis del tratamiento térmico con microondas del almidón de *M. balbisiana*.

Factor		Niveles		
		-1	0	+1
X1	Temperatura (°C)	80	100	120
X2	Potencia (W)	500	1000	1500

X3	Tiempo (min)	5	15	25
X4	Volumen de agua (mL)	150	300	450

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de la amilosa

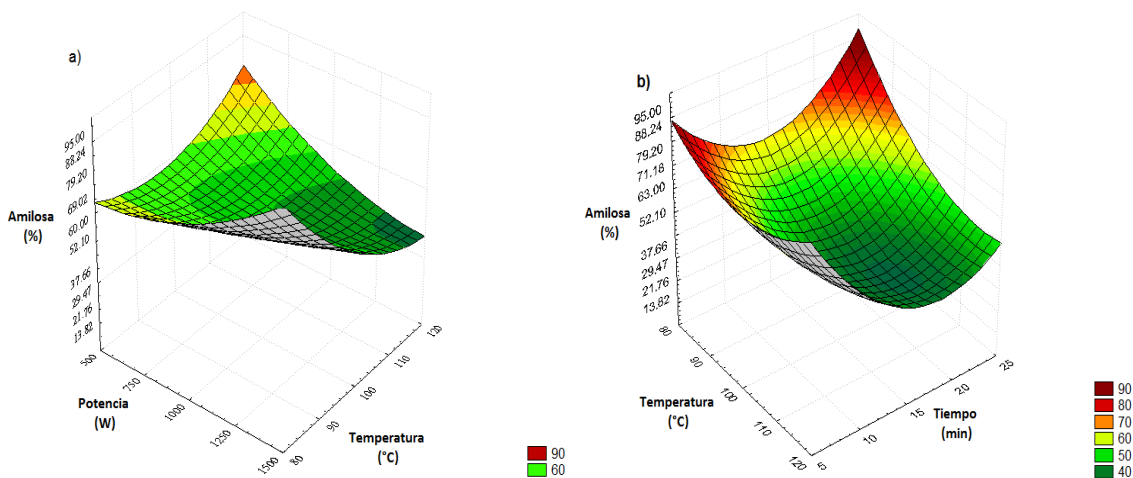
En la Figura 1 se puede observar la superficie de respuesta del contenido de amilosa del almidón de la *M. balbisiana* con respecto al tratamiento térmico con microondas a diferente temperatura, tiempo, potencia y volumen de agua.

En la Figura 1a se puede observar que al aumentar la temperatura de 100 a 120°C y la potencia de 1000 a 1500 W, el porcentaje de amilosa decrece aproximadamente un 30%. Por otro lado, la Figura 1b, muestra que el porcentaje de amilosa aumenta de 60 a 100% con tiempos cortos de exposición al microondas (5-10 min). Así mismo en la Figura 1c se muestra que entre menor sea el volumen de agua (150 a 250 mL) mayor es el porcentaje de esta (50%). Estos resultados no coinciden con los obtenidos por (Palav and Seetharaman, 2006).

Hinchamiento del almidón de la *M. balbisiana* tratado con microondas

En la Figura 2 se puede observar la superficie de respuesta del poder de hinchamiento con respecto al tratamiento térmico con microondas a diferente temperatura, tiempo, potencia y volumen de agua.

En la Figura 2a se muestra que al aumentar la temperatura desde 80 hasta 120°C la capacidad de hinchamiento incrementa desde 4.25 a 4.75 mL/g. Así mismo en la Figura 2b se puede observar que con el incremento de tiempo, desde 15 hasta 25 min, promueve el incremento de esta propiedad hasta un ~6 mL/g. De igual manera, la Figura 2c muestra que entre más alto es el volumen (200 mL a 450 mL), mayor es la capacidad de hinchamiento (de 5 a 6 mL/g). Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos por (Agama-Acevedo *et al.*, 2015; de la Torre-Gutiérrez *et al.*, 2008)



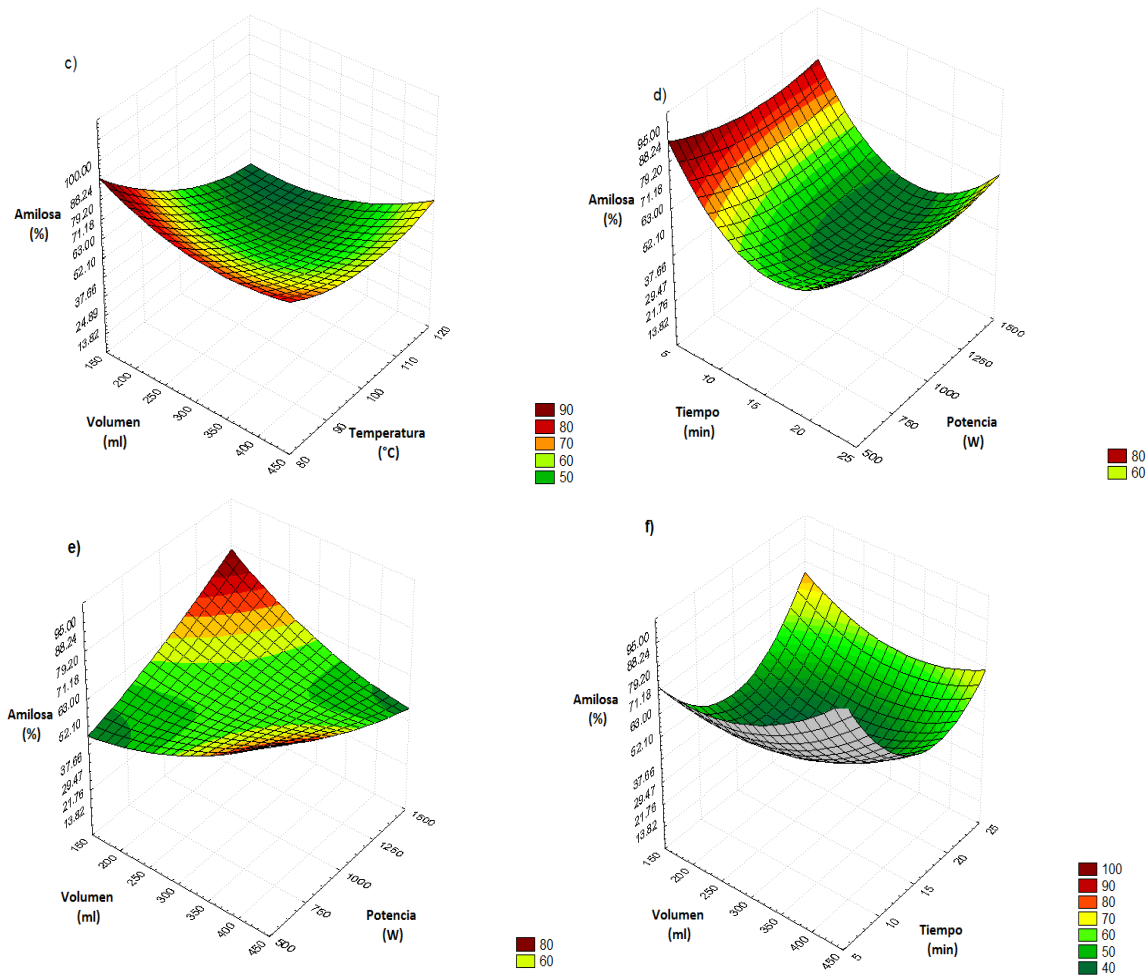
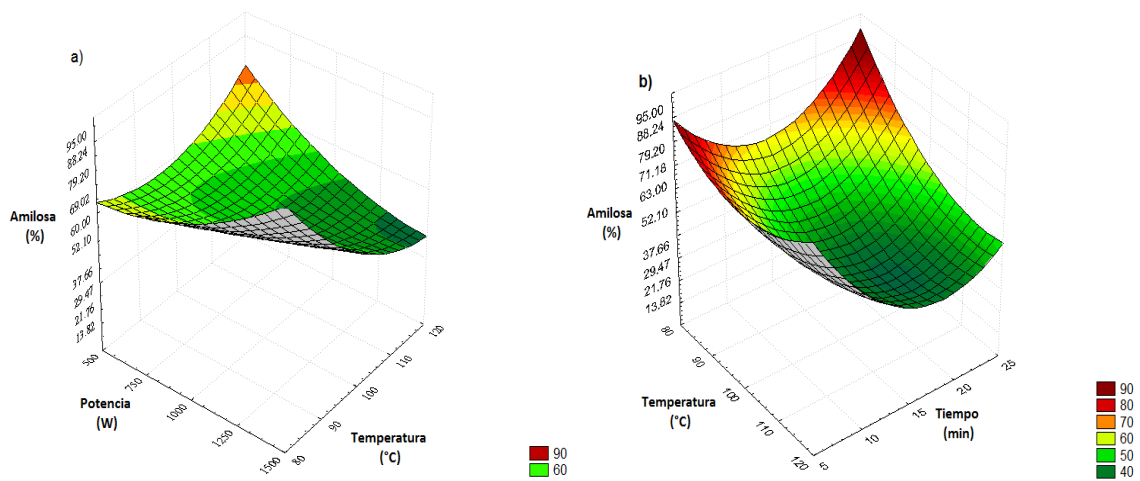


Figura 1. Porcentaje de amilosa del almidón de la *M. balbisiana* sometida al tratamiento con microondas.



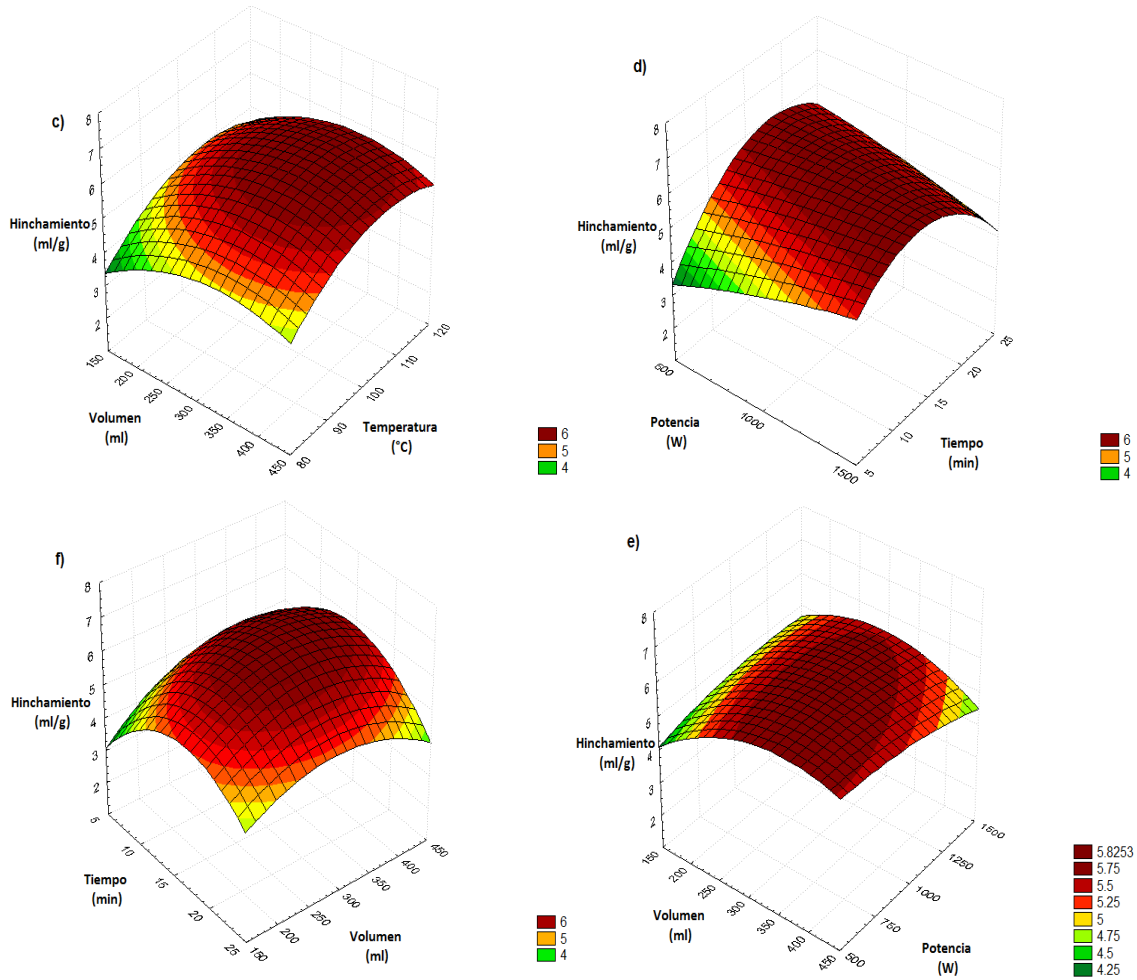


Figura 2. Superficies de respuesta del poder de hinchamiento del almidón de la *M. balbisiana* tratado con microondas.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se evaluó el efecto del tratamiento térmico por microondas sobre el contenido de amilosa y el poder de hinchamiento del almidón de *M. Balbisiana*. El diseño de Box-Behnken resultó una herramienta efectiva para el análisis de diferentes variables de procesamiento. Así mismo, se pudo observar que el contenido de amilosa fue influenciado por variables como la temperatura y tiempo de exposición más que por la potencia. Adicionalmente se pudo observar que al disminuir el contenido de amilosa por el tratamiento térmico con microondas, el poder de hinchamiento aumentó considerablemente. Es importante resaltar que hacen falta estudios adicionales para analizar el impacto de esta tecnología sobre diferentes propiedades tecnológicas y funcionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agama-Acevedo, E., Nuñez-Santiago, M.C., Alvarez-Ramirez, J., Bello-Pérez, L.A., 2015. Physicochemical, digestibility and structural characteristics of starch isolated from banana cultivars. *Carbohydrate Polymers* 124, 17-24.
- Box, G.E.P., Behnken, D.W., 1960. Some New Three Level Designs for the Study of Quantitative Variables. *Technometrics* 2, 455-475.
- Braşoveanu, M., Nemţanu, M.R., 2014. Behaviour of starch exposed to microwave radiation treatment. *Starch - Stärke* 66, 3-14.

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

- Copeland, L., Blazek, J., Salman, H., Tang, M.C., 2009. Form and functionality of starch. *Food hydrocolloids* 23, 1527-1534.
- de la Torre-Gutiérrez, L., Chel-Guerrero, L.A., Betancur-Ancona, D., 2008. Functional properties of square banana (*Musa balbisiana*) starch. *Food Chemistry* 106, 1138-1144.
- Mukurumbira, A., Mariano, M., Dufresne, A., Mellem, J.J., Amonsou, E.O., 2017. Microstructure, thermal properties and crystallinity of amadumbe starch nanocrystals. *International Journal of Biological Macromolecules* 102, 241-247.
- Ogunsona, E., Ojogbo, E., Mekonnen, T., 2018. Advanced material applications of starch and its derivatives. *European Polymer Journal* 108, 570-581.
- Palav, T., Seetharaman, K., 2006. Effect of microwave heating on optical and thermal properties of rice starch. *Carbohydrate Polymers* 65, 364–370.