

CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE GELATINA/GLICEROL CON EXTRACTO ETANÓLICO DE CÚRCUMA

Ariel Rodríguez Cuesta^{1*}, Liliam Chang Bravo², Yanelis Ruiz Díaz¹, Pedro Borges Galindo¹, Ariel Peña Lugo³
y Richard Pérez Padrón³

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. al Guatao km 3 ½, La Habana, CP 19 200, Cuba.

²Ministerio de Educación Superior (MES). Calle 23 # 565 Esquina F, La Habana, CP 10 400, Cuba.

³Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL), Calle 23 No. 21425, La Habana, CP 19 200, Cuba.

E-mail: arcuesta@gmx.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar películas de gelatina/glicerol con extracto etanólico de cúrcuma (50 y 100 g de extracto etanólico de cúrcuma/100 g de gelatina) mediante la evaluación del espesor, permeabilidad al vapor de agua, solubilidad, contenido de fenoles y capacidad antioxidante. La adición del extracto etanólico no tuvo influencia sobre el espesor. Sin embargo, la solubilidad se incrementó de 47,73 a 93,60 % y en el caso de la permeabilidad al vapor de agua aumentó de 0,27 a 0,74 g mm/m² h kPa. El contenido de fenoles totales, expresado como ácido gálico, fue de 6,86 y 9,54 g/g, a los cuales se le atribuyen valores ascendentes de capacidad antioxidante, expresado como Fe²⁺, de 1 744,44 y 2 407,46 μmoles/g para las películas con la adición de extracto etanólico de cúrcuma en los niveles de 50 y 100 g/100 g de película, respectivamente.

Palabras clave: películas, gelatina, cúrcuma.

ABSTRACT

Characterization of gelatin/glycerol films with turmeric ethanolic extract

The aim of this work was to characterize gelatin/glycerol films with turmeric ethanolic extract (50 and 100 g of turmeric ethanolic extract/100 g of gelatin) by evaluating the thickness, water vapor permeability, solubility, phenol content and antioxidant capacity. The addition of the ethanolic extract had no influence on the thickness. However, the solubility increased from 47.73 to 93.60 % and in the case of water vapor permeability increased from 0.27 to 0.74 g mm/m² h kPa. The content of total phenols, expressed as gallic acid, was 6.86 and 9.54 g/g, to which are attributed ascending values of antioxidant capacity, expressed as Fe²⁺, was 1 744.44 and 2 407.46 μmoles/g for the films with the addition of ethanolic extract in the levels of 50 and 100 g/100 g of gelatin, respectively.

Keywords: films, gelatin, turmeric.

INTRODUCCIÓN

Para reducir el impacto en la contaminación ambiental, dada la inmensa cantidad de desechos que se genera diariamente, y en la cual los envases para alimentos juegan un considerable papel, la comunidad científica se ha enfocado en las investigaciones en el campo de películas biodegradables. Los diferentes tipos de materiales de envases incluyen desperdicios, muchos de ellos no biodegradables que pueden permanecer en descomposición durante cientos de años. Por tanto, la elaboración de películas comestibles o biodegradables para el empleo de envases para alimentos representa una alternativa a los polímeros convencionales y ha despertado

***Ariel Rodríguez Cuesta:** Licenciado en Ciencias Alimentarias (IFAL, 2011). Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 2018). Se desempeña como Investigador Agregado en el Departamento de Envases del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Su línea de investigación está relacionada con el desarrollo de materiales biodegradables para la conservación de alimentos.

interés en función de potenciar las aplicaciones adicionales, como soporte de sustancias activas para la liberación controlada (1).

El empleo de la gelatina en la elaboración de películas o coberturas fue objeto de estudio hasta los años sesenta, en este periodo se obtuvieron algunas patentes, principalmente en el área farmacéutica. A finales de los años 90 resurgió el interés por algunos investigadores para la aplicación de estos polímeros en la conservación de alimentos (2).

De manera general, este tipo de películas se caracteriza por ser clara, flexible e impermeable al oxígeno; sin embargo, es muy hidrofílica, por lo tanto, tiene alta permeabilidad al vapor de agua y su resistencia al agua es baja (3).

Se ha demostrado que la cúrcuma tiene, tanto *in vivo* como *in vitro*, actividad antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria y antiparasitaria (4). Además, ha sido reportada como agente activo en películas y recubrimientos, incluso en matrices poliméricas elaboradas a base de gelatina (5), de manera que centra las bases para su aplicación en la conservación de alimentos.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar películas de gelatina/glicerol con extracto etanólico de cúrcuma (50 y 100 g de extracto etanólico de cúrcuma/100 g de gelatina) mediante la evaluación del espesor, permeabilidad al vapor de agua, solubilidad, contenido de fenoles y capacidad antioxidante por FRAP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Departamento de Envases del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Se empleó gelatina comercial (280 °Blooms) y extracto etanólico de cúrcuma suministrado por la Planta Piloto de Aromas del propio instituto.

Las películas se elaboraron por el método *casting* o moldeo (2). Las disoluciones filmogénicas se prepararon bajo las siguientes condiciones: se pesó la gelatina y el glicerol; posteriormente se hidrató la gelatina en un vaso de precipitado con una porción de agua desionizada durante 30 min, seguidamente se incorporó el resto del agua desionizada y se solubilizó a 55 °C con agitación constante durante 15 min. Se añadió el plastificante y

se mantuvo durante 5 min en las mismas condiciones. El extracto etanólico de cúrcuma se adicionó 5 min después de la adición del glicerol y se mantuvo la agitación por 5 min más. La disolución se vertió en placas de acrílico (aproximadamente 20 g/placa) y se secaron en estufa a 40 °C durante 48 h. Las muestras se acondicionaron a 75 % HR.

El extracto se incorporó con el objetivo de conferirle carácter activo a la película en los niveles de 50 y 100 g de extracto/100 g de gelatina según la propuesta de Bitencourt (5).

Para la determinación del espesor de las películas se utilizó un micrómetro digital (Lorentzen & Wettre, Suecia) y se evaluaron 10 probetas como mínimo. Para ello se ejecutaron cinco mediciones en diferentes puntos de cada muestra. En cada ensayo se determinó el valor promedio y la desviación estándar.

La permeabilidad al vapor de agua (PVA) de las películas se midió según la norma ASTM E96 (2001) (6) con modificaciones. Las muestras se colocaron en celdas de permeación con una abertura circular de área conocida y gel de sílice (0 % HR) en su interior para generar la diferencia de presión. Se pesaron en balanza analítica y se colocaron en una cámara a 23 °C y 75 % HR. A intervalos regulares las celdas se pesaron y se calcularon los cambios de peso de las mismas en función del tiempo. Así, se obtuvo una recta luego de alcanzado el estado estacionario. La PVA se calculó a partir de la siguiente ecuación.

$$PVA = (VTVA \cdot L) / \Delta P$$

Donde: *VTVA*: velocidad de transmisión de vapor de agua (calculada por regresión lineal de la pendiente del gráfico de ganancia de peso vs. tiempo de la celda de medición), *L*: espesor de la película (mm) y ΔP : diferencia de presión parcial de agua en ambos lados del material (KPa).

La solubilidad de las películas en agua se determinó por el método de Gontard (7) con modificaciones. Se colocaron muestras de película de 14,5 cm² en una desecadora con gel de sílice durante 7 d y se midió el peso inicial. Las muestras de películas se colocaron en vasos de precipitado de 100 mL con 50 mL de agua desionizada a 27 ± 2 °C durante 16 h. Posteriormente se retiró la porción líquida y la materia no solubilizada se secó a 40 °C y se determinó el peso final.

Se realizó el ensayo por triplicado y se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$S = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} \cdot 100$$

Donde: S = solubilidad en agua (%), m_i = masa inicial (g) y m_f = masa final (g)

El contenido de fenoles totales se determinó por el método de Folin-Ciocalteu (8). En un tubo de ensayo de 15 mL se adicionaron 50 μ L de muestra y 2,5 mL de solución diluida de reactivo Folin (una parte de reactivo en nueve partes de agua). Después de 5 min se agregaron 2 mL de una solución de carbonato de sodio al 7,5 % (m/v). Se esperó durante 2 h y se leyó la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro modelo UV 1240 (Shimadzu, Japón). Se construyó una curva de calibración basada en diferentes concentraciones de ácido gálico y los resultados se expresaron, como ácido gálico, en mg/g de película.

Para la determinación de la capacidad antioxidante por FRAP se tomó como referencia el método Ferric Reducing/Antioxidant Power (FRAP) descrito (9), con la modificación del tiempo de reacción. En tubos de ensayo de 10 mL se adicionaron 50 μ L de solución y 1500 μ L del reactivo FRAP. Se esperaron 30 min antes de leer la absorbancia a 593 nm. La capacidad antioxidante se expresó, como Fe^{2+} , en μ moles/g de película.

Se empleó el paquete estadístico SPSS ver. 22.0.0.0 para la comparación de los resultados, en todos los casos se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre muestras y la prueba de rangos múltiples de Duncan, excepto para el espesor, en cuyo caso se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los valores de los parámetros evaluados para la caracterización de las películas. Los valores de espesor variaron de 0,105 a 0,115 mm y no presentaron diferencias significativas para un 95 % de confianza. De manera global las películas de gelatina presentan espesores de 0,247 mm aproximadamente, sin embargo, este parámetro está sujeto a varios factores, como la naturaleza de la matriz y del método de obtención por moldeo (10). Pocos autores reportan el espesor de películas biodegradables, ya que estos valores dependen de variables como temperatura y humedad que son difíciles de controlar y mantener estables durante su evaluación (11).

Los valores obtenidos de PVA presentaron diferencias significativas para 95 % de confianza. Se puede observar un aumento de la PVA con el incremento de la concentración de cúrcuma. Los eventos que ocurren en la matriz de las películas aún no son bien definidos, varios autores sugieren comportamientos que vinculan la afinidad de los componentes de la película con los del extracto. La naturaleza química de las macromoléculas y el aditivo, las características estructurales y morfológicas de la matriz del polímero y el grado de entrecruzamiento afectan las propiedades de barrera (12). En el caso de la solubilidad, se puede observar diferencias significativas para 95 % de confianza en la película control con respecto a las que se le añadió extracto etanólico de cúrcuma, de igual manera se observaron diferencias significativas entre las películas con cúrcuma, en este sentido se exhibió un aumento. La incorporación de extracto evidentemente afectó la estructura externa o interna de la matriz polimérica, debilitando las interacciones entre componentes y aumentando la afinidad con el agua, lo que debe corroborarse con estudios de composición y afinidad de la presencia de grupos funcionales, mediante análisis de espectrometría infrarroja con transformada de Fourier.

Tabla 1. Resultados de la caracterización de las películas

Muestras	Espesor (mm)	PVA ($g \cdot mm/m^2 \cdot h \cdot kPa$)	Solubilidad (%)	CF (mg/g)	CA (μ moles/g)
Control	0,1 (0,1) ^a	0,27 (0,09) ^a	48 (1) ^a	-	-
PC1	0,1 (0,3) ^a	0,62 (0,08) ^b	62 (4) ^b	6,86 (0,03)	1 744(4)
PC2	0,1 (0,1) ^a	0,74 (0,08) ^c	94 (4) ^c	9,54 (0,12)	2 407(8)

Control: películas de gelatina/glicerol, PC1: películas de gelatina/glicerol con 50 g de extracto etanólico de cúrcuma, PC2: películas de gelatina/glicerol con 100 g de extracto etanólico de cúrcuma, CF: contenido de fenoles, CA: capacidad antioxidante por FRAP, Media (desviación estándar). Letras distintas indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

Se evidenció un aumento de los componentes fenólicos con el incremento de la concentración de extracto. La presencia de compuestos activos indica que el proceso de elaboración de las películas no afectó su estabilidad. En películas de gelatina con extracto etanólico de cúrcuma se registró un aumento lineal en el contenido de curcumina con el incremento de la concentración de extracto en las películas (5). Así, en películas de quitosana con cúrcuma también se han obtenido valores de fenoles totales en el rango de 68 a 231 $\mu\text{g/g}$ de película (13). Generalmente con el aumento de la concentración de fenoles, se exhibe un incremento de la capacidad antioxidante; esto está determinado por la contribución de los componentes, concentración e interacción con su microambiente (14).

REFERENCIAS

1. Sivarooban T, Hettiarachchy NS, Johnson MG. Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin and EDTA incorporated soy protein edible films. *Food Res Int* 2008; 41:781-5.
2. Sobral PJ, Alves PM, Carvalho RA, Moraes IC, Luciano CG, Bittante AMQ. Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydroc* 2011; 25(7):1751-7.
3. Montalvo C, López-Malo A, Palou E. Películas comestibles de proteína: características, propiedades y aplicaciones. *Temas Selec Ing Alim* 2012; 6(2):32-46.
4. Jiang H, Timmermann B, Gang D. Use of liquid chromatography electrospray ionization tandem mass spectrometry to identify diarylheptanoids in turmeric (*Curcuma longa* L.) rhizome. *J Chromatogr A* 2006; 111(1):21-31.
5. Bitencourt C, Fávaro-Trindade C, Sobral P, Carvalho R. Gelatin based films additivated with curcuma ethanol extract: Antioxidant activity and physical properties of films. *Food Hydroc* 2014; 40:145-52.
6. ASTM E 96-01. Standard test method for water vapor transmission of materials. United States of America; 2001.
7. Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. Edible wheat gluten film: influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *J Food Sci* 1992; 57:190-9.
8. Slinkard K, Singleton VL. Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. *Am J Enol Vitic* 1977; 28:49-55.
9. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing of plasma (FRAP) as a measure of «antioxidant power»: The FRAP assay. *Anal Bioch* 1996; 239:70-6.
10. Gama C. Acción de la celulosa en la biodegradación de películas de gelatina. (tesis de maestría). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional; 2014.
11. García MA. Efecto de la reducción de la masa molecular de la quitosana por irradiación gamma en la inhibición de la oxidación lipídica en filetes de jurel (*Trachurus trachurus*) (Tesis Doctoral). La Habana: Universidad de La Habana; 2015.
12. Benjakul S, Hoque MS, Prodpran T. Properties of fish skin gelatin film incorporated with seaweed extract. *Food Hydroc* 2011; 25(1):82-90.
13. García P. Estudio de la liberación de los fenoles de películas de quitosana con adición de extracto de cúrcuma. (tesis de grado). La Habana: Universidad de La Habana; 2015.
14. Leighton F, Urquiaga I, Diez M. Propiedades antioxidantes del vino y sus componentes. *Bull L'OIV* 1998; 807:463-90.

CONCLUSIONES

La adición de extracto etanólico de cúrcuma no tuvo influencia sobre el espesor. Sin embargo, la solubilidad se incrementó de 47,73 a 93,6 % y en el caso de la permeabilidad al vapor de agua tuvo un incremento de 0,27 a 0,74 $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{kPa}$.

El contenido de fenoles totales, como ácido gálico, fue de 6,86 y 9,54 g/g , a los cuales se le atribuyen valores ascendentes de capacidad antioxidante por FRAP de 1 744,44 y 2 407,46 $\mu\text{moles/g}$ para las películas con extracto etanólico de cúrcuma en concentraciones de 50 y 100 $\text{g}/100$ de gelatina.