

## MODIFICACIÓN QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE YUCA CON ANHÍDRIDO MALEICO VÍA MICROONDAS

*Sasha Solorzano*\*<sup>1</sup>, *Vittoria Balsamo*<sup>2</sup>, *Elena Ehrmann*<sup>1</sup>

1: Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

2: Nalco Company, Oil Field Chemicals Division, Production Maximization, Sugar Land, TX 77478, USA.

\* e-mail: *sashacarolina@gmail.com***RESUMEN**

En el presente trabajo se compara la eficiencia de la reacción de esterificación de almidón de yuca con anhídrido maleico (AM) en medio acuoso, por medio de síntesis convencional a temperatura ambiente convencional y utilizando radiación microondas. Después de 24 h de reacción bajo calentamiento convencional y empleando una relación molar de anhídrido maleico: unidad de anhídrido glucosa (AM/UAG) de 3:1, se obtuvo un grado de sustitución (GS) de  $0,31 \pm 0,04$ . Por otro lado, utilizando la misma relación molar, pero bajo radiación microondas, en sólo 8 minutos se obtuvo un GS de  $1,4 \pm 0,4$ .

**Palabras Claves:** *almidón de yuca, esterificación, radiación microondas.*

**ABSTRACT**

This work compares the efficiency of cassava starch esterification with maleic anhydride in aqueous medium using conventional synthesis at ambient temperature and a microwave radiation. After 24 hours of reaction, under conventional heating, and employing a 3:1 molar ratio of maleic anhydride:anhydroglucose unit, the final degree of substitution (DS) was  $0.31 \pm 0.04$ . On the other hand, for the same reagent ratio, and after only 8 minutes of microwave assisted reaction, a DS of  $1.4 \pm 0.4$  was achieved

**Keywords:** *cassava starch, esterification, microwave radiation.*

**1. INTRODUCCIÓN**

El almidón es un polisacárido formado principalmente por amilosa y amilopectina, el cual puede modificarse fácilmente a través de reacciones químicas asociadas a sus grupos hidroxílicos para mejorar así sus propiedades fisicoquímicas. Actualmente, el almidón modificado químicamente es utilizado en la industria textil, papelería, como recubrimiento, absorbente y encapsulante, entre otros [1]. La esterificación del almidón mediante el uso de anhídridos succínicos, maleico y acetilados se encuentra bien documentada. También se ha reportado el uso de anhídrido maleico como agente modificante en reacciones llevadas a cabo en suspensión bajo condiciones alcalinas [2]; esto con el fin de emplear el producto obtenido como suavizante del pan e inhibir la retrogradación del almidón. Para determinar la eficiencia de este tipo de reacciones se calcula el grado de sustitución (GS), ya que éste es determinante en las propiedades fisicoquímicas del producto [1]. En el presente trabajo se llevó a cabo la modificación química del almidón de yuca en medio acuoso tanto por el método convencional como por radiación microondas, empleando una relación molar fija de anhídrido maleico por unidad de anhidroglucosa.

**2. PARTE EXPERIMENTAL**

Para la síntesis por convencional se preparó una dispersión acuosa al 10% del almidón suministrado por Industrias Mandioca C.A previamente pregelatinizado y liofilizado, en un reactor de 1L. Se ajustó el pH a 9 por adición de una solución 1M de NaOH, se añadió lentamente el anhídrido maleico (AM) marca Sharlau grado síntesis hasta alcanzar una de 3 moles de anhídrido maleico por cada mol de unidades de anhidroglucosa y se dejó reaccionar bajo reflujo por 20 h a temperatura ambiente bajo atmósfera inerte y agitación. Para la síntesis asistida por radiación de microonda igualmente se preparó una dispersión al 10% de almidón en agua, en este caso previamente activado y liofilizado. Se añadió suficiente anhídrido maleico en polvo para alcanzar la misma relación molar que en caso anterior, y se mantuvo el pH en 9 mediante la adición de una solución 1M de NaOH. Esta dispersión, trasvasada a un envase de Teflon de 50 mL equipado con una válvula de presión, se

introdujo en el reactor microondas Ethos MicroSYNTH 1600, y se sometió a reacción en cuatro etapas de calentamiento de 2 minutos cada una, con un minuto sin radiación al final de cada etapa, para un tiempo total de reacción de 12 minutos (35 a 50°C, 50 a 70°C, 70 a 85°C y 85 a 105°C).

En ambos casos los productos se precipitaron en una mezcla etanol/agua 80/20 para purificarlos. Posteriormente se congelaron y liofilizaron en un equipo Lebconco Freezone 2.5. El Grado de Sustitución (GS), se determinó mediante retrotitulación, luego de acidificar con HCl y lavar el exceso de ácido.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El primer paso para llevar a cabo la modificación química del almidón consistió, como se mencionó en la parte experimental, en su pregelatinación y activación a un pH de 9. Esto se lleva a cabo para destruir la estructura granular del almidón nativo y activar los grupos hidroxílicos del almidón para formar el alcóxido y así promover el ataque nucleofílico al anhídrido maleico. Se ha demostrado que a pH más altos se favorece la reacción de hidrólisis del anhídrido y que a su vez se degrada el almidón [3]. En la Figura 1 se reproducen los espectros FTIR del almidón modificado por el método convencional y con asistencia de radiación microondas. En el almidón nativo, las bandas de 575, 765 y 862  $\text{cm}^{-1}$  corresponden al estiramiento de C-C y a la vibración de C-H en la estructura del almidón. En la zona entre 900 y 1500  $\text{cm}^{-1}$  se encuentran las bandas de 930, 1014, 1082 y 1159  $\text{cm}^{-1}$  correspondientes a los enlaces -C-O-C- de la unidad de anhidroglucosa [4]. La banda en 1648  $\text{cm}^{-1}$  se debe al agua asociada al almidón y las observadas en 2923 y 3421  $\text{cm}^{-1}$  se atribuyen a las vibraciones de los enlaces C-H y -OH. Las nuevas bandas en el espectro del almidón modificado con anhídrido maleico son las correspondiente al éster conjugado -C=C-CO-O- en 1720  $\text{cm}^{-1}$ , que aparece como un hombro sobre la banda de agua asociada, y al grupo ácido -COOH con bandas características que absorben en 1710, 1420, 1300-1200 y 920  $\text{cm}^{-1}$ . Al comparar los espectros normalizados se observa que la señal característica del grupo carbonilo conjugado es más intensa para el producto obtenido por la reacción asistida con radiación de microondas. La retrotitulación de ambos productos para determinar el grado de sustitución arrojó valores de  $0,31 \pm 0,04$  y  $1,4 \pm 0,4$  para el método convencional y el de microondas, respectivamente. Estos valores son coherentes con las observaciones cualitativas de los espectros IR y demuestran la efectividad de la energía de la radiación de microondas para promover la reacción de esterificación del almidón en su forma básica (activada).

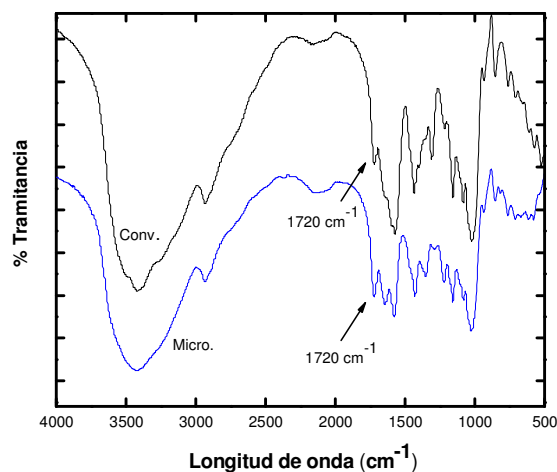


Figura 1. Espectro FTIR del almidón modificado con anhídrido maleico vía microondas y convencional.

### 4. REFERENCIAS

- [1]. Chong C.K., Xing J., Phillips D.L., Corke H., *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 2702-2708.
- [2]. Wurzburg, O.B., "Introduction in Modified Starches: Properties and Uses Methods". Boca Raton (EE.UU), CRC Press, Inc USA, 1986.
- [3]. Rivero, I.E., Balsamo, V., Müller, A.J., *Carbohydrate Polymers*, 2009; 75, 343-350.
- [4]. Biswas, A., Shogren, R.L., Kim, S., Willet, J.L., *Carbohydrate Polymers*, 2006; 64, 484-487.