

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 373**

51 Int. Cl.:

C08K 5/00 (2006.01)

C08L 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2019** **E 19157929 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2022** **EP 3689955**

54 Título: **Polímeros biodegradables a base de almidón mejorados**

30 Prioridad:

01.02.2019 PT 2019115286

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.02.2023

73 Titular/es:

**UNITED RESINS - PRODUÇÃO DE RESINAS S.A.
(100.0%)**

**Praça das Oliveiras, Lote N° 126 Parque Industrial
E Empresarial da Figueira da Foz
3090-380 Figueira da Foz, PT**

72 Inventor/es:

**ALDÁS CARRASCO, MIGUEL FERNANDO;
ARRIETA, MARINA PATRICIA;
FERRI AZOR, JOSÉ MIGUEL;
GARCÍA-GARCÍA, DANIEL;
SAMPER MADRIGAL, MARÍA DOLORES;
LÓPEZ MARTÍNEZ, JUAN y
MENDES FERREIRA, ANTÓNIO MANUEL**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

Observaciones:

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o
Bemerkungen) en el folleto original publicado por
la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 933 373 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Polímeros biodegradables a base de almidón mejorados

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a polímeros biodegradables mejorados, en particular, a biopolímeros a base de almidón, como los polímeros de almidón termoplástico (TPS), formulados con derivados de colofonia de goma de manera que la composición biodegradable a base de almidón resultante presente mejor procesabilidad y propiedades mecánicas, microestructurales y térmicas.

Estas composiciones biodegradables mejoradas a base de almidón son especialmente adecuadas para casi cualquier aplicación industrial de plásticos, tal como, la industria del embalaje, envasado de alimentos, películas de mantillo agrícola o plásticos de invernadero y/o productos desechables para usos higiénicos y sanitarios, etc.

15 **Antecedentes de la técnica**

Los plásticos son uno de los materiales más utilizados, principalmente por la versatilidad de sus aplicaciones que los hacen aptos en casi cualquier campo. El consumo de los plásticos "commodities" ha ido creciendo durante las últimas décadas. El consumo mundial en 2016 de solo termoplásticos, poliuretanos y termoestables fue de 335 millones de toneladas y 60 millones en Europa.¹ La preocupación mundial por la generación de grandes cantidades de residuos plásticos, sumado al impacto ambiental que provocan los plásticos tradicionales después de su vida útil ha motivado la investigación de materiales más respetuosos con el medio ambiente.² No solo en aquellos plásticos que son biodegradables, sino también en los que proceden de fuentes renovables.³⁻⁵ Por tanto, los "biopolímeros" están ganando interés en varias aplicaciones industriales. El término "biopolímero" implica dos conceptos diferentes: polímeros de base biológica y biodegradables. Los polímeros de base biológica son materiales derivados de recursos renovables tales como cereales, maíz, patatas, caña de azúcar, remolacha azucarera o incluso aceites vegetales.⁶ Mientras tanto, los polímeros biodegradables son materiales susceptibles de degradarse en moléculas pequeñas incluyendo agua, metano, dióxido de carbono y biomasa, por la acción de microorganismos en condiciones específicas.^{7,8} Estos materiales pueden provenir de recursos renovables y/o fósiles. Por tanto, la investigación de materiales poliméricos que combinen ambas propiedades, tales como, almidón termoplástico (TPS), copolímeros a base de almidón y, poli(ácido láctico) (PLA), la familia de los poli(hidroxialcanoatos) PHA, PHB, así como PBAT, PBST, entre otros, ha ido en aumento en los últimos años.^{3,6,9,10} Entre los biopolímeros que se comercializan actualmente, los derivados de los agro-recursos, tales como el almidón y en particular en su forma termoplástica, son los biopolímeros más difundidos y económicos.¹¹⁻¹³ De hecho, la introducción del almidón en el sector del plástico ha venido motivada por su bajo coste debido a que está disponible en grandes cantidades. Sin embargo, el almidón no puede procesarse a través de técnicas convencionales de procesamiento de plástico sin más modificaciones ya que su degradación comienza a una temperatura inferior a su punto de fusión.¹⁰ Por lo tanto, su forma termoplástica ha ganado considerable interés en varios sectores industriales en los que la biodegradabilidad es un factor clave, incluyendo la industria del embalaje, productos desechables para usos higiénicos y sanitarios, etc.¹⁴ Sin embargo, el desarrollo de materiales a base de TPS es todavía limitado debido a su fragilidad, baja resistencia al agua y dependencia de las propiedades mecánicas de la humedad ambiental.^{15,16} De hecho, es ampliamente conocido que, los materiales bioplásticos pueden tener un rendimiento inferior al de los plásticos sintéticos tradicionales debido a sus características inherentes.^{6,17-19} Es por eso que el TPS también se ha mezclado con otros polímeros con el fin de ampliar su gama de aplicaciones, como en el caso de las bolsas producidas en asociación con PCL por extrusión que presentan prestaciones mecánicas similares al polietileno de baja densidad.¹³ Por lo tanto, para obtener alternativas reales a los polímeros sintéticos tradicionales es fundamental mejorar su rendimiento global, por lo que las novedosas formulaciones basadas en biopolímeros competirán con las sintéticas tradicionales.¹⁹ La industria de procesamiento de plásticos modificaba frecuentemente las propiedades finales de los polímeros con aditivos, que son reemplazados gradualmente por los naturales, por sus ventajas en cuanto a su menor impacto ambiental.²⁰⁻²² En este sentido, Novamont comercializa mezclas a base de TPS con poliésteres biológicamente degradables bajo el nombre comercial Mater-Bi®, mientras que United Biopolymers, desarrolló copolímeros a base de almidón modificado denominados Unik Biopar®.

Algunos autores han informado sobre varias formas de mejorar las propiedades térmicas y mecánicas de los materiales a base de TPS destinados a los mismos fines industriales que en la presente invención, mediante, por ejemplo, el refuerzo del material a base de TPS con fibras naturales, tales como las fibras alfa, fibras de Miscanthus o pulpa de celulosa de lino.

El documento US6231970 se refiere a formulaciones a base de TPS que comprenden un relleno de partículas y, entre otros, derivados de celulosa y/o polímeros a base de polisacáridos para mejorar las propiedades mecánicas.

El documento US6235816 describe mezclas de TPS que contienen al menos un poliéster aromático, copolímeros de poliéster que tienen bloques tanto alifáticos como aromáticos, amidas de poliéster, polímeros de óxido de polietileno,

poliglicoles y uretanos de poliéster junto con aditivos, tales como gelatinas, proteínas, zeínas, polisacáridos, derivados de celulosa, polilactidas, poli(alcohol vinílico), acetato de polivinilo, poliacrilatos, alcoholes de azúcar, goma laca, caseína, derivados de ácidos grasos, fibras vegetales, lecitina, quitosano, poliuretanos de poliéster y amidas de poliéster.

El documento WO2009147606 describe materiales plásticos biodegradables tales como materiales a base de TPS, que comprenden además aditivos vegetales y naturales, para modelar las propiedades mecánicas, físicas y estéticas de los mismos, tales como, por ejemplo, semillas de colza, semillas de soja, semillas de pomelo, semillas de girasol, alfalfa, trébol, paja de trigo, paja de arroz, corcho.

Sin embargo, tanto desde el punto de vista técnico como medioambiental, todavía existe un interés y una necesidad crecientes en el desarrollo de materiales mejorados biodegradables a base de almidón que superen los inconvenientes conocidos del estado de la técnica, tales como, baja procesabilidad y propiedades mecánicas, microestructurales y térmicas deficientes.

Los inventores de la presente invención han encontrado que ciertos derivados de éster de colofonia de goma, cuando se usan como aditivos en materiales plásticos o mezclas biodegradables a base de almidón, son capaces de mejorar la procesabilidad y las propiedades mecánicas y térmicas de tales materiales biodegradables a base de almidón proporcionando así una solución eficaz a los inconvenientes del estado de la técnica detallados anteriormente.

Sumario de la invención

Por consiguiente, en un primer aspecto, la invención se refiere a una composición o mezcla biodegradable a base de almidón con mejor procesabilidad y propiedades mecánicas, microestructurales y térmicas que se caracteriza por comprender un material a base de almidón o un componente a base de almidón y un derivado de éster de colofonia de goma que tiene un punto de reblandecimiento, en el intervalo de 80 - 120 °C. Además, el derivado de éster de colofonia de goma es un producto de peso molecular bajo/medio, preferentemente entre 800 - 3.000 Da, principalmente enriquecido con grupos funcionales triéster y tetraéster, que tienen bajo índice de acidez, preferentemente por debajo de 30 mg de KOH/g y Color Gardner por debajo de 6.

La presente invención está dirigida a una composición o mezcla biodegradable a base de almidón, en donde el derivado de éster de colofonia de goma se selecciona de un grupo que consiste en: éster de pentaeritrol, éster de glicerol, éster de etilenglicol o mezclas de los mismos. Además, el derivado de éster de colofonia de goma puede derivar opcionalmente de una colofonia de goma modificada con maleico.

En otro aspecto preferido, la presente invención se refiere a una composición o mezcla de plástico biodegradable a base de almidón, en donde el material a base de almidón o el componente a base de almidón se selecciona del grupo que consiste en: almidón nativo, polímero termoplástico de almidón y/o copolímeros a base de almidón modificado. La composición o mezcla biodegradable a base de almidón puede comprender opcionalmente otros polímeros seleccionados del grupo que comprende adipato tereftalato de polibutileno (PBAT), poli (succinato de butileno-co-tereftalato) PBST, succinato de polibutileno (PBS), polihidroxialcanoato (PHA), polihidroxibutirato (PHB), policaprolactona (PCL), ácido poliláctico (PLA) y/o mezclas de los mismos.

En un aspecto aún más preferido, la presente invención se refiere a una composición o mezcla de plástico biodegradable a base de almidón, que comprende derivados de éster de colofonia de goma que tienen un punto de reblandecimiento entre 80 -100 ° C. En una realización preferida, dichos derivados de éster de colofonia de goma tienen un peso molecular de 800 - 3.000 Da. En una realización aún preferida, dichos derivados de éster de colofonia de goma tienen un índice de acidez por debajo de 30 mg de KOH/g. La composición o mezcla de plástico biodegradable a base de almidón comprende opcionalmente un polímero natural o sintético distinto del almidón seleccionado del grupo que consiste en: adipato tereftalato de polibutileno (PBAT), poli (succinato de butileno-co-tereftalato) PBST, succinato de polibutileno (PBS), polihidroxialcanoato (PHA), polihidroxibutirato (PHB), policaprolactona (PCL), ácido poliláctico (PLA) y/o mezclas de los mismos.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a una composición biodegradable a base de almidón como se menciona en los párrafos anteriores que comprende además mezclas seleccionadas del grupo que consiste en: glicerina, sorbitol, aceite de soja refinado con álcali y/u otros aceites vegetales, opcionalmente junto con otros dispersantes, plastificantes, lubricantes, etc.

La presente invención está dirigida a la composición o mezcla biodegradable a base de almidón mencionada anteriormente, en donde el derivado de éster de colofonia de goma está presente en la composición en una cantidad del 0,1 al 15 % en peso con respecto al peso total de la composición.

En otro aspecto preferido, la presente invención se dirige a una composición o mezcla de plástico biodegradable a base de almidón en donde el contenido de derivado de éster de colofonia de goma está preferentemente entre el 5 y

el 15 % en peso, más preferentemente, el 10 % en peso con respecto a la composición total.

En un aspecto más preferido, la presente invención se dirige a una composición o mezcla biodegradable a base de almidón en donde el contenido del componente a base de almidón está presente en la composición en una cantidad entre el 30 y el 50 % en peso, los otros polímeros, copolímeros o poliésteres están presentes en una cantidad del 40 al 60 % en peso, el derivado de colofonia de goma está presente en una cantidad del 0,1 al 15 % en peso, los plastificantes y/o dispersantes están presentes en una cantidad de hasta el 5 % en peso y, opcionalmente, otros aditivos están presentes en una cantidad inferior al 1 % en peso, en relación con el peso total de la composición biodegradable a base de almidón.

En otra realización, la presente invención también se refiere a una lámina, película, recipiente y artículo moldeado fabricado con el material plástico biodegradable a base de almidón como se detalla en los párrafos anteriores.

Finalmente, la presente invención también está dirigida al uso de un derivado de éster de colofonia de goma seleccionado del grupo que consiste en éster de pentaeritritol de colofonia de goma, éster de glicerol de colofonia de goma, éster de etilenglicol de colofonia de goma y/o mezclas de los mismos, que tiene un punto de reblandecimiento entre 80 -120 °C, preferentemente un peso molecular de 800 - 3.000 Da y preferentemente un índice de acidez por debajo de 30 mg de KOH/g para la fabricación de una composición o mezcla biodegradable a base de almidón con mejor procesabilidad y propiedades mecánicas, microestructurales y térmicas.

Figuras

La figura 1 representa la resistencia a la tracción (MPa) sobre el contenido de resina (% en peso) de las formulaciones de derivados de éster de colofonia de goma ensayadas.

La figura 2 representa el alargamiento a la rotura (%) sobre el contenido de resina (% en peso) de las formulaciones de derivados de éster de colofonia de goma ensayadas.

Las Figuras 3A y 3B representan la curva de tensión-deformación (tenacidad) de las formulaciones de derivados de éster de colofonia de goma ensayadas.

Las figuras 4a y 4b representan el análisis DMA: a) módulo de almacenamiento y b) curvas de factor de pérdida para formulaciones de Unik Biopar® pura y 15 % en peso de derivados de éster de colofonia de goma.

Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción detallada, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda de las realizaciones desveladas.

La presente invención abarca una composición y/o mezcla de plástico biodegradable a base de almidón que tiene mejor procesabilidad y propiedades mecánicas, microestructurales y térmicas.

Estas mezclas de polímeros se pueden extruir, soplar, inyectar o formar de otro modo en artículos, láminas y películas, etc. para su uso en una amplia variedad de usos industriales, incluyendo la industria del embalaje, tales como envolturas, bolsas y bolsitas, en particular, envasado de alimentos, películas de mantillo agrícola o plásticos de invernadero y/o productos desechables para usos higiénicos y sanitarios, etc. Los autores de la presente invención han descubierto que al incorporar derivados de éster específicos de colofonia de goma en una composición o mezcla de polímero biodegradable a base de almidón, estos derivados de éster específicos de colofonia de goma actúan como compatibilizadores entre los componentes de la composición y contribuyen a aumentar la tenacidad hasta más del 250 % (determinado por el área bajo la curva de tensión-deformación), Módulo de Young de hasta más del 5 % y resistencia a la tracción de hasta más del 13 % (determinado por las propiedades de tracción de los materiales evaluados en una máquina de prueba universal) cuando se compara con la misma composición de polímero biodegradable a base de almidón que no incorpora tales derivados de éster de colofonia de goma. Estos resultados se obtuvieron mediante los ensayos descritos en el ejemplo 2. Las propiedades de tracción de las formulaciones se evaluaron en una máquina de ensayo universal Ibertest Elib 30 de SAE Ibertest (Madrid, España) a temperatura ambiente, de acuerdo con la norma ISO 527 respectivamente. Los ensayos se realizaron con una celda de carga de 5 kN y una velocidad de ensayo de 10 mm min⁻¹. Se ensayaron al menos cinco especímenes de cada formulación. Se calculó la tenacidad de los materiales, el área bajo la curva típica de tensión-deformación y el incremento de tenacidad con respecto a Unik Biopar® pura. Para cada muestra, se eligió una curva para que fuera representativa del comportamiento promedio de cada formulación. El área se calculó utilizando el programa OriginPro2015.

Además, también se ha demostrado que al incorporar dichos derivados de éster de colofonia de goma en una composición o mezcla de polímero biodegradable a base de almidón, estos derivados éster de colofonia de goma actúan también confiriéndole una mayor cohesión a los componentes de la formulación, mejorando su rendimiento de procesabilidad al disminuir la temperatura de procesamiento hasta 45 °C (determinada en el perfil de temperaturas de moldeo por inyección) y aumentando el alargamiento máximo a la rotura en un 72 % (determinado por las propiedades de tracción de los materiales evaluados en una máquina de ensayo universal), cuando se compara con la misma

composición de polímero biodegradable a base de almidón que no incorpora tales derivados de éster de colofonia de goma. Las propiedades de tracción de las formulaciones se evaluaron en una máquina de ensayo universal Ibertest Elib 30 de SAE Ibertest (Madrid, España) a temperatura ambiente, de acuerdo con la norma ISO 527 respectivamente. Los ensayos se realizaron con una celda de carga de 5 kN y una velocidad de ensayo de 10 mm min⁻¹. Se ensayaron al menos cinco especímenes de cada formulación. Estos resultados se obtuvieron a través de los ensayos como se describe en el ejemplo 2.

Como se verá en la parte experimental presentada en la presente solicitud, los inventores de la presente solicitud han confirmado que la caída de temperatura está relacionada con la reducción del punto de reblandecimiento de las resinas y ayuda a ahorrar energía cuando se procesa una composición de plástico biodegradable a base de almidón de acuerdo con la presente invención. A nivel industrial, este efecto es interesante en materiales a base de almidón que tienen una ventana de procesamiento estrecha o cuando no se permiten altas temperaturas de procesamiento para evitar la degradación térmica de los materiales.

Adicionalmente, los derivados de éster de colofonia de goma aportan mayor cohesión a las mezclas a base de almidón, aumentando así su rendimiento mecánico debido a la interacción de los grupos polares de los derivados de éster de colofonia de goma con los grupos alifáticos y aromáticos presentes en las mezclas a base de almidón.

En cuanto al alargamiento a la rotura, los inventores de la presente solicitud han demostrado que al añadir los derivados de éster de colofonia de goma a las composiciones de mezcla de polímeros a base de almidón de la presente invención, hay un aumento sustancial del alargamiento a la rotura independientemente del tipo o contenido de derivado de éster de colofonia de goma usado. Esto confirma el efecto plastificante de los derivados de éster de colofonia de goma añadidos a los materiales a base de almidón. Estos resultados se obtuvieron a través de los ensayos como se describe en el ejemplo 2.

Se muestra que la temperatura de deflexión térmica (HDT) de los materiales plásticos a base de almidón de la presente invención disminuye en aquellas formulaciones que contienen derivados de éster de colofonia de goma con respecto a la misma composición de plástico a base de almidón sin derivados de éster de colofonia de goma añadidos. Estos resultados confirman una plasticidad mejorada de las mezclas de polímeros a base de almidón de la presente invención cuando se añaden derivados de éster de resina de goma.

Para los fines de la presente invención, la expresión "composición/mezcla/mezcla de polímero biodegradable a base de almidón" se refiere al producto de la presente invención, que es el producto o la composición resultante después del procesamiento mediante un proceso de extrusión u otro proceso químico o físico reactivo de una composición que comprende un "componente o material a base de almidón" junto con otros copolímeros o poliésteres y derivados de la resina de goma y, opcionalmente, plastificantes, dispersantes y/u otros aditivos.

La composición de plástico biodegradable a base de almidón de la presente invención comprende del 25 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso de componente o material a base de almidón con respecto al peso total de la composición. Más preferentemente, la composición de plástico biodegradable a base de almidón comprende del 30 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso de componente a base de almidón con respecto al peso total de la composición. En una realización todavía más preferida de la presente invención, la composición de plástico a base de almidón comprende el 40 % en peso del componente a base de almidón.

Para los fines de la presente invención, la expresión "componente o material a base de almidón" representa la parte a base de almidón de la composición biodegradable final a base de almidón. El componente o material a base de almidón tiene preferentemente un contenido de almidón de al menos el 25 % en peso, más preferentemente un contenido del 30 al 45 % en peso con respecto al peso total del "componente o material a base de almidón". El componente a base de almidón puede incluir además agua y/u otros plastificantes o aditivos, tales como, glicerol, sorbitol, glicoles, trietilenglicol, PEG, etc.), maltodextrina, urea, etc. En una realización preferida, el material de almidón o el componente de almidón se selecciona del grupo que consiste en: almidón nativo, polímero termoplástico de almidón y/o copolímeros a base de almidón modificado, tal como el almidón esterificado.

El almidón utilizado en la producción del material a base de almidón de la presente invención puede proceder de fuentes naturales. Por ejemplo, el almidón nativo puede extraerse a través de procesos convencionales bien conocidos por un experto en la materia a partir de maíz, patata, trigo, arroz, tapioca, sagú y almidón alto en amilasa.

Una tecnología para producir almidón termoplástico implica la desestructuración del almidón nativo en condiciones dinámico-térmicas específicas. El proceso se lleva a cabo en una extrusora de doble husillo co-rotante en presencia de un plastificante, donde debido a la presión y a las altas velocidades de cizalladura, la estructura cristalina del almidón se rompe y el almidón se convierte en material homogéneo, amorfo, adecuado para el procesamiento de termoplásticos.

Un copolímero a base de almidón modificado es un producto resultante de una reacción química de extrusión, sin

desgasificación, que implica un agente compatibilizador para reticular almidón nativo y copolímeros o poliésteres junto con plastificantes y/o dispersantes opcionales y/u otros aditivos, tales como, glicerol, sorbitol, glicoles, trietilenglicol, PEG, etc.), maltodextrina, urea, formamida, acetamida, azúcar, aminoácidos de poliol, lípidos, sorbatos de fosfato, etc.,.

- 5 Entre los copolímeros a base de almidón modificado, se prefiere un almidón esterificado. Los almidones esterificados, tal como, el almidón esterificado con anhídrido maleico se pueden sintetizar mediante un método en seco utilizando almidón de maíz como material y anhídrido maleico como agente esterificante.
- 10 Los derivados de éster de colofonia de goma son los preparados a partir de la colofonia de madera, y todos los tipos de colofonia de goma, incluyendo la colofonia de talloil. La colofonia de goma puede tener un origen de diferentes tipos de pinos, tales como; *Pinus Pinaster*, *Massoniana*; *Yunannensis*, *Mercusis*, *Elliotti*, tropical y algunos híbridos. La composición de ácido resínico de la colofonia de goma puede variar considerablemente; sin embargo, los
- 15 principales ácidos resínicos de la goma de éster son los ácidos abiéticos, con menores contenidos de ácidos deshidroabiético y neoabiético; ácidos pimáricos, incluyendo los ácidos isopimárico y sandaracopimárico; y el ácido palústrico. Los ácidos resínicos de las colofonias de goma pueden reaccionar en su grupo ácido carboxílico con sales, por esterificación a etilenglicol, dietilenglicol, glicerol y pentaeritrol, por reducción a alcoholes y aldehídos, y por descarboxilación; y también sobre sus dobles enlaces por isomerización (a ácidos abiético, norabiético, palústrico y levopimárico), por hidrogenación (dihidro- y tetrahidro-productos), por deshidrogenación o desproporción (productos
- 20 deshidroabiéticos y di- y tetrahidro-productos), Aductos de Diels-Alder (anhídrido maleico y ácido fumárico), oxidación y polimerización. El grupo carboxílico de los ácidos resínicos en la colofonia de goma está unido a un carbono terciario que está estéricamente impedido. Para esterificar este tipo de carboxilo impedido, se usan temperaturas más altas y generalmente condiciones más drásticas que para otros ácidos carboxílicos. Estos efectos estéricos también son responsables de la resistencia del enlace del éster del ácido resínico a la escisión por el agua, ácido y álcali.
- 25 Los derivados de éster de colofonia de goma que son útiles para los fines de la presente invención presentan un punto de reblandecimiento de 80 - 120 °C medido con un aparato Ring & Ball, preferentemente de acuerdo con el método de ensayo convencional de la norma ASTM E 28-99, donde el punto de reblandecimiento se define como la temperatura a la que un disco de la muestra contenido dentro de un anillo horizontal es forzado hacia abajo una
- 30 distancia de 25,4 mm (1 pulgada) bajo el peso de una bola de acero mientras la muestra se calienta a 5 °C/ min en un baño de agua, glicerina, aceite de silicona, etilenglicol/agua o glicerina/agua.
- Los derivados de éster de colofonia de goma que son útiles para los fines de la presente invención presentan un índice de acidez por debajo de 30 mg de KOH/g, como se determina preferentemente con el método de ensayo convencional para determinar el índice de acidez de los materiales de revestimiento orgánicos de la norma ASTM D 1639-90.
- 35 Los derivados de éster de colofonia de goma que son útiles para los fines de la presente invención presentan un valor de color por debajo de 6 medido con la escala de color de Gardner como se especifica en la norma ASTM D1544. Este método de ensayo cubre la medición del color de líquidos transparentes mediante la comparación con patrones de vidrio numerados arbitrariamente.
- 40 Los derivados de éster de colofonia de goma que son útiles para los fines de la presente invención tienen un peso molecular (Mw) entre 800 - 3000 Da según lo determinado por PL-GPC 50, a 40 °C, usando THF como eluyente y un detector de IR.
- 45 Estos derivados de éster de colofonia de goma que están presentes en la composición biodegradable a base de almidón de la presente invención se pueden obtener mediante un proceso químico que se produce en un reactor de acero inoxidable presurizado o atmosférico, promoviendo la isomerización de la colofonia de goma, así como la reacción de Diels Alder para su posterior modificación, y a muy alta temperatura una reacción de policondensación utilizando polioles, tales como glicoles y pentaeritritol.
- 50 En una realización preferida, estos derivados de éster se pueden seleccionar del grupo que consiste en: éster de pentaeritritol de colofonia de goma, éster de glicerol de colofonia de goma, éster de etilenglicol de colofonia de goma y/o mezclas de los mismos. Además, los derivados de éster de colofonia de goma pueden derivar opcionalmente de una colofonia de goma modificada con maleico. En ese caso, la colofonia se puede hacer reaccionar con un ácido dibásico como el maleico y a continuación esterificarse con el correspondiente pentaeritritol, glicerol o etilenglicol para formar el correspondiente derivado de éster de colofonia de goma como se explica en el párrafo anterior.
- 55 Los productos disponibles comercialmente que cumplen con las propiedades técnicas antes mencionadas son, por ejemplo, resinas Lurefor® 125, 85, 100, 110 y 120 así como Resiester® 810V, 35V, A35, NLM, N35, ND35, GR30, NR15 comercializadas por LureSA, España; Unik Tack® P100, P105, P107, G85, G88, P120, P121, NC, NC80, NC100 así como las resinas Unik Gum® G85 y G88, comercializadas por United Resins, Portugal; Dertoline® CG, G2, G2L, G5, SG2, P2, P2L, P2LW, SP2, Dertopoline®CG, CG100, G, G1, P125 Granolite® D27, SG, P, Hydrogral® G, P y G5 comercializadas por DRT, (Francia y EE.UU.); Eastman Ester Gum® 8D y 10D, Foral® 85 y 105E, Foralyn® 110,
- 60

- Permalyn® 5095, Staybelite® Ester 10 E y 5E y Pentayn® HE, 5110 y 6110 comercializadas por Eastman (Europa); GA90, GA90A, GA90F, GA90LP, GA90R, GA100, GA100A, GA100F, 100R y Arastar® 700... comercializadas por Arakawa (Japón); Polimelt® P88, P98, P102, Tergum® T100, T103, T120, T122, T385; T390, T459 y Tergum® T19 comercializadas por Repsol, (Portugal); Jonrez® IM826, IM829, IM830 e IM833 comercializadas por Ingevity (EE.UU.);
- 5 Procol® 5G, 7G, 7G-ST, 10G, 10GX, 10PL, 10PLD, 10PLC, 10PLST, 14GS, 95, 101, 103, 104 y Procolite® P1 y PST comercializadas por Megara, (GRECIA; Sylvalite® RE88, RE100, RE104, RE105XL, RE115, RE118 y Sylvatac® RE85, RE95 RE103, Sylvacote® 4973, 7071 y 7118 comercializadas por Arizona, (Francia, Finlandia, Estados Unidos).
- 10 Como se explicó en una sección anterior, la cantidad de derivado de éster de colofonia de goma en la composición biodegradable a base de almidón puede oscilar preferentemente del 0,1 al 15 % en peso con respecto a la composición total, siendo preferido del 5 al 15 % en peso, y lo más preferido, el 10 % en peso con respecto a la composición total.
- 15 Otros copolímeros o poliésteres biodegradables que pueden estar presentes en la composición de plástico biodegradable a base de almidón son: adipato tereftalato de polibutileno (PBAT), poli (succinato de butileno-co-tereftalato) PBST, succinato de polibutileno (PBS) polihidroxialcanoato (PHA), polihidroxibutirato (PHB), policaprolactona (PCL), ácido poliláctico (PLA) y/o mezclas de los mismos.
- 20 Estos otros polímeros biodegradables están presentes en la composición en una cantidad del 40 % al 60 % con respecto a la composición total. Lo más preferentemente, estos otros componentes están presentes en la composición en una cantidad del 45 %.
- 25 La composición biodegradable a base de almidón puede incluir además plastificantes o dispersantes, tales como: sorbitol, glicerina, aceite de soja refinado con álcali, ARSO, etc. Opcionalmente, la composición biodegradable a base de almidón puede incluir además otros dispersantes y/o lubricantes bien conocidos por el experto en la materia.
- 30 La cantidad total de plastificantes y/o dispersantes en la composición es de hasta el 5 % en peso del peso total de la composición.
- Opcionalmente, la composición biodegradable a base de almidón puede incluir además otros aditivos habituales bien conocidos por el experto en la materia que están presentes en una cantidad inferior al 1 % en peso, en relación con el peso total de la composición biodegradable a base de almidón.
- 35 Preferentemente, la presente invención se refiere a una composición o mezcla biodegradable a base de almidón en donde el contenido del componente a base de almidón está presente en la composición en una cantidad entre el 30 y el 50 % en peso, los copolímeros o poliésteres están presentes en una cantidad del 40 al 60 % en peso, el derivado de colofonia de goma está presente en una cantidad del 0,1 al 15 % en peso, los plastificantes y/o dispersantes están presentes en una cantidad de hasta el 5 % en peso y, opcionalmente, otros aditivos están presentes en una cantidad inferior al 1 % en peso, en relación con el peso total de la composición biodegradable a base de almidón.
- 40 Ventajosamente, el polímero de la presente invención se utiliza para obtener una lámina, película, recipiente y artículo moldeado a través de técnicas bien conocidas por un experto en la materia, tales como, mezcla en estado fundido, extrusión de película, extrusión por soplado de película, moldeo por inyección, extrusión de contorno, prensado en caliente, prensado en estado fundido, moldeo, termoformado, electrohilado, impresión 3D.
- 45 **Ejemplos**
- Ejemplo 1: Preparación de un material plástico biodegradable a base de almidón
- 50 Con el fin de preparar un material plástico biodegradable a base de almidón de acuerdo con la presente invención Unik Biopar® a base de almidón termoplástico (TPS) y poliésteres alifáticos aromáticos (PBAT y PCL). Como aditivos, se utilizaron dos derivados de resinas de pino (colofonia de goma): Unik Tack® P120 (punto de reblandecimiento de 120 °C e índice de acidez 11,9), y resinas Unik Tack® P100 (punto de reblandecimiento de 90 °C e índice de acidez 15). Los materiales fueron suministrados por United Resins y United Biopolymers (Figueira da Foz, Portugal).
- 55 Los contenidos de resina añadidos a la matriz de Unik Biopar® fueron 0, 5, 10 y 15 % en peso y se obtuvieron siete formulaciones a base de resina Unik Biopar®, como se muestra en la Tabla 1. Inicialmente, todos los materiales se secaron a 50 °C durante 24 horas en un horno de circulación de aire. Posteriormente, las formulaciones de resina Unik Biopar® se premezclaron en recipientes de plástico. Para finalizar, para procesar los materiales se siguió el siguiente procedimiento: (1) extrusión de las formulaciones de materiales, (2) molienda en gránulos y (3) moldeo por inyección
- 60 para obtener especímenes de ensayo. Los materiales se procesaron en una extrusora de doble husillo (Dupra S.L, Castalla, España), con un perfil de temperatura de: 160 °C, 150 °C, 140 °C, 100 °C (de matriz a tolva) a 50 rpm. A continuación, se usó una máquina de moldeo por inyección (Sprinter-11, Erinca S, L., Barcelona, España) para obtener especímenes de ensayo de moldeo por inyección. Los especímenes de ensayo fueron especímenes rectangulares estándar (80 x 10 x 4 mm) y especímenes de tracción convencionales "1BA" (longitud ≥ 75 mm, de 10 mm y espesor

≥ 2 mm) de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 527.

Tabla 1: Formulaciones de resina Unik Biopar® y sus perfiles de temperatura de moldeo por inyección

Etiquetado de formulaciones	Contenido de resina en cada formulación (% en peso)	Perfiles de temperatura de moldeo por inyección (desde la matriz hasta la tolva) (°C)
Unik Biopar®	0	165, 160, 160
Unik Biopar®-5 % Unik Tack® P120	5	165, 160, 160
Unik Biopar®-10 % Unik Tack® P120	10	150, 150, 145
Unik Biopar®-15 % Unik Tack® P120	15	145, 140, 135
Unik Biopar®-5 % Unik Tack® P100	5	150, 145, 140
Unik Biopar®-10 % Unik Tack® P100	10	150, 145, 140
Unik Biopar®-15 % Unik Tack® P100	15	120, 115, 105

- 5 A partir de los resultados anteriores, se pudo confirmar que las temperaturas de procesamiento en las formulaciones de Unik Tack® P120 y Unik Tack® P100 se reducen cuando se compara con una formulación de Unik Biopar® que no contiene derivado de éster de colofonia de goma. La caída de temperatura está relacionada con la reducción del punto de reblandecimiento de las resinas y ayuda a ahorrar energía cuando se procesa un material plástico biodegradable a base de almidón de acuerdo con la presente invención. A nivel industrial, este efecto es interesante
- 10 en materiales a base de almidón que tienen una ventana de procesamiento estrecha o cuando no se permiten altas temperaturas de procesamiento para evitar la degradación térmica de los materiales.

Ejemplo 2: Ensayo de caracterización mecánica de un material plástico biodegradable a base de almidón según la presente invención

- 15 Las propiedades de tracción y flexión de los especímenes obtenidos en el ejemplo 1 se evaluaron en una máquina de ensayo universal Ibertest Elib 30 de SAE Ibertest (Madrid, España) a temperatura ambiente, de acuerdo con las normas ISO 527 e ISO 178 respectivamente. Los ensayos se realizaron con una celda de carga de 5 kN y una velocidad de ensayo de 10 mm min⁻¹. Se ensayaron varios especímenes de cada formulación para la resistencia a la
- 20 tracción, así como para mediciones de flexión. Además, para analizar la tenacidad de los materiales, se calculó el área bajo la curva típica de tensión-deformación y el incremento de tenacidad con respecto a Unik Biopar® pura. Para cada muestra, se eligió una curva para que fuera representativa del comportamiento promedio de cada formulación. El área se calculó utilizando el programa OriginPro2015.
- 25 Se midió la resistencia al impacto de Charpy por caída de péndulo en una máquina de Metrotec S.A. (San Sebastián, España), utilizando un péndulo de 1 J y especímenes entallados bajo la norma ISO 179. La geometría de la muesca fue de tipo A, con un radio de fondo de 0,25 ± 0,05 mm, la anchura restante de 8,0 ± 0,2 y el ángulo de muesca fue de 45° ± 1°. Se analizaron al menos cinco especímenes y se informó la media.
- 30 La dureza Shore D de muestras de 4 mm de espesor se midió en un durómetro Modelo 673-D de Instrument J.Bot S.A. (Barcelona, España), según la norma ISO 868. La media de al menos 20 mediciones se presentó como valores de dureza.
- 35 Previo a ser ensayadas mecánicamente, todas las muestras se acondicionaron 24 h a 25±1 °C y 50±5 % de HR.
- 40 En cuanto a la resistencia a la tracción, los resultados muestran un ligero aumento del 10 % en Unik Biopar® - 5 % Unik Tack® P120, alrededor del 13 % en Unik Biopar® - 10 % Unik Tack® P120, 14 % en Unik Biopar® - 15 % Unik Tack® P120, 13 % en Unik Biopar® - 5 % Unik Tack® P100 y aumento del 5 % en Unik Biopar® - 10 % Unik Tack® P100, en comparación con Unik Biopar® pura. Véase la Figura 1.
- 45 En cuanto al alargamiento a la rotura, los resultados muestran un aumento sustancial independientemente del tipo o contenido de derivados de éster de colofonia de goma. Esto confirma el efecto plastificante de los derivados de éster de colofonia de goma añadidos a los materiales a base de almidón. Véase la figura 2.
- En cuanto a la tenacidad de los materiales (T) (área bajo la curva de tensión-deformación), los resultados muestran un aumento considerable en comparación con Unik Biopar® pura. Véase la Tabla 2 y las Figuras 3A y 3B. Como consecuencia de las mismas, los derivados de éster de colofonia de goma proporcionan una mayor cohesión a las mezclas a base de almidón, aumentando así su rendimiento mecánico debido a la interacción de los grupos polares de los derivados de éster de colofonia de goma con los grupos alifáticos y aromáticos presentes en las mezclas a base

de almidón.

- Un análisis más profundo de las curvas de tensión-deformación de las Figuras 3A y 3B muestra que con un 10 % en peso de derivado de éster de colofonia de goma, la ganancia de propiedades beneficiosas es mucho mayor en términos de tasa de ganancia de alargamiento sin perder el módulo de Young.

Tabla 2. Área de la curva de tensión-deformación (tenacidad) y su comparación con la tenacidad de Unik Biopar® pura.

Formulación	Tenacidad T (kJ.m ⁻³)	Aumento de tenacidad (%) respecto a Unik Biopar®
Unik Biopar®	745	-
Unik Biopar® - 5 % Unik Tack® P120	1388	86
Unik Biopar® - 10 % Unik Tack® P120	2657	257
Unik Biopar® - 15 % Unik Tack® P120	1514	103
Unik Biopar® - 5 % Unik Tack® P100	2287	207
Unik Biopar® - 10 % Unik Tack® P100	2141	187
Unik Biopar® - 15 % Unik Tack® P100	1950	162

- Ejemplo 3:** Ensayo de las características de absorción de impacto de los materiales de acuerdo con la presente invención

- Otra propiedad de los materiales que da idea de la variación de las propiedades dúctiles es la absorción de impacto por unidad de área. Con este fin, se midió la resistencia al impacto de Charpy por caída de péndulo en una máquina de Metrotec S.A. (San Sebastián, España), utilizando un péndulo de 1 J y especímenes entallados bajo la norma ISO 179. La geometría de la muesca fue de tipo A, con un radio de fondo de $0,25 \pm 0,05$ mm, la anchura restante de $8,0 \pm 0,2$ y el ángulo de muesca fue de $45^\circ \pm 1^\circ$. Se ensayaron cinco especímenes de cada material.

- Los resultados son como se muestra en la Tabla 3, donde hay una clara tendencia: las formulaciones añadidas con Unik Tack® P120 y Unik Tack® P100 experimentaron una ganancia considerable de energía absorbida en el impacto, aunque su punto de saturación está en contenidos bajos (5 % en peso). Esta interacción confiere alta cohesión al material formulado pero baja solubilidad del derivado resinoso en la matriz Unik Biopar®

Tabla 3. Variación de la energía de impacto de Charpy

Energía de impacto de Charpy (kJ/m ²)		
Unik Biopar®	3,9±0,4	
Contenido de colofonia (% en peso)	Unik Tack® P120	Unik Tack® P100
5	7,8 ± 0,4	8,0 ± 0,8
10	6,9 ± 0,4	6,8 ± 0,3
15	5,2 ± 0,4	5,1 ± 0,3

- Ejemplo 4:** Ensayo de la temperatura de deflexión térmica de los materiales de acuerdo con la presente invención

- Los especímenes de ensayo del Ejemplo 1 se usaron para este fin. La temperatura de deflexión térmica (HDT) se determinó utilizando una estación VICAT/HDT DEFLEX 687-A2, Metrotec SA (San Sebastián, España) de acuerdo con la norma ISO 75 (método A) aplicando una fuerza de 1,8 MPa con una tasa de calentamiento de 120 °C h⁻¹.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 4. Temperaturas de deflexión térmica - HDT

Temperatura de deflexión térmica HDT (°C)		
Unik Biopar®	35,6	
Contenido de colofonia (% en peso)	Unik Tack® P120	Unik Tack® P100
5	33,8	34,5
10	31,3	25,6
15	34	< 25

Como se muestra en la tabla 4, la temperatura de deflexión térmica (HDT) de los materiales plásticos a base de almidón de la presente invención disminuye en aquellas formulaciones que contienen derivados de éster de colofonia de goma con respecto a la formulación pura de ejemplo de Unik Biopar® que no contiene aditivo de acuerdo con la

presente invención. Estos resultados confirman una plasticidad mejorada de los materiales de la presente invención.

Ejemplo 5: Ensayo de propiedades dinámico-mecánicas de un material plástico biodegradable a base de almidón de acuerdo con la presente invención

5

El análisis térmico mecánico dinámico (DMTA) en modo torsión se realizó en muestras rectangulares de tamaño 40 x 10 x 4 mm obtenidas por moldeo por inyección en un Sprinter-11, Erincas S. L., (Barcelona, España) usando los perfiles de temperatura de moldeo por inyección descritos en la Tabla 1 de especímenes de prueba del Ejemplo 1, los cuales fueron colocados en un reómetro oscilatorio AR G2 de TA Instruments (New Castle, USA) equipado con un sistema de pinza especial para muestras sólidas. La temperatura de ensayo fue de -50 °C a 110 °C a una velocidad de calentamiento de 2 °C min⁻¹ a una frecuencia de 1 Hz y 0,1 % de deformación máxima.

10

Los resultados de este ensayo muestran el efecto de los derivados de resina de pino sobre las propiedades dinámico-mecánicas de Unik Biopar®. Las Figuras 4a y 4b presentan la evolución del módulo de almacenamiento (G') y la brecha entre el módulo de pérdida (G'') y G' , representado por la tangente de la brecha ($\tan \delta$), representado gráficamente contra la temperatura. En la curva correspondiente a Unik Biopar® pura, se observan dos pérdidas importantes de G' . La primera corresponde a la combinación de la transición vítrea del PBAT y la de la porción de almidón plastificado de Unik Biopar® (T_g de PBAT y T_g de almidón plastificado) teniendo asociado un pico en $\tan \delta$ a -28 °C. La segunda gran pérdida de G' está asociada con un pico de $\tan \delta$ a 60 °C, correspondiente a la porción de PCL y aditivos que representa el 10 % de la matriz polimérica de Unik Biopar®. Por tanto, en estos análisis mecánicos dinámicos se observó un pico alrededor de los 60 °C que coincide con la temperatura de fusión del PCL. Por debajo de la primera T_g (T_g de PBAT y T_g de almidón plastificado), las formulaciones de Unik Biopar® con el 15 % en peso de Unik Tack® P120 y Unik Tack® P100 tienen un valor G' más alto que Unik Biopar® pura. Además, por encima de esta T_g , las formulaciones que contienen el 15 % en peso de Unik Tack® P120 y Unik Tack® P100 proporcionan valores de G' más altos, aumentando los valores del componente elástico de la matriz polimérica. Esto se debe a la interacción química entre los derivados de la resina y los componentes de Unik Biopar®. Por otra parte, este comportamiento contribuye a una mayor cohesión entre los componentes de Unik Biopar®, ya observada en otras propiedades. Se cree que esta interacción se debe a las moléculas de ambas resinas químicamente modificadas que actúan como agente compatibilizador, dificultando el movimiento molecular de las cadenas poliméricas.

30

Analizando el efecto de los picos de $\tan \delta$ de Unik Biopar® adicionado con derivados de resina de pino es posible corroborar el efecto de las resinas Unik Tack P120® y Unik Tack P100® sobre la matriz. Ambas resinas actúan como agentes cohesivos, probablemente como consecuencia de interacciones químicas entre los grupos funcionales de los componentes poliméricos y los grupos funcionales de los derivados de resina modificados. De hecho, el pico de T_g de PBAT- T_g de almidón plastificado (entre -20 y -25 °C) estaba bien definido y separado del correspondiente a la fusión de PCL (alrededor de 60 °C). Para finalizar, estos resultados concuerdan con la facilidad de procesabilidad de las formulaciones a base de resina Unik Biopar®.

35

Referencias:

40

1. Plastics Europe. 2017.
2. Arrieta, M. P.; Peponi, L.; López, D.; Fernandez-Garcia, M., Industrial Crops and Products 111, 317 2018.
3. Akrami, M.; Ghasemi, I.; Azizi, H.; Karrabi, M.; Seyedabadi, M., Carbohydrate polymers 144, 254 2016.
4. Arrieta, M. P.; Samper, M. D.; Aldas, M.; López, J., Materials 10, 1008 2017.
- 45 5. Borchani, K. E.; Carrot, C.; Jaziri, M., Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 78, 371 2015.
6. Ferri, J. M.; Garcia-Garcia, D.; Sanchez-Nacher, L.; Fenollar, O.; Balart, R., Carbohydrate polymers 147, 60 2016.
7. Arrieta, M. P.; López, J.; Rayón, E.; Jiménez, A., Polymer Degradation and Stability 108, 307 2014.
8. Kale, G.; Auras, R.; Singh, S. P., Journal of Polymers and the Environment 14, 317 2006.
- 50 9. Arrieta, M. P.; López, J.; López, D.; Kenny, J. M.; Peponi, L., Polymer Degradation and Stability 132, 145 2016.
10. Fabra, M. J.; López-Rubio, A.; Cabedo, L.; Lagaron, J. M., Journal of Colloid and Interface Science 483, 84 2016.
11. Sessini, V.; Arrieta, M. P.; Kenny, J. M.; Peponi, L., Polymer Degradation and Stability 132, 157 2016.
12. Ferri, J. M.; Garcia-Garcia, D.; Carbonell-Verdu, A.; Fenollar, O.; Balart, R., Journal of Applied Polymer Science 135 2018.
- 55 13. Trovatti, E.; Carvalho, A. J. F.; Gandini, A., Polymer International 64, 605 2015.
14. Samper-Madrigal, M.; Fenollar, O.; Dominici, F.; Balart, R.; Kenny, J., Journal of materials science 50, 863 2015.
15. Azevedo, V. M.; Borges, S. V.; Marconcini, J. M.; Yoshida, M. I.; Neto, A. R. S.; Pereira, T. C.; Pereira, C. F. G., Carbohydrate polymers 157, 971 2017.
- 60 16. Sessini, V.; Raquez, J. M.; Lourdun, D.; Maigret, J. E.; Kenny, J. M.; Dubois, P.; Peponi, L., Macromolecular Chemistry and Physics 218 2017.
17. Lendvai, L.; Apostolov, A.; Karger-Kocsis, J., Carbohydrate polymers 2017.
18. Correa, A. C.; Carmona, V. B.; Simão, J. A.; Mattoso, L. H. C.; Marconcini, J. M., Carbohydrate polymers 167,

- 177 2017.
19. Mikus, P.-Y.; Alix, S.; Soulestin, J.; Lacrampe, M.; Krawczak, P.; Coqueret, X.; Dole, P., Carbohydrate polymers 114, 450 2014.
20. Arrieta, M. P.; Samper, M. D.; Jiménez-López, M.; Aldas, M.; López, J., Industrial Crops and Products 99, 196 2017.
21. Narayanan, M.; Loganathan, S.; Valapa, R. B.; Thomas, S.; Varghese, T., International Journal of Biological Macromolecules 99, 37 2017.
22. Wilbon, P. A.; Chu, F.; Tang, C., Macromolecular rapid communications 34, 8 2013.

REIVINDICACIONES

1. Una composición biodegradable a base de almidón que comprende un material a base de almidón y un derivado de éster de colofonia de goma, **caracterizada porque** el derivado de éster de colofonia de goma se selecciona del grupo que consiste en: éster de pentaeritritol de colofonia de goma, éster de glicerol de colofonia de goma, éster de etilenglicol de colofonia de goma y/o mezclas de los mismos, presentando dicho derivado de éster de colofonia de goma un punto de reblandecimiento de 80 - 120 °C, un índice de acidez inferior a 30 mg de KOH/g y un peso molecular de 800 Da - 3000 Da, y estando presente en la composición en cantidades del 0,1 al 15 % en peso con respecto a la composición total.
2. Una composición biodegradable a base de almidón de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el material a base de almidón se selecciona del grupo que consiste en: almidón nativo, almidón termoplástico y/o un copolímero a base de almidón modificado.
3. Una composición biodegradable a base de almidón de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada porque** comprende adicionalmente un polímero natural o sintético distinto del almidón seleccionado del grupo que consiste en: adipato tereftalato de polibutileno (PBAT), poli (succinato de butileno-co-tereftalato) PBST, succinato de polibutileno (PBS), polihidroxialcanoato (PHA), polihidroxibutirato (PHB), policaprolactona (PCL), ácido poliláctico (PLA) y/o mezclas de los mismos.
4. Una composición biodegradable a base de almidón de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** comprende adicionalmente mezclas seleccionadas del grupo que consiste en: sorbitol, glicerina, aceite de soja refinado con álcali, dispersantes, plastificantes y/o lubricantes.
5. Una composición biodegradable a base de almidón de acuerdo con la reivindicación 1 a 4, **caracterizada porque** el contenido de derivado de éster de colofonia de goma es del 10 % en peso con respecto a la composición total.
6. Una composición biodegradable a base de almidón de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** el contenido de componente a base de almidón está presente en la composición en una cantidad entre el 30 y el 50 % en peso, los copolímeros o poliésteres están presentes en una cantidad del 40 al 60 % en peso, el derivado de colofonia de goma está presente en una cantidad del 0,1 al 15 % en peso, los plastificantes y/o dispersantes están presentes en una cantidad de hasta el 5 % en peso y otros aditivos están presentes en una cantidad inferior al 1 % en peso, en relación con el peso total de la composición biodegradable a base de almidón.
7. Lámina, película, recipientes y artículos moldeados fabricados con la composición biodegradable a base de almidón de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
8. Uso de un derivado de éster de colofonia de goma que tiene un punto de reblandecimiento de 80 - 120 °C, un índice de acidez inferior a 30 mg de KOH/g y un peso molecular de 800 Da - 3000 Da para la fabricación de una composición o mezcla de plástico biodegradable a base de almidón con mejor procesabilidad y propiedades mecánicas, microestructurales y térmicas, en donde el derivado de éster de colofonia de goma se selecciona del grupo que consiste en: éster de pentaeritritol de colofonia de goma, éster de glicerol de colofonia de goma, éster de etilenglicol de colofonia de goma y/o mezclas de los mismos en cantidades del 0,1 al 15 % en peso con respecto a la composición total.

FIGURA 1

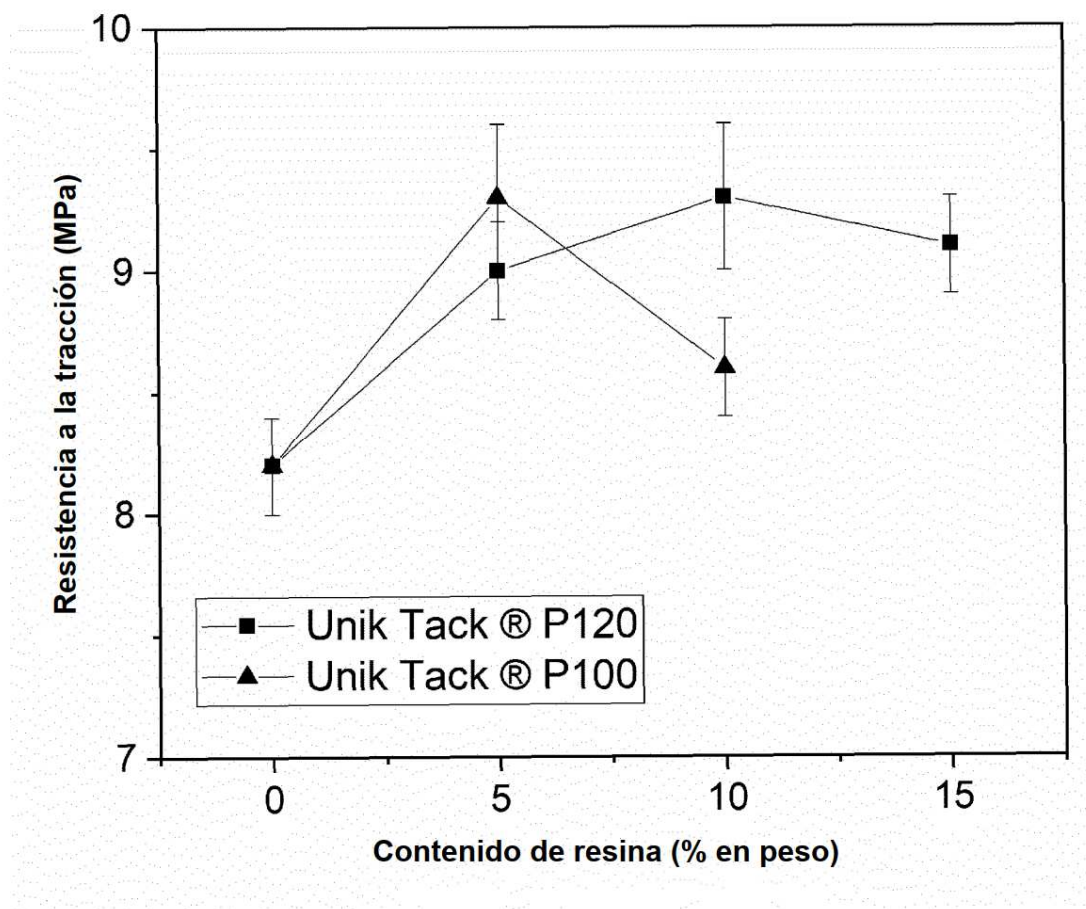


FIGURA 2

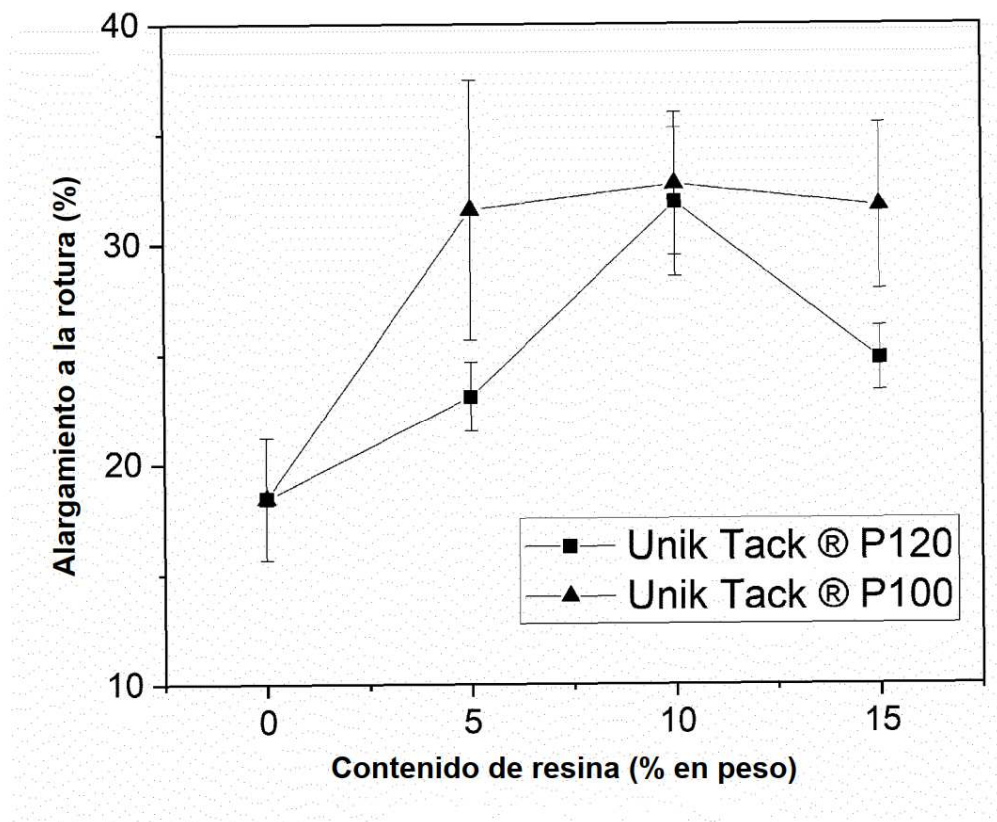


FIGURA 3A

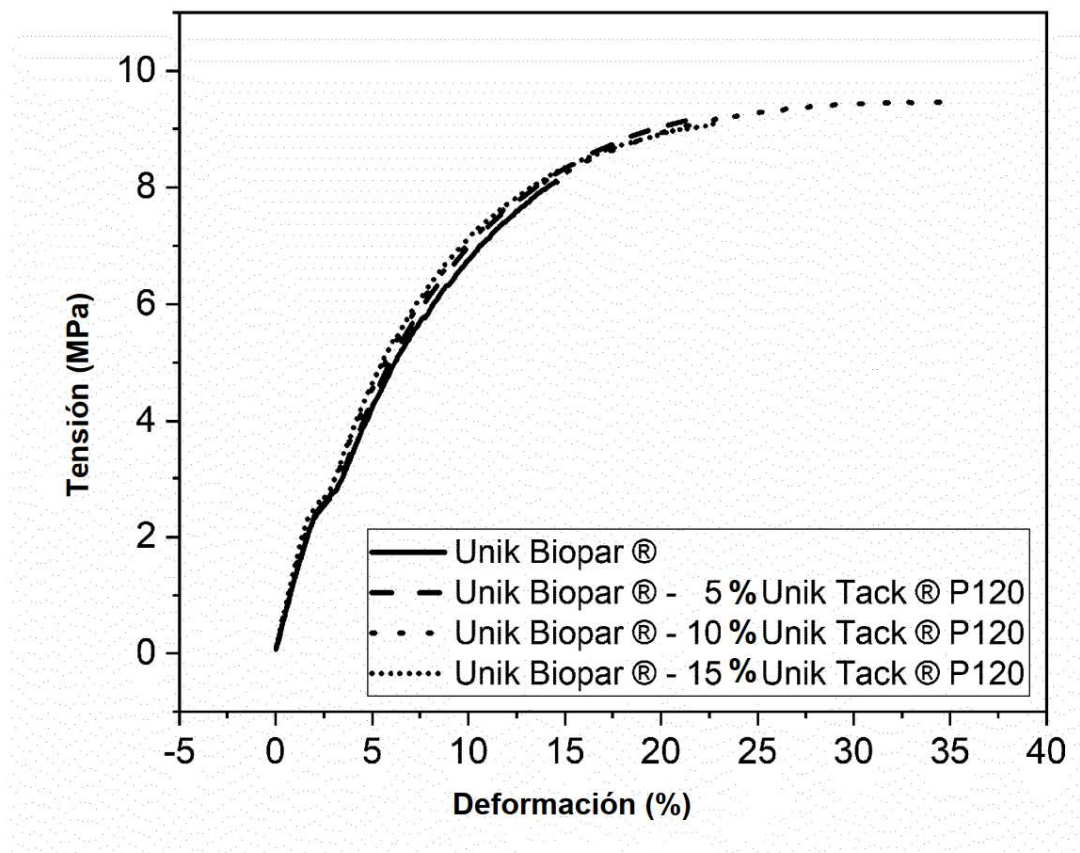
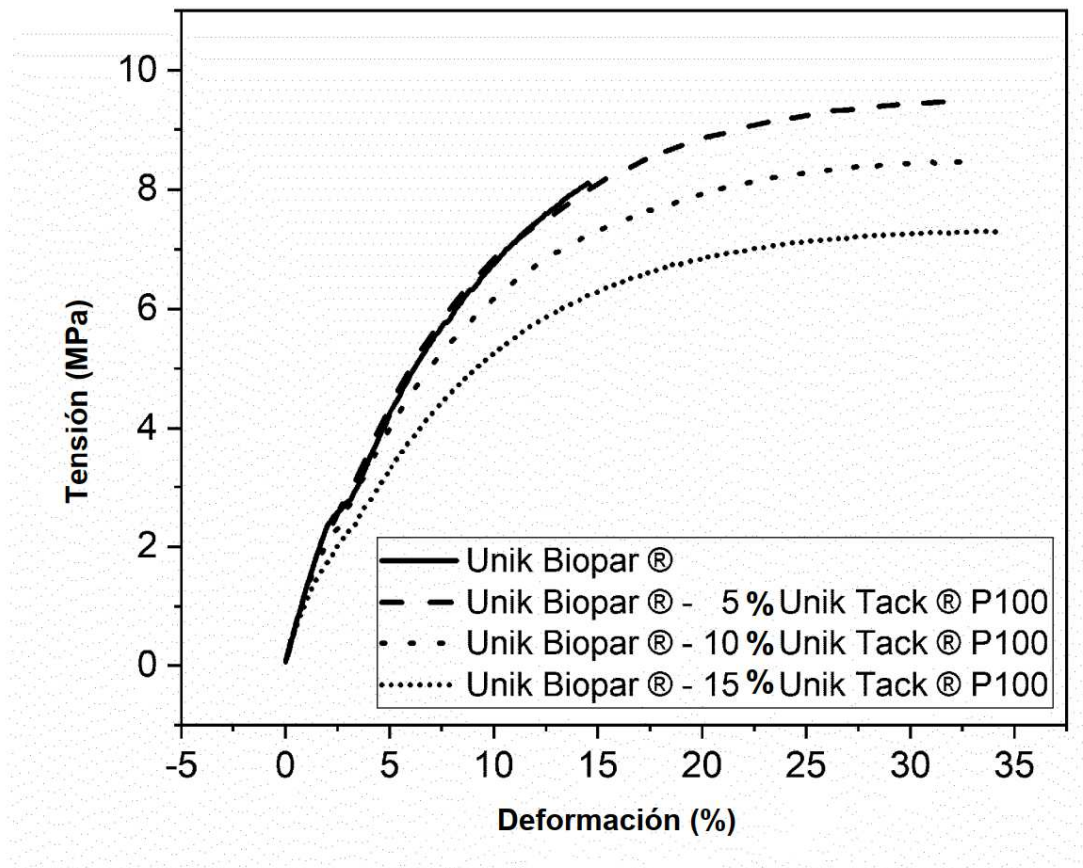


FIGURA 3B



FIGURAS 4A y 4B

