

Tesista: Ciannamea, Emiliano
Ingeniero Químico. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Título al que aspira: Doctor en Ciencia de Materiales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tema: “Obtención de películas activas biodegradables basadas en proteínas”

Director de Tesis: Dra. Roxana Ruseckaite

Co-director de Tesis: Dr. Pablo Stefani

Lugar de Trabajo: INTEMA - Facultad de Ingeniería – UNMDP.

Fecha de Defensa: 22 de marzo de 2013

Jurados: Dr. Javier Amalvy (Universidad Nacional de La Plata)
Dra. Dra Lía Noemí Gerschenson (FCEN, Universidad de Buenos Aires)
Dra. Norma Marcovich (Facultad de Ingeniería, UNMDP)

Resumen de la tesis:

Las tendencias en el campo del envasado de alimentos demandan el desarrollo de sistemas de envasado más complejos diseñados para cubrir los actuales requerimientos de calidad e higiene alimentarias. Uno de los desarrollos más innovadores es el área de envasado activo que se basa en la interacción deliberada del envase con el alimento o con el medio. La inclusión de principios activos naturales en matrices poliméricas derivadas de recursos renovables para producir películas activas con propiedades funcionales, competitivas con las producidas a partir de polímeros derivados del petróleo, es uno de los desafíos en el diseño de materiales para envasado activo. El uso de proteínas de soja en reemplazo de polímeros derivados del petróleo se presenta como una alternativa ecológica, renovable y económicamente viable para el diseño de películas activas para envasado de alimentos. El objetivo principal de este trabajo fue producir películas activas de concentrado de proteína de soja por distintos métodos de procesamiento, caracterizarlas en términos de sus propiedades fisicoquímicas y funcionales y analizar la evolución de las mismas en función de tiempo en condiciones de almacenamiento de temperatura y humedad relativa controladas. La investigación desarrollada se presenta en este trabajo a través de nueve capítulos.

En el **Capítulo 1** se introdujo el tema con una revisión del estado actual de películas para envasado de alimentos tradicional y activo. Se describieron las características fundamentales de las proteínas de soja y las ventajas y desventajas de las películas derivadas, así como las posibles estrategias para superar las limitaciones. Se realizó un análisis crítico de los métodos de procesamiento y su impacto en las propiedades finales de las películas proteicas. A

partir de este estudio, en el **Capítulo 2** se plantearon las hipótesis y objetivos particulares, y en el **Capítulo 3** se describieron en forma general los métodos y técnicas experimentales utilizadas para llevarlos a cabo. En el **Capítulo 4** se describieron y caracterizaron los materiales de partida.

En el **Capítulo 5** se estudió el efecto del método de procesamiento sobre las propiedades finales de las películas de concentrado de proteína de soja (SPC). Se utilizaron dos métodos de procesamiento diferentes: disolución-evaporación de solvente (*casting*) y mezclado intensivo seguido de moldeo por compresión. Se establecieron las variables óptimas para ambos métodos de procesamiento, incluyendo temperatura, tiempo de mezclado, presión y tiempo de prensado. Se analizó la influencia de la concentración de glicerol (Gly, 30-50% p/p SPC) como plastificante sobre las propiedades finales de las películas obtenidas por ambos métodos. Los resultados revelaron que el procesamiento termomecánico permitió obtener películas más transparentes (de un orden de magnitud mayor), más insolubles en agua (10% menos solubles en agua), con mejores propiedades mecánicas en tracción (resistencia a la tracción y elongación a la rotura 56 y 93% mayores en las películas con 30% Gly) y de barrera a la humedad (50% menos permeables). Esta mejora se asoció al entrecruzamiento por puentes disulfuro inducido por temperatura, como se corroboró por solubilidad diferenciada y espectroscopia de infrarrojo.

En el **Capítulo 6** se estudiaron las propiedades fisicoquímicas de las películas de concentrado de proteína de soja plastificadas con Gly, añadidas con dos concentraciones diferentes de extracto de uva roja (EUR) como principio activo (5 y 10% p/p SPC), a fin de producir películas con actividad antioxidante. La capacidad antioxidante del EUR y de las películas se determinó a través de la habilidad en reducir al hierro (III) y de capturar radicales usando el radical estable DPPH. Las películas procesadas por moldeo con 10% EUR mostraron la mayor capacidad antioxidante (0.98 mmol equivalentes de ácido ascórbico por gramo de película y 88% de actividad antioxidante). La incorporación del EUR aumentó la materia soluble total de las películas obtenidas por moldeo (aproximadamente un 10%), presumiblemente por interferir con la formación de puentes disulfuro intermoleculares. En las películas obtenidas por *casting* provocó un efecto plastificante, disminuyendo además su permeabilidad al vapor de agua, debido a la asociación de los polifenoles del EUR con las proteínas, principalmente a través de puentes de hidrógeno.

En el **Capítulo 7** se llevaron a cabo estudios de migración global a fin de predecir la aptitud de las películas de SPC como materiales de envasado de alimentos, de acuerdo a la norma europea EN 13130-1:2004, utilizando simulantes de alimentos acuosos y de alto contenido graso. La migración global en agua superó excesivamente el límite impuesto por la normativa, lo que podría limitar la aplicación de las películas de SPC en alimentos de alta actividad de agua. Sin embargo, los resultados de migración global en isooctano indicaron que

las películas obtenidas por ambos métodos tienen potencial para el envasado de alimentos de base oleosa.

En el **Capítulo 8** se evaluó de manera sistemática la evolución en el tiempo de algunas propiedades seleccionadas tales como la humedad y materia soluble total, propiedades ópticas, mecánicas y de barrera, en condiciones de almacenamiento a 25°C y 65% de humedad relativa, durante un periodo de hasta 90 días. Las películas obtenidas por *casting* resultaron más opacas (10%) y más amarillas (el parámetro b^* aumentó 21%), luego de 90 días. La resistencia a la tracción y módulo elástico aumentaron aproximadamente 20 y 15% luego de 90 días, respectivamente, independientemente del método de procesamiento. La elongación de las películas obtenidas por *casting* aumentó 20%, y en las películas procesadas por moldeo disminuyó 18%. La permeabilidad al vapor de agua aumentó 16-19%, independientemente del método de procesamiento, y la permeabilidad al oxígeno de las películas procesadas por moldeo aumentó cerca del 20%, luego de 90 días. Los resultados revelaron que los cambios en las propiedades obedecen a la combinación de al menos dos factores dinámicos: la evolución de las interacciones intra e intermoleculares y la migración del plastificante. A través de estudios de solubilidad diferenciada y espectroscopia de infrarrojo se constató que las películas evolucionan hacia una estructura más agregada con mayor aporte de enlaces disulfuro.

En el **Capítulo 9** se detallan las conclusiones generales de este trabajo y por último se describen algunas líneas abiertas para posibles trabajos futuros. El presente trabajo permitió obtener películas con capacidad antioxidante, de alta resistencia en isooctano y excelentes propiedades de barrera al oxígeno, sugiriendo la potencial aplicación en envasado de alimentos de base oleosa a fin de controlar su rancidez oxidativa. Los resultados permiten suponer que las películas de SPC podrían obtenerse por métodos termomecánicos, más efectivos desde un punto de vista industrial que el *casting*, con la posibilidad de utilizar el equipamiento preexistente para termoplásticos con mínimas modificaciones.