

# RESUMEN

## **“Fabricación y caracterización de materiales compuestos de alto rendimiento medioambiental derivados de resinas ecológicas y refuerzos de fibras naturales y estructuras híbridas”**

Es evidente cómo el aumento de la concienciación medioambiental respecto al uso de materiales poliméricos de origen petroquímico o plásticos de un único uso ha cambiado por completo el panorama de los materiales poliméricos, desde el punto de vista de su concepción o de su uso. Durante el desarrollo de esta tesis doctoral se ha abarcado varias alternativas con el fin de obtener materiales nuevos, que no tengan solo un bajo impacto ambiental, sino también que posean propiedades competitivas al compararlos con materiales convencionales, además de que su elaboración no conlleve un cambio drástico con respecto a las tecnologías existentes en la actualidad. Es por eso por lo que el objetivo principal de esta tesis doctoral se centra en el desarrollo y caracterización de nuevos materiales con un alto rendimiento medioambiental a partir de matrices termoplásticas como el poli(ácido láctico) (PLA) y matrices termoestables como resinas epoxi con un contenido parcial o total de origen natural. Además del uso de rellenos y fibras de origen natural.

El PLA es un polímero de origen natural que ha ganado popularidad en los últimos años. Se debe principalmente a su biodegradabilidad, biocompatibilidad y a sus interesantes propiedades, como la memoria de forma. Sin embargo, el PLA tiene varias limitaciones, entre ellas, su elevada fragilidad. Es por ello, que en el presente trabajo se han realizado diferentes modificaciones con el propósito de suplir esta carencia. Se empezó con la formulación a través de una mezcla física con otro polímero flexible y con capacidad de biodegradación como el poli(butilén succinato-co-adiapato) (PBSA), donde para sobrellevar la baja miscibilidad entre estos dos polímeros se utilizó un oligómero epoxi estireno-acrílico (ESAO). Se observó el claro impacto que tuvo el PBSA en el aumento de las propiedades dúctiles y de tenacidad del PLA, siendo más notorio este efecto con la incorporación del ESAO, lamentablemente disminuyendo su capacidad de memoria de forma. Otra estrategia utilizada para la modificación de las propiedades del PLA fue la incorporación de agentes plastificantes como el oligómero de ácido láctico (OLA), donde se obtuvo una mejora considerable tanto en las propiedades de resistencia al impacto como de memoria forma, así también como un ligero efecto plastificante, obteniendo resultados alentadores para su uso en envases compostables.

Teniendo en cuenta las capacidades del PLA a ser modificado y moldeado por técnicas convencionales, se aprovechó esto en la elaboración de diferentes tipos de materiales compuestos. Se comenzó con la fabricación de una estructura ligera de tipo sándwich. Esta estructura estaba formada por un núcleo en forma de panal y unas caras exteriores; donde el núcleo en forma de panal estaba hecho completamente de PLA, y las caras exteriores estaban constituidas por una matriz de PLA y reforzadas por fibras de lino, estos componentes fueron unidos por una capa de PLA no tejido impregnadas con una resina epoxi con un contenido parcial de origen renovable. Las estructuras resultantes presentaron excelentes propiedades a flexión y compresión, además de contener un alto porcentaje de componentes de origen natural. Posteriormente, se fabricó una segunda estructura, cuyo compuesto se basó en una matriz de PLA reforzada con fibras de yute, fabricada por termoconformado. Se logró conseguir materiales compuestos con hasta el 50 % de fibras de refuerzo. Los materiales obtenidos presentaron buenas propiedades a tracción cuando se reforzaron con fibras direccionadas (tejidas) y buenas propiedades de flexión al utilizar tanto fibras tejidas como no tejidas.

Internándonos en el mundo de las matrices termoestables. Es bien conocido que uno de sus mayores inconvenientes es su origen petroquímico. Para intentar solventarlo, en este trabajo se estudió en primer lugar una resina epoxi con un contenido parcial de origen natural, y una resina epoxi derivada de aceite epoxidado de lino (ELO). A través de un análisis cinético del curado de estas resinas, se determinó que el contenido parcial de la resina epoxi, y la diferente ubicación de los grupos epoxi en la resina epoxi basada en ELO no influye en su proceso de curado, comportándose de forma similar a una resina epoxi convencional. Estos interesantes resultados posibilitan su aplicación en la industria sin afectar en gran medida a los procesos de producción. Además de dar luz verde a la optimización del proceso de curado a través de medios convencionales como es el control de la temperatura de curado y de poscurado. Los estudios determinaron que las temperaturas de curado moderadas y las altas temperaturas de poscurado producían piezas con un grado de reticulación óptimo, lo que se traduce en buenas propiedades mecánicas.

Aprovechando la gran versatilidad que tiene las resinas epoxi como matriz de materiales compuestos, se fabricaron tres tipos de estructuras con diferentes rellenos y fibras de refuerzo de origen natural. Un primer material se elaboró incorporando hasta un 40 % partículas derivadas de la semilla de lino con diferentes tamaños de grano, obteniendo materiales con propiedades mecánicas balanceadas y una apariencia similar a la madera, que puede ser interesante en sectores como el mobiliario. El segundo material fue un laminado, formado por telas de fibras de lino y de basalto, donde para obtener una mejor interacción superficial entre la matriz y las fibras de refuerzo, estas fueron tratadas con

agentes de acoplamiento basado en silanos. Como resultado se obtuvieron materiales con buenas propiedades a flexión. El último material fue una estructura sándwich ligera con un núcleo permeable cuyo núcleo garantizó una buena distribución de la resina por toda la estructura y aportaba ligereza al sistema. Los buenos resultados obtenidos con el tratamiento de las fibras de lino y basalto mostraron una excelente interacción fibra/núcleo/resina, dando lugar a materiales con una buena capacidad de absorción de impactos.