

RESUMEN

“Desarrollo y optimización de nuevas formulaciones de biopolímeros con principios activos para aplicaciones en el sector envase-embalaje”

Esta tesis doctoral tuvo como objetivo principal el estudio, desarrollo y caracterización de nuevos materiales poliméricos mediante el uso de diferentes matrices poliméricas de origen natural y biodegradables, así como también de aditivos naturales y residuos agroindustriales, todo ello con la finalidad de obtener biopolímeros útiles en el sector envase y embalaje.

Una de las matrices seleccionadas para su uso fue el bio-poli(etileno) de alta densidad (bio-HDPE). El bio-HDPE es un material que se puede obtener a partir de fuentes naturales renovables. Sin embargo, no es susceptible de biodegradación, es por ello que se planteó la adición de cargas y aditivos naturales a la matriz polimérica, con la finalidad de obtener nuevos materiales en los que el uso de estas cargas permita una disminución de la cantidad de matriz polimérica necesaria, además de la posibilidad de proporcionarle al polímero nuevas características y propiedades gracias a los principios activos (fenoles, flavonoides, etc.) que poseen en su estructura. Las cargas utilizadas fueron por un lado harina de piel de caqui (PPF) y, por otro, lignina Kraft (KL). Teniendo en consideración la baja compatibilidad que existe entre la matriz polimérica y las cargas naturales debido básicamente a su inherente hidrofobicidad e hidrofiliidad, respectivamente, se propuso el uso de diferentes técnicas de compatibilización. Se observó como el uso de un poli(etileno) injertado con anhídrido maleico (PE-g-MA) y el tratamiento de silanización realizado a las cargas de (PPF) permitió una mejora en las propiedades mecánicas en comparación con las muestras con cargas sin compatibilizar, indicando por tanto una mejora en la interacción de las fases. Por su parte, el tratamiento con cloruro de palmitoil a las cargas de (PPF), si bien no mejoró las propiedades mecánicas permitió un incremento en la hidrofobicidad de los materiales compuestos obtenidos. Por otro lado, la utilización de peróxido de dicumilo (DCP) para la generación de una extrusión reactiva entre la matriz de bio-HDPE y la KL dio lugar una mejora en las propiedades mecánicas, lo que indica que la interacción entre las fases se incrementó. Adicionalmente, teniendo en consideración que las cargas de origen natural tienen

diferentes principios activos en su estructura, algunos de ellos con capacidad antioxidante, se analizó su efecto en las propiedades térmicas de las muestras con (PPF) y se evidenció que repercuten en la estabilidad a la oxidación, debido a un retraso en la degradación térmica (OIT) del material analizado en condiciones isotérmicas, este mismo efecto se observó al agregar directamente principios activos fenólicos, como el ácido gálico y quercetina a la matriz de bio-HDPE.

El estudio continuó con la utilización de poli(ésteres) como el poli(ácido láctico) (PLA) y poli(butilén succinato) (PBS). En el caso del PLA se buscó mejorar la fragilidad propia del material mediante la adición de un oligómero de ácido láctico (OLA) como agente plastificante y se obtuvo que a mayor cantidad de plastificante la ductilidad del PLA incrementaba. Adicionalmente, con el fin de enfocar el material al uso en el sector de envase y embalaje, se buscó mejorar sus propiedades barrera mediante la incorporación de nanomateriales, concretamente nanotubos de haloisita (HNTs), lográndose una importante disminución en la permeabilidad al vapor de agua (WVP) y al limoneno (LP) en aquellas muestras de PLA/OLA/HNTs con un contenido de 3 phr de HNTs.

En el caso del PBS, si bien es un material biodegradable, su obtención aún depende de fuentes petroquímicas total o parcialmente, además que su producción implica un alto costo, por tanto, es importante la búsqueda de alternativas que permitan combinarlo con recursos naturales, para lograr un material menos costoso y más respetuoso con el medio ambiente. Es por ello que se consideró el uso de harina de cáscara de pistacho (SPF) como carga natural. Del mismo modo como se indicó anteriormente se vio la necesidad de añadir el poli(butilén succinato) injertado con anhídrido maleico (PBS-g-MAH) como agente compatibilizante para mejorar la interacción entre las fases, lo cual tuvo un efecto positivo, ya que se observó que la carga actuaba como refuerzo para la matriz, mejorando las propiedades mecánicas de las muestras. Su efecto también se pudo ver en la estabilidad térmica, donde se observó un incremento en la temperatura de inicio de degradación con los valores más bajos de carga estudiados. Sin embargo, el uso de SPF incrementó la capacidad de las muestras para absorber agua debido básicamente a la característica hidrofílica de las cargas.

Una última fase de la tesis consistió en el aprovechamiento de los residuos agroindustriales, mediante la extracción de algunos de sus biopolímeros, entre ellos

proteínas, lignina y nanocristales de celulosa (CNC), los cuales luego fueron combinados, con la finalidad de obtener películas para su posible uso en el sector envase y embalaje. La lignina y los CNC fueron obtenidos a partir de las piñas de pino y utilizados como materiales de refuerzo para la matriz de proteína procedente del haba. La incorporación de dichos compuestos en la película de proteína dio lugar a un incremento en las propiedades mecánicas en términos de módulo de Young y resistencia a la tracción, además tuvo repercusión en las propiedades barrera, reduciendo la permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno. En las muestras con CNC se observó un incremento en la hidrofobicidad de las películas obtenidas, relacionado también con la disminución en el contenido de humedad y la solubilidad reportados.

Por tanto, de manera general se puede decir que con el trabajo desarrollado se pudieron obtener materiales biopoliméricos con características prometedoras para su aplicación en el sector envase y embalaje, planteando con ello opciones al uso de materiales poliméricos derivados del petróleo.