

Resumen de tesis

El objetivo principal de la presente tesis doctoral es el estudio y desarrollo de materiales basados en el ácido poliláctico (PLA) y policloruro de vinilo (PVC) con el fin de mejorar las propiedades y poder aplicarlos en el sector industrial. Este estudio se centra principalmente en la mejora de las propiedades térmicas, mecánicas, morfológicas y ópticas, entre otras, así como la modificación de la fragilidad y rigidez inherentes a los materiales poliméricos nombrados anteriormente mediante el empleo de aditivos como agentes plastificantes derivados del ácido cinámico. El ácido cinámico es un ácido carboxílico aromático que contiene un doble enlace y que, por lo tanto, presenta dos isómeros geométricos. La forma *trans* es la más abundante debido a la estructura que adopta, con interesantes posibilidades en la industria de los polímeros. Este compuesto y sus derivados se emplean ampliamente en diversos sectores como el médico, cosmético, alimentario, medioambiental y droguería, entre otros muchos. Los ésteres derivados del ácido cinámico, o cinamatos, resultan ser de gran importancia. Al igual que muchos ésteres, éstos son compuestos de volatilidad media que se emplean mucho en las fragancias y para aportar sabor en el sector alimentario. Se trata de compuestos orgánicos aromáticos con funcionalidades muy interesantes desde el punto de vista químico, ya que la presencia de grupos carboxílicos e insaturaciones permiten llevar a cabo reacciones de polimerización por condensación. En este sentido, ofrecen un especial interés en la síntesis y/o modificación de materiales poliméricos.

En el contexto actual de la industria de los polímeros, resulta necesaria la búsqueda de materiales sostenibles y respetuosos con el medio ambiente debido a la situación en la que nos encontramos. Esta creciente conciencia ambiental ha centrado el foco de muchas investigaciones en el desarrollo de soluciones innovadoras que cumplan con los estándares de sostenibilidad y, al mismo tiempo, sean capaces de poseer propiedades y rendimientos excepcionales que sean duraderos de cara al futuro. Dentro de este marco, la presente investigación se sumerge en el estudio y evaluación de alternativas prometedoras con las que mejorar la fragilidad y rigidez inherentes al PLA y PVC mediante la incorporación de diferentes materiales, como agentes plastificantes derivados del ácido cinámico.

El primer estudio se llevó a cabo en el marco de una estancia de investigación en la Universidad de Bogotá, centrado en la extracción, caracterización y fabricación de *films* basados en almidones procedentes de diversas variedades de patatas de Colombia. El primer objetivo se centra en la optimización de los parámetros que intervienen en el proceso de extracción de almidón y, una vez optimizados, llevar a cabo el estudio de las propiedades de los materiales. En este contexto, se obtuvieron mejoras en las propiedades mecánicas como el alargamiento a la rotura y resistencia a la

tracción en *films* o películas plastificados con glicerol. En cuanto a las propiedades térmicas y morfológicas también se lograron resultados relevantes como un incremento de la temperatura de gelatinización de los almidones.

El segundo trabajo, se centra en el desarrollo y potencial de algunos compuestos de ésteres de ácido cinámico como agentes plastificantes de alto rendimiento medioambiental para mejorar las propiedades dúctiles de PLA. Los cinamatos empleados en el trabajo ofrecen parámetros de solubilidad (δ) similares al del PLA, resultando una opción técnicamente viable para la mejora de la tenacidad del PLA. El proceso de plastificación se llevó a cabo mediante extrusión y, posteriormente, los materiales se sometieron a un proceso de inyección, validando, de esta manera, la transferencia de los resultados a escala industrial. En particular, se evaluó la influencia de la estructura de diferentes ésteres del ácido cinámico, en una proporción fija del 20 % en peso. Los resultados, demuestran el excepcional efecto plastificante que pueden aportar los cinamatos, con una notable mejora en las propiedades mecánicas dúctiles, así como una disminución considerable de la temperatura de transición vítrea (T_g), propiedad importante en las características de los plastificantes.

El tercer trabajo se centró en el desarrollo de compuestos con matriz de PLA y refuerzos de residuos de *Posidonia oceanica*. Esta es una planta acuática presente de manera abundante en el mar Mediterráneo con una gran cantidad de beneficios en los ecosistemas. Dado que la incorporación de fibras de *Posidonia oceanica* repercute en un incremento de la fragilidad, se incorporaron ésteres del ácido cinámico con el fin de mejorar la tenacidad de los compuestos obtenidos. Se emplearon técnicas de extrusión reactiva (REX) para mejorar las interacciones entre el PLA, la *Posidonia oceanica* y los plastificantes derivados del ácido cinámico. El proceso de extrusión reactiva se llevó a cabo en presencia de un iniciador de peróxido de dicumilo (DCP), y permite una notable mejora en las propiedades mecánicas dúctiles, estabilidad térmica, plastificación e interacción entre los componentes de los compuestos. Esta investigación abre camino a una gran variedad de compuestos de alto rendimiento medioambiental, con tenacidad mejorada mediante procesos de extrusión reactiva.

El cuarto trabajo se centró en explorar las posibilidades de los ésteres del ácido cinámico en la plastificación de uno de los polímeros que representa el mayor volumen industrial de consumo de plastificantes, el policloruro de vinilo. Con ello, se pretende validar la utilidad de una nueva familia de plastificantes de tipo cinamato, altamente respetuosos con el medio ambiente, como alternativas al empleo de ftalatos. Los materiales, en forma de *film* o película, se fabricaron mediante el método de *cast film*, empleando una proporción de plastificante constante de 50 phr (partes en peso de plastificante por cada 100 partes en peso de PVC), con cinamatos con diferentes estructuras. La

mejora en las propiedades mecánicas resultó ser de gran magnitud, en lo referente a las propiedades dúctiles. Además, los *films* obtenidos mostraron altos niveles de transparencia y mínima absorción de luz visible y ultravioleta, haciéndolos candidatos para aplicaciones que requieran claridad como el sector de envases.