

## RESUMEN

El objetivo general de la presente tesis doctoral se basa en el desarrollo de films activos biodegradables a base de almidón (S) para su aplicación en sistemas de envasado de alimentos, por medio de dos métodos diferentes de obtención, método en húmedo por extensión y secado (*casting*) y método en seco (termoprocesado). Se estudiaron mezclas de S con diferentes materiales proteicos, con fin de disminuir la alta higroscopicidad de los films de S y su retrogradación a lo largo del tiempo de almacenamiento y mejorar sus propiedades funcionales, así como conferirles actividad antimicrobiana/antioxidante. Los materiales proteicos utilizados fueron los siguientes: suero de mantequilla en polvo (BM); lactoferrina (LF) y/o lisozima (LZ), y gelatina bovina (BG). El etil lauroil arginato (LAE, E243) fue también incorporado como compuesto antimicrobiano. Asimismo, se estudiaron los films mezcla de S con BG, con y sin LAE incorporado, habiendo oxidado previamente el S, para así potenciar el entrecruzado de las cadenas poliméricas y mejorar las propiedades de los films. Estos fueron caracterizados en sus propiedades funcionales como material de envase, sus propiedades antioxidantes y/o antimicrobianas, así como por su capacidad de conservación de diferentes sistemas alimentarios, en términos de su oxidación lipídica y deterioro microbiológico.

Las mezclas de S con BM dieron lugar a películas con una estructura heterogénea, en las que se observó la formación de un gel proteico como resultado del calentamiento de la dispersión BM con S a 90 °C durante 30 min. El tratamiento térmico promovió un aumento de la resistencia a la rotura y extensibilidad de los films, junto con una disminución en la permeabilidad al vapor de agua. Sólo las películas sometidas a tratamiento térmico y homogeneización con cizalla mostraron actividad antioxidante, probablemente debido a la liberación de péptidos activos en consecuencia de la alta temperatura y fuerza de cizalla aplicada. Sin embargo, no se observó actividad antilisteria para ninguno de los films con BM.

La incorporación de LF y/o LZ en films de S condujo a una compatibilidad parcial entre polímeros, afectando así a la microestructura de los films de S, y produciendo un aumento de la temperatura de transición vítrea y disminución de la capacidad de alargamiento de los films, especialmente cuando se incorporó LF. Todos los films resultaron eficaces en el control del progreso de la oxidación lipídica de la manteca de cerdo, mientras que sólo las películas con mezcla LF/LZ redujeron el crecimiento de coliformes en carne picada de cerdo, como resultado de su acción sinérgica.

Los films basados en la mezcla S y BG (1: 1) fueron obtenidos por *casting* y termomoldeado y compresión, llevando a la separación de fases entre ambos polímeros (estructura estratificada o separación de dominios de ambos polímeros, respectivamente). La incorporación de LZ, y principalmente de LAE, en los films, aumentó la compatibilidad entre ambos polímeros. Los films termoprensados fueron más permeables al vapor de agua y al oxígeno, menos rígidos y resistentes y más extensibles, en comparación con aquellos obtenidos por *casting*. La incorporación de LAE mejoró la capacidad de barrera contra el vapor de agua, mientras que incurrió en un empeoramiento de la barrera frente al oxígeno, contrariamente al efecto producido por la LZ. Los films con LAE, moldeados o termoprensados, mostraron una alta eficacia antilisteria.

Los films basados en S oxidado y BG (1: 1), fueron obtenidos por *casting* y mostraron una alta compatibilidad polimérica, lo cual condujo al entrecruzado de las cadenas como resultado de la reacción de condensación carbonilo-amino producida entre ambos polímeros. En consecuencia, la capacidad de absorción de agua de los films disminuyó y se mejoraron las propiedades mecánicas y de barrera, aunque también se indujo a un pardeamiento de los films, indicando a la formación de compuestos de Maillard. La incorporación de LAE implicó su participación en las reacciones de condensación, debido a su carácter bi-funcional (carbonilo-amino), lo que afectó al entrecruzado y las propiedades de los films. Estos procesos reactivos progresaron a lo largo del tiempo de almacenamiento, dando lugar a un aumento de la resistencia mecánica y pardeamiento de los films. Los compuestos de Maillard obtenidos también confirieron capacidad antimicrobiana a los films, coherentemente con el tiempo de almacenamiento.

La aplicación de films basados en S nativo u oxidado, en sus mezclas con BG, y con la incorporación de LAE, para la conservación de filetes de pechuga de pollo envasados a vacío, condujo a una prolongación de la vida útil por medio de la inhibición del crecimiento bacteriano, en términos de recuentos de viables totales, bacterias psicrótroficas, anaeróbicas y de ácido láctico, y coliformes. Las muestras envasadas con films con S nativo, mostraron recuentos de viables totales inferiores al límite legal establecido ( $10^6$  UFC/g), hasta 16 días de envasado; mientras que aquellas que fueron envasadas en contacto con S oxidado no alcanzaron el límite legal en 19 días de almacenamiento. Se observó, entonces, un efecto combinado entre el LAE y los compuestos de Maillard formados. La capacidad antimicrobiana de dichos compuestos fue atribuida a la capacidad de producción de peróxido de hidrógeno, que incurrió en la oxidación lipídica de los filetes de pollo, los cuales alcanzaron el nivel máximo de aceptabilidad (1 mg MDA / kg) después de 3 días de envasado en contacto con films

que contenían LAE y S oxidado. Los films basados en S oxidado en su mezcla con BG y con 200 ppm de LAE (con respecto al producto alimenticio) fueron también eficaces en la conservación de los filetes de salmón marinado durante 45 días de almacenamiento. Ambas formulaciones, con o sin LAE, mostraron actividad antilisteria *in vitro*.