

ESTUDIO DEL EFECTO DEL PH SOBRE LAS PROPIEDADES DE BIOPLÁSTICOS ABSORBENTES

Estefanía Álvarez-Castillo*, Carlos Bengoechea, Antonio Guerrero

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Sevilla.

E-mail de correspondencia: malvarez43@us.es

Resumen

En este trabajo se estudia la influencia del pH en bioplásticos de plasma sanguíneo, en los que ya ha sido demostrada su capacidad superabsorbente. Una modificación en el pH tiene una fuerte influencia en el comportamiento de las proteínas y, por tanto, en las propiedades de los bioplásticos que se obtienen a partir de ellas. Así, el cambio más notable en las propiedades mecánicas y capacidad de absorción se observa al acidificar el pH.

1. Introducción

La sustitución de plásticos derivados del petróleo por materiales obtenidos de una fuente natural y biodegradable es parte de la cada vez más importante conciencia medioambiental. En este sentido, se ha estudiado el uso de subproductos y residuos de la industria alimentaria como materiales superabsorbentes, con la consiguiente revalorización de estos. En el trabajo se presentan los efectos del cambio del pH sobre las propiedades termomecánicas y de absorción de agua de bioplásticos basados en un concentrado de proteína de plasma porcino, procesados por moldeo por inyección. Resulta especialmente interesante el efecto del pH sobre el reforzamiento térmico de los bioplásticos, que resulta inhibido a pH ácido, al favorecerse previamente una gelificación física.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Para el presente estudio se ha utilizado una harina de proteína de plasma sanguíneo, aportada de forma altruista por PROANDA S.A., con un contenido en proteína del 78 %. Como plastificantes se utilizó una glicerina de la casa Panreac Química S.A. Además, se utilizaron ácido clorhídrico e hidróxido sódico, de Sigma Aldrich, ambos en concentración 1 M.

2.2. Métodos

2.2.1. Obtención de bioplásticos:

Para la preparación de harinas a diferentes valores de pH, se pusieron en disolución acuosa (1/10 g/g), añadiendo después un ácido o una base fuerte monoprótico (HCl y NaOH, respectivamente) hasta conseguir el pH deseado: 3, 8 (pH nativo de la harina) y 10. Posteriormente, los bioplásticos se obtuvieron a través de un proceso de inyección por moldeo de dos etapas: primero, mezclado en un reómetro mezclador HAAKE POLYLAB (Thermo Scientific, Alemania); y segundo, inyección de la masa homogénea en un molde (1x10x60 mm³) mediante una inyectora neumática de laboratorio Mini Jet II (Thermo Scientific).

2.2.2. Ensayos reológicos a masas:

Las masas fueron sometidas a ensayos de barridos de temperatura en un reómetro RSA3 de deformación controlada (TA Instruments). Este es un ensayo dinámico en el que las masas son sometidas a una deformación y frecuencia constante (0,02 % y 1 Hz, respectivamente), a la vez que la temperatura se va modificando a lo largo del ensayo desde 20 hasta 140 °C.

2.2.3. Ensayo a tracción:

Las probetas rectangulares fueron ensayadas a tracción a velocidad de deformación constante (1 mm·min⁻¹) hasta rotura en un equipo RSA3 (TA Instrument), que proporciona la curva esfuerzo-deformación.

2.2.4. Absorción de agua:

El ensayo de absorción de agua consiste en una relación entre las masas de la muestra seca (m_2) con la de la muestra cuando ha sido sumergida en agua durante 24 horas (m_1). Como masa seca se tomará aquella que tiene la probeta tras ser sometida a un proceso de secado en horno (50°C, 24 h) tras la inmersión. Los cálculos se realizaron según la fórmula 1:

Fórmula 1. Capacidad de absorción de agua.

$$ABS(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \quad (1)$$

3. Resultados y discusión

3.1. Ensayos reológicos a masas

En este ensayo se observan (Figura 1) tres zonas diferenciadas: una primera donde se mantienen aproximadamente constantes los valores del módulo elástico (E'); una segunda, donde hay un descenso drástico hasta un mínimo, asociado al incremento de la movilidad de las cadenas debido a la acción de la temperatura; finalmente, se produce un aumento debido a la gelificación de las albúminas (Álvarez-Castillo *et al.*, 2019). A pH 3 no se observa una disminución de E' tan drástica, debido a que las fuerzas de repulsión positivas existentes facilitan una gelificación física previa (Aguilar *et al.*, 2019).

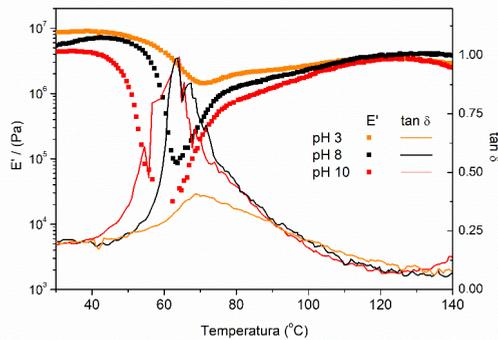


Figura 1. Barrido de temperatura a masas PPP/Glicerina obtenidas a partir de harinas a distintos pH.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Ensayo de tracción

Se obtuvieron menores propiedades mecánicas para los bioplásticos cuando el pH de la harina fue ácido (Tabla 1), mostrando valores de módulo de Young, esfuerzo y deformación máxima notablemente menores. Esto puede deberse a que las repulsiones físicas a pH ácido dificultan las interacciones químicas de enlace.

Tabla 3. Parámetros resultantes de los ensayos a tracción de bioplásticos obtenidos a distintos pH.

	Módulo de Young (MPa)	Esfuerzo máximo (MPa)	Deformación máxima (%)
pH 3	0,62 ± 0,07	0,78 ± 0,17	4,6 ± 0,7
pH 8	0,78 ± 0,06	1,74 ± 0,41	13,3 ± 1,1
pH 10	0,48 ± 0,08	1,36 ± 0,67	65,3 ± 12,3

Fuente: elaboración propia.

3.3. Ensayo de absorción de agua

Todos los bioplásticos obtenidos, independientemente del pH que poseían, obtuvieron capacidades absorción de agua mayores del 1000 % (Figura 2) suficiente para poder ser considerados superabsorbentes (Zohuriaan y Kabiri, 2008). La mayor capacidad de absorción se obtuvo a pH ácido (3).

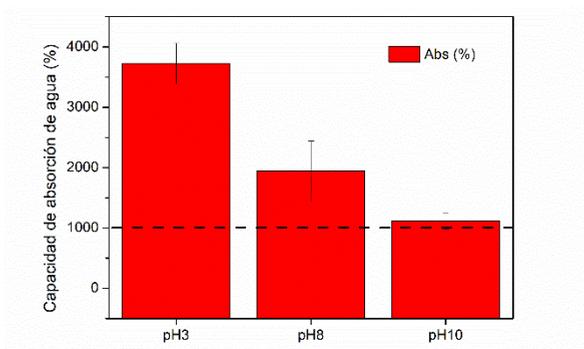


Figura 1. Capacidades de absorción para bioplásticos obtenidos a partir de harinas a distintos pH.

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

El pH tiene un indudable efecto en las interacciones entre las cadenas de proteínas que da a los bioplásticos obtenidos a distintos valores de pH diferencias significativas en su comportamiento. Las masas obtenidas a partir pH ácido sufrieron una gelificación física, dando bioplásticos con mayores capacidades superabsorbentes, aunque menores propiedades mecánicas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al MICINN por la financiación facilitada para el proyecto con referencia: RTI2018-097100-B-C21.

Referencias bibliográficas

Aguilar, J. M., Cordobés, F., Bengochea, C., y Guerrero, A. (2019). Heat-induced gelation of egg yolk as a function of pH. Does the type of acid make any difference? *Food Hydrocolloids*, 87, 142-148. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.045>

- Álvarez-Castillo, E., Bengoechea, C., Rodríguez, N., y Guerrero, A.** (2019). Development of green superabsorbent materials from a by-product of the meat industry. *Journal of Cleaner Production*, 223, 651-661. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.055>
- Zohuriaan, J., y Kabiri, K.** (2008). Superabsorbent polymer materials: A review. *Iranian Polymer Journal*, 17, 451–477.