

## SÍNTESIS ASISTIDA POR MICROONDAS DE ALMIDÓN ACETILADO

Micaela Otero<sup>1</sup>, Paola Alzate<sup>1</sup>, Silvia Flores<sup>1,2</sup>, Lía Gerschenson<sup>1,2</sup>

(1) Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, (1428) CABA, Argentina.

(2) Miembro del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

e-mail: sflores@di.fcen.uba.ar

### Introducción

La modificación química, física, enzimática o genética del almidón nativo mejora sus atributos positivos y elimina sus deficiencias, generando derivados con nuevas propiedades funcionales y mayor valor agregado. En la industria alimentaria estos almidones tienen potencialidad para aplicaciones innovadoras como el desarrollo de materiales de empaquetamiento activo, de estabilizadores de emulsiones o de aditivos para modificar la textura y el sabor (Kaur y col., 2012).

Recientemente, la radiación de microondas ha encontrado aplicación en diversas áreas de la química. En particular, el calentamiento por microondas acelera la esterificación y eterificación de almidones (Kumoro y col., 2010).

El objetivo del presente trabajo fue emplear radiaciones de microondas para sintetizar almidón de mandioca acetilado así como analizar la influencia de las variables del proceso en algunas características químicas y físicas del producto obtenido.

### Materiales y métodos

Se empleó almidón nativo de mandioca, el cual fue suspendido en anhídrido acético en presencia de I<sub>2</sub> como catalizador (Biswas y col., 2008). Las condiciones se detallan en la **Tabla 1**. Se empleó un reactor resistente a altas presiones y un equipo de microondas (Ethos Plus, Milestone). Se programaron las condiciones de potencia máxima entregada, tiempo y temperatura máxima a alcanzar por los sistemas en estudio durante los ensayos. Al finalizar la reacción, se trató el producto con solución de tiosulfato de sodio y se lavó sucesivamente con etanol y agua. Se deshidrató en estufa de vacío a 60° C durante 12 hs. El almidón acetilado se caracterizó determinado el grado de sustitución (DS, Bello-Pérez y col., 2010), el espectro infrarrojo utilizando drift-FTIR, el tamaño de partícula con un difractómetro láser y la capacidad de gelatinización mediante humectación, tratamiento térmico y observación al microscopio.

### Resultados y discusión

En la **Tabla 1** puede observarse que a medida que aumenta la proporción de catalizador, manteniendo constantes el resto de las variables, aumenta el DS (ensayos 1, 3 y 6). Sin embargo, este aumento no es lineal sino que se ve fuertemente incrementado para un nivel de I<sub>2</sub> de 0,2 g. Por otro lado, el empleo de largos tiempos de ensayo (16 minutos, ensayo 2) resultó en un valor menor de DS en comparación con el ensayo 1. Posiblemente, prolongados tiempos de reacción en las condiciones mencionadas, favorecerían la deacetilación del almidón (Xie y col., 2005), hipótesis que debe ser estudiada más en detalle y analizada considerando el mecanismo de reacción. Cuando se incrementó la temperatura de trabajo a 120° C (ensayo 4), se obtuvo un producto de dificultosa decoloración con tiosulfato y, por lo tanto, no fue adecuado para determinaciones posteriores. Cuando se utilizó una potencia máxima de 200 Watts (ensayo 5), se redujo el DS a la mitad, en comparación con el ensayo 3

(450 Watts), indicando que la energía entregada al sistema en reacción es crítica para el proceso.

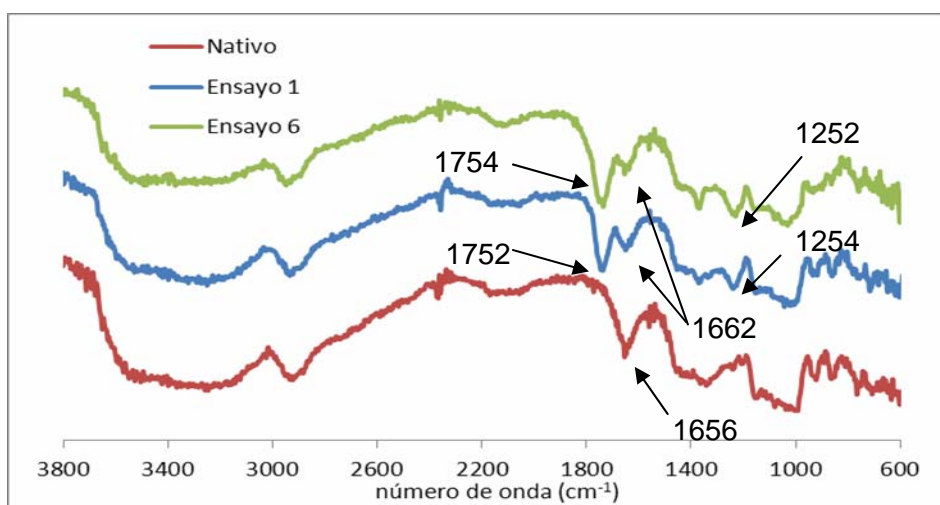
**Tabla 1:** Síntesis de almidón acetilado, DS y capacidad de gelatinización del producto

Ensayo	Ac <sub>2</sub> O:Alm	I <sub>2</sub> (g)	Potencia (W)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	DS	Gelatinización
1	1,9 : 1	0,05	450	95	4,5	0,17	Incompleta
2	1,9 : 1	0,05	450	95	16	0,06	ND
3	1,9 : 1	0,1	450	95	4,5	0,28	Incompleta
4	1,9 : 1	0,1	450	120	4,5	ND	ND
5	1,9 : 1	0,1	200	95	4,5	0,16	Incompleta
6	1,9 : 1	0,2	450	95	4,5	1,40	No gelatiniza

ND: No determinado

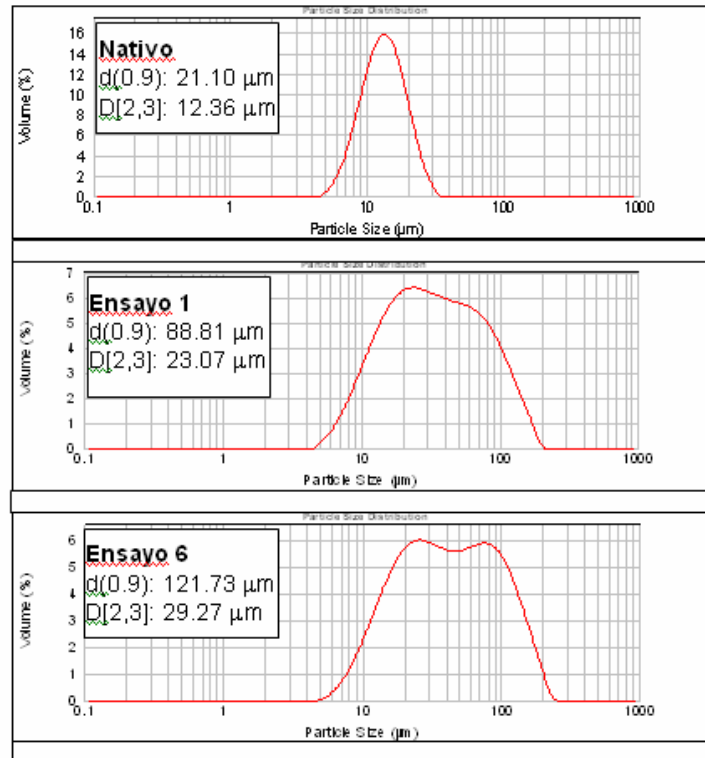
Es importante destacar, que el almidón de mayor DS (ensayo 6) no gelatinizó mientras que los de DS 0,28 y 0,16-0,17 (ensayos 3, 5 y 1) lo hicieron parcialmente de acuerdo a la observación microscópica. Se ha informado, que el reemplazo de los grupos OH del almidón por grupos acetilo, interfiere en la interacción entre cadenas de amilosa reduciendo la asociación entre moléculas y dificultando su gelatinización. Incluso, almidones de alto contenido de amilosa y DS 0,2 no gelatinizan en agua a 100 °C y presión atmosférica (Xie y col., 2005).

En la **Figura 2** se muestran los espectros FTIR de los almidones nativo y acetilado (ensayos 1 y 6). En los almidones modificados, es evidente la aparición de dos nuevas bandas de transmitancia. La primera se observa a 1750-1754 cm<sup>-1</sup> y es típica del estiramiento del C=O del grupo éster y a 1254-1266 cm<sup>-1</sup>, la asociada al estiramiento del C-O del grupo acetilo. Se reduce, a su vez, la banda a 1656-1670 cm<sup>-1</sup>, correspondiente a la flexión de los grupos O-H de la estructura del almidón.



**Figura 2:** Espectros FTIR de los almidones nativo y acetilados

La **Figura 3** muestra la distribución del tamaño de las partículas de los sistemas estudiados. En los almidones modificados, se observó un aumento del D(0,9) y del D[3,2] o diámetro de Sauter, posiblemente debido al agregado de los gránulos. Por otro lado, también se observó un aumento de la dispersión de tamaños.



**Figura 3:** Distribución del tamaño de partícula para los almidones nativo y acetilados

### Conclusiones

El tratamiento de almidón de mandioca con anhídrido acético, iodo y empleando radiaciones de microondas como fuente de energía, produjo almidón acetilado de diferente DS, dependiendo de las condiciones del ensayo. El DS condicionó la capacidad de gelatinización y promovió la formación de aglomerados. Estas características deben ser tenidas en cuenta para las futuras aplicaciones de los almidones modificados desarrollados.

### Referencias

- Bello-Pérez L, Agama-Acevedo A, Zamudio-Flores P, Mendez-Montealvo G, Rodríguez-Ambríz S, (2010) *LWT Food Science and Technology*, 43, 1434-1440.
- Biswas A, Shogren R, Selling G, Salch J, Willett JL, Buchanan CM (2008) *Carbohydrate Polym*, 74, 137–141.
- Kaur B, Ariffin F, Bhat R, Karim, A (2012). *Food Hydrocolloids*, 26, 398-404.
- Kumoro A, Retnowati, D, Buyidati C (2010) *American Journal of Food Technology*, 5, 100-110.
- Xie S, Liu Q, Cui, S (2005) *En Food Carbohydrates. Chemistry, physical properties and applications*. CRC Press, USA.