

RESUMEN

El uso masivo de plásticos sintéticos y su impacto medioambiental obliga a buscar alternativas biodegradables para el envasado de los alimentos, etapa necesaria para su adecuada conservación. Así mismo, la necesidad de incrementar la vida útil de los alimentos ha despertado gran interés en el desarrollo de materiales activos (antimicrobianos y antioxidantes) que mantengan su calidad y seguridad por más tiempo, mediante el uso de compuestos de origen natural, seguros para el consumidor. En este sentido, el desarrollo de materiales biodegradables activos para el envasado de alimentos constituye hoy en día un reto importante para la industria alimentaria.

En la presente Tesis Doctoral, se ha estudiado la encapsulación de carvacrol mediante el electroestirado o extensión y secado de diferentes disoluciones poliméricas con carvacrol. Se han utilizado polímeros biodegradables portadores de diferente polaridad (almidón termoplástico: TPS, polivinil-alcohol: PVA, policaprolactona: PCL o ácido poliláctico: PLA) disueltos en el solvente adecuado, con el fin de obtener capas activas. Estas capas se han combinado con otras de polímeros con propiedades complementarias, para obtener laminados activos adecuados para el envasado de alimentos. Los laminados combinaron polímeros polares (TPS o PVA) y poliésteres no polares (PCL o PLA) incorporando el carvacrol en una de las capas. Se evaluó la cinética de liberación del activo, así como la acción antimicrobiana de los materiales obtenidos. Los laminados se caracterizaron en su funcionalidad como material de envase (propiedades de barrera, mecánicas u ópticas), así como en su estructura y comportamiento térmico.

Los estudios de encapsulación revelaron un mayor potencial encapsulante del carvacrol para los polímeros no polares (PCL y PLA), aunque el PVA mostró también una buena afinidad con el compuesto activo. La matriz de PVA mostró una mayor retención de carvacrol mediante electroestirado de sus disoluciones acuosas que por extensión y secado, sin necesidad de adición de tensoactivos como el Tween 85. Para la encapsulación en PLA, se usaron mezclas binarias de solventes aptos para contacto con los alimentos (acetato de etilo y DMSO). En este caso, se obtuvo una mayor eficiencia encapsulante del PLA en los materiales obtenidos por extensión y secado que en los electroestirados.

La cinética de liberación del carvacrol de las fibras de PCL explicó el mayor efecto antibacteriano contra *Escherichia coli*, y el escaso efecto antilisteria. La velocidad de liberación del activo aumentó cuando disminuyó la polaridad de los simulantes alimentarios, mostrando una liberación completa en los sistemas apolares, pero solo hasta un 75% en los sistemas acuosos, que requerirían una mayor proporción del activo en el envase para potenciar su efectividad.

La combinación de láminas de TPS con fibras de PCL cargadas con carvacrol dio lugar a materiales con una permeabilidad al vapor de agua mejorada, en comparación con los films de almidón, sin efectos relevantes sobre las otras propiedades funcionales estudiadas. Cuando los laminados se probaron *in vitro* contra cepas Gram (+) y Gram (-) mostraron un efecto antibacteriano similar al de las fibras de PCL con carvacrol, pero retrasado en el tiempo. Los estudios de desintegración-biodegradación de los laminados almidón-PCL revelaron que las películas con carvacrol afectaron la actividad del inóculo del compost, disminuyendo ligeramente la biodegradabilidad de las películas, pero alcanzando valores de desintegración similares (75-80%) a las muestras libres de carvacrol.

Se obtuvieron también laminados de PLA y PVA mediante la extensión y secado de disoluciones acuosas de PVA con carvacrol. La superficie del PLA fue sometida a aminolización a fin de mejorar la extensibilidad de las disoluciones acuosas. A pesar del incremento de la componente polar de la energía superficial del PLA y su mejorada humectabilidad con las soluciones de PVA, estas bicapas no mostraron una mejora significativa en las propiedades mecánicas y de barrera respecto a las monocapas de PLA.