

RESUMEN

El desarrollo de materiales de envase biodegradables activos es uno de los retos de la sociedad para resolver los problemas medioambientales asociados a los residuos plásticos y mejorar la conservación de los alimentos, alargando su vida útil. En la presente Tesis Doctoral, se han analizado diferentes estrategias para la obtención y caracterización de películas biodegradables a base de hidrocoloides (almidón de yuca (A) y quitosano (Q)) con características antimicrobianas. Se obtuvieron películas bioactivas gracias a la incorporación de aceites esenciales de capacidad antimicrobiana comprobada: hoja de canela (AC), orégano (AO) y eugenol (EU). Los agentes activos se incorporaron en la matriz polimérica por homogenización o encapsulación en liposomas de lecitina o microesferas de alginato, y las películas se obtuvieron mediante mezclado en fundido o vertido y secado. Las propiedades fisicoquímicas de las películas se analizaron en función de su composición, así como su actividad antimicrobiana mediante análisis *in vitro* e *in vivo*.

Se obtuvieron películas por termo- compresión, a base de mezclas A-Q, con dos proporciones polímeros:plastificante (70:30 y 60:40). Las propiedades estructurales, térmicas y físicas de las películas de almidón de yuca obtenidas se vieron afectadas por la incorporación de Q y la proporción polímero: plastificante. Las películas con la mayor proporción de plastificante tuvieron mayor contenido en humedad y fueron más permeables al vapor de agua, menos rígidas y menos resistentes a la rotura. La incorporación de Q tuvo un efecto positivo sobre las propiedades mecánicas de las películas, que aumentaron su rigidez y resistencia a la fractura, reduciéndose su extensibilidad. Sin embargo, el A y Q presentaron una miscibilidad limitada por mezclado en fundido, y las películas exhibieron una estructura heterogénea. A su vez, el polietilenglicol se cristalizó en gran medida en las películas, lo que limitó su efecto plastificante. La incorporación de quitosano proporcionó a las películas sólo una ligera actividad antimicrobiana.

Se obtuvieron películas bicapa por procesado en seco de A y vertido/secado de una capa de Q. Ambos polímeros mostraron buena adhesión interfacial, y las bicapas mostraron mejor resistencia mecánica que las monocapas de almidón, aunque fueron menos extensibles debido al efecto de la interfase sobre la fractura. El quitosano fue efectivo en el control del crecimiento bacteriano en carne picada de cerdo, aunque su eficiencia se vio reducida debido al tratamiento térmico en las bicapas, lo que parece indicar la pérdida de grupos amino durante el tratamiento. La incorporación de los

aceites esenciales (AC y AO) no mejoró la acción antimicrobiana en las monocapas y bicapas de CH al aplicarse sobre carne de cerdo picada.

Se incorporaron aceite esencial de hoja de canela (AC) y eugenol (EU) en películas de Q utilizando nanoliposomas de lecitina. La encapsulación permitió una elevada proporción de retención de compuestos volátiles. La migración total de las películas en simulantes hidrofílicos superó el límite legal establecido para materiales de envase en contacto con alimentos. Sin embargo, la encapsulación en nanoliposomas redujo la migración en todos los simulantes. En ensayos *in vitro* de eficacia antimicrobiana, todas las películas fueron efectivas frente a *L. innocua* y *E. coli*, sin efecto significativo del compuesto activo ni del modo de incorporación. Sin embargo, la encapsulación propició una liberación controlada y sostenida en el tiempo en muestras de carne de cerdo almacenadas durante 13 días a 10 °C.

Se obtuvieron microesferas de alginato con eugenol (M_{EU}) y se incorporaron en películas de Q, cuyas propiedades físicas y estructurales se vieron afectadas. Las microesferas fueron visibles en la estructura de las películas por SEM. La incorporación de M_{EU} promovió una mejora significativa en las propiedades barrera al oxígeno, a la vez que un aumento en la permeabilidad al vapor de agua de las películas. La adición de las microesferas también modificó el comportamiento mecánico de las películas, disminuyendo su rigidez y elasticidad, y aumentando su extensibilidad. La liberación más rápida de eugenol se observó en el simulante ácido acético (3%), lo que se atribuyó a la mayor disolución de la matriz de quitosano en este solvente. La adición de las microcápsulas confirió capacidad antimicrobiana a los films de Q contra *L. innocua* y *E. coli*.