

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 997 482**

51 Int. Cl.:

C08J 11/08 (2006.01)

B29B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2019** **PCT/US2019/037613**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.12.2019** **WO19246018**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2019** **E 19739785 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024** **EP 3810685**

54 Título: **Método para separar y purificar polímeros de producto recuperado**

30 Prioridad:

20.06.2018 US 201862687395 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
17.02.2025

73 Titular/es:

THE PROCTER & GAMBLE COMPANY (100.00%)
One Procter & Gamble Plaza
Cincinnati, OH 45202, US

72 Inventor/es:

LAYMAN, JOHN, MONCRIEF;
COLLIAS, DIMITRIS, IOANNIS;
SCHONEMANN, HANS y
WILLIAMS, KARA

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 997 482 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

Método para separar y purificar polímeros de producto recuperado

5 **Campo de la invención**

La presente invención generalmente se refiere a un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP, por sus siglas en inglés) con el uso de un disolvente calentado y presurizado y filtración. Más específicamente, los polímeros separados y purificados son polímeros incoloros o transparentes, inodoros y de tipo virgen. La película recuperada (rF, por sus siglas en inglés) y el producto higiénico absorbente recuperado (rAHP, por sus siglas en inglés) son ejemplos de rP que contienen al menos dos polímeros y pueden ser productos de uso posconsumo y posindustrial. El método resulta particularmente útil para la separación y purificación de adhesivos (ADH), elastómeros termoplásticos (TPE, por sus siglas en inglés), polipropileno (PP), polietileno (PE), poliéster (PET), celulosa y poli(ácido acrílico) (PAA, por sus siglas en inglés) de rAHP.

15 **Antecedentes de la invención**

Los polímeros, especialmente los plásticos sintéticos, están presentes constantemente en la vida cotidiana debido a sus costes de producción relativamente bajos y a un buen equilibrio de propiedades del material. Los plásticos sintéticos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, tales como envasado, componentes de automoción, dispositivos médicos y bienes de consumo. Para satisfacer la alta demanda de estas aplicaciones, anualmente se producen mundialmente decenas de miles de millones de plásticos sintéticos. La gran mayoría de los plásticos sintéticos se producen a partir de fuentes de fósiles cada vez más escasas, tales como petróleo y gas natural. Además, la fabricación de plásticos sintéticos a partir de fuentes de fósiles produce CO₂ como subproducto.

El uso continuo de plásticos sintéticos ha dado lugar por lo tanto a que se generen millones de toneladas de desechos plásticos cada año. Aunque la mayoría de los residuos de plástico son gestionados mediante programas municipales de desechos de sólidos, hay una parte significativa de desechos plásticos en el medioambiente en forma de basura, que produce un impacto visual y es potencialmente dañina para los ecosistemas. Los residuos de plástico terminan a menudo arrastrados hacia los sistemas fluviales y, en última instancia, a las aguas del mar.

El reciclado de plásticos ha emergido como una solución para mitigar los problemas asociados con el uso sistemático de plásticos. La recuperación y la reutilización de los plásticos hace que los residuos no lleguen a los vertederos y reduce la demanda de plásticos vírgenes hechos de fuentes de origen fósil, lo que por consiguiente reduce las emisiones de gases invernadero. En regiones desarrolladas, tales como los Estados Unidos y la Unión Europea, el reciclado de plásticos está aumentando debido a una mayor percepción por parte de los consumidores, negocios y operaciones de fabricación industrial. La mayoría de los materiales reciclados, incluidos los plásticos, se mezclan en una sola corriente que se recoge y procesa mediante una material recovery facility (instalación de recuperación de material - MRF). En la MRF, los materiales se clasifican, lavan y envasan para su reventa. Los plásticos pueden clasificarse en materiales individuales, tales como high-density polyethylene (polietileno de alta densidad - HDPE) o poli(tereftalato de etileno) (PET), o corrientes mezcladas de otros plásticos habituales, tales como polipropileno (PP), low-density polyethylene (polietileno de baja densidad - LDPE), poli(cloruro de vinilo) (PVC), poliestireno (PS), policarbonato (PC) y poliamidas (PA). Las corrientes simples o mezcladas pueden luego separarse, lavarse y volverse a procesar para obtener un gránulo que es adecuado para su reutilización en el procesamiento de plásticos, por ejemplo, moldeo por soplado e inyección.

Aunque los plásticos reciclados se clasifican en corrientes predominantemente uniformes y se lavan con soluciones acuosas y/o cáusticas, el gránulo final reprocesado, frecuentemente, permanece altamente contaminado con impurezas residuales no deseadas, tales como residuos de alimentos deteriorados y componentes residuales de perfume. Además, los gránulos de plástico reciclado, excepto los de recipientes de bebidas reciclados, tienen un color oscuro debido a la mezcla de tintes y pigmentos utilizados comúnmente para colorear los artículos de plástico. Aunque existen algunas aplicaciones que son insensibles al color y la contaminación (por ejemplo, recipientes de pintura de plástico negro y componentes de automoción ocultos), la mayoría de las aplicaciones requieren gránulos no coloreados. La necesidad de resina reciclada “de tipo virgen” de alta calidad es especialmente importante para aplicaciones en contacto con alimentos y medicamentos, tales como el envasado de alimentos. Además de contaminarse con impurezas y colorantes mezclados, muchos productos de resinas recicladas son a menudo heterogéneos en composición química y pueden contener una cantidad significativa de contaminación polimérica, tal como contaminación de polietileno (PE) en PP reciclado y viceversa.

El reciclado mecánico, también conocido como reciclado secundario, es el proceso para convertir los desechos plásticos reciclados en una forma que se puede volver a usar para su posterior fabricación. Un examen más detallado del reciclaje mecánico y otros procesos de recuperación de plásticos se describen en S.M. Al-Salem, P. Lettieri, J. Baeyens, “Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review”, *Waste Management*, volumen 29, número 10, octubre de 2009, páginas 2625-2643, ISSN 0956-053X. Aunque los adelantos en la tecnología del reciclado mecánico han mejorado la calidad de los polímeros reciclados en cierta medida, existen limitaciones fundamentales de los métodos de descontaminación mecánica, tales como el atrapamiento físico de pigmentos dentro

de una matriz polimérica. De este modo, incluso con las mejoras en la tecnología de reciclaje mecánico, el color oscuro y los altos niveles de contaminación química en los residuos plásticos reciclados actualmente disponibles impiden un uso más amplio de las resinas recicladas en la industria de los plásticos.

5 Para superar las limitaciones fundamentales de los procesos mecánicos, se han desarrollado muchos métodos para purificar polímeros contaminados mediante métodos químicos o reciclado químico. La mayoría de estos métodos utilizan disolventes para descontaminar y purificar los polímeros. El uso de disolventes permite la extracción de impurezas y la solución de polímero, lo cual permite, además, tecnologías de separación alternativas.

10 Por ejemplo, en la patente US-7.935.736 se describe un método para reciclar poliéster procedente de desechos que contienen poliéster usando un disolvente para disolver el poliéster antes de la limpieza. En la patente US-7.935.736 también se describe la necesidad de utilizar un precipitante para recuperar el poliéster del disolvente.

15 En otro ejemplo, en la patente US-6.555.588 se describe un método para producir una mezcla de polipropileno a partir de una mezcla de plástico que comprende otros polímeros. En la patente US-6.555.588 se describe la extracción de contaminantes a partir de un polímero a una temperatura inferior a la temperatura de solución del polímero en el disolvente seleccionado, tal como hexano, durante un período de residencia especificado. En la patente US-6.555.588 se describe además el aumento de la temperatura del disolvente (o un segundo disolvente) para disolver el polímero antes de la filtración. En la patente US-6.555.588 se describe además también el uso de cizalladura o fluidez para precipitar polipropileno desde la solución. La mezcla de polipropileno descrita en la patente US-6.555.588 contenía contaminación de polietileno hasta 5,6 % en peso.

25 En otro ejemplo, en la solicitud de patente europea n.º 849.312 (traducida del alemán al inglés) se describe un proceso para obtener poliolefinas purificadas a partir de una mezcla plástica que contiene poliolefina o un residuo que contiene poliolefina. La solicitud de patente n.º 849.312 describe la extracción de mezclas o residuos de poliolefina con una fracción de hidrocarburo de gasolina o combustible diesel con un punto de ebullición superior a 90 °C a temperaturas entre 90 °C y el punto de ebullición del disolvente de hidrocarburo. En la solicitud de patente n.º 849.312 se describe además poner en contacto una solución caliente de poliolefina con arcilla blanqueadora y/o carbón activado para eliminar componentes extraños de la solución. La patente n.º 849.312 describe además el enfriamiento de la solución a temperaturas inferiores a 70 °C para cristalizar la poliolefina y a continuación eliminar el disolvente adherido calentando la poliolefina por encima del punto de fusión de la poliolefina, o evaporando el disolvente adherido al vacío o haciendo pasar una corriente de gas a través del precipitado de poliolefina, y/o la extracción del disolvente con un alcohol o cetona que hierve por debajo del punto de fusión de la poliolefina.

35 En otro ejemplo, en la patente US-5.198.471 se describe un método para separar polímeros de una mezcla sólida mezclada físicamente (por ejemplo, residuos plásticos) que contiene una pluralidad de polímeros utilizando un disolvente a una primera temperatura más baja para formar una primera solución de fase única y un componente sólido restante. En la patente US-5.198.471 se describe asimismo el calentamiento del disolvente a temperaturas más altas para disolver polímeros adicionales que no se disuelven a la primera temperatura inferior. En la patente 40 US-5.198.471 se describe la filtración de componentes de polímero insolubles.

En otro ejemplo, en la patente US-5.223.021 se describe un método para extraer componentes poliméricos puros de una estructura de múltiples componentes (por ejemplo, residuos de moquetas y alfombras) disolviendo cada componente a una temperatura y presión adecuadas en un fluido supercrítico y variando a continuación la temperatura y/o la presión para 45 extraer componentes en forma de partículas de forma secuenciada. Sin embargo, de forma similar a la patente US-5.198.471, en la patente US-5.223.021 solamente se describe la filtración de componentes no disueltos.

50 En otro ejemplo, en la patente US-5.739.270 se describe un método y un aparato para separar continuamente un componente polimérico de un plástico con respecto a contaminantes y otros componentes del plástico utilizando un disolvente auxiliar (codisolvente) y un fluido de trabajo. El disolvente auxiliar disuelve al menos parcialmente el polímero y el segundo fluido (que está en un estado líquido, crítico o supercrítico) disuelve los componentes del polímero y precipita una parte del polímero disuelto desde el disolvente auxiliar. En la patente US-5.739.270 se describe además la etapa de filtrar el disolvente auxiliar termoplástico (con o sin el fluido de trabajo) para retirar los contaminantes en forma de partículas, tales como partículas de vidrio. Los documentos EP3112406, WO2017/003797 55 y WO2017/003798 se refieren todos a un método para separar y purificar un polímero (p. ej., poliolefinas como polietileno y polietileno) de un producto recuperado con varias etapas de proceso tales como una extracción, disolución, purificación y separación bajo ciertas condiciones de temperatura y presión.

60 Los métodos basados en disolventes conocidos para purificar polímeros contaminados, como se ha descrito anteriormente, no producen ningún polímero “de tipo virgen”. En los métodos anteriores, a menudo se produce la disolución conjunta y por tanto la contaminación cruzada de otros polímeros. Si se utiliza adsorbente, a menudo se emplea una etapa de filtración y/o centrifugación para retirar el adsorbente usado de la solución. Además, los procesos de aislamiento para retirar disolvente, tales como calentamiento, evaporación al vacío y/o precipitación con el uso de una sustancia química de precipitación se usan para producir un polímero exento de disolvente residual.

Además, los productos higiénicos absorbentes (AHP, por sus siglas en inglés), tales como pañales para bebés, compresas de protección femenina y compresas para la incontinencia de adultos, y las películas (F, por sus siglas en inglés) de envasado y productos, de forma típica, se desechan en vertederos y no se reciclan. Sin embargo, estos productos contienen diversos polímeros, tales como en el caso de AHP, adhesivos (ADH), elastómeros termoplásticos (TPE), polipropileno (PP), polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET), celulosa y poli(ácido acrílico) (PAA), que se pueden reciclar en forma de corrientes individuales.

Por consiguiente, persiste la necesidad de contar con un método mejorado a base de disolvente para purificar polímeros contaminados con el uso de un disolvente que sea retirado fácil y económicamente del polímero, sea relativamente sencillo en términos del número de operaciones unitarias, produzca un polímero sin una cantidad significativa de contaminación cruzada de polímeros, produzca un polímero esencialmente incoloro y produzca un polímero esencialmente inodoro. Además, existe la necesidad de separar y purificar los diversos polímeros que constituyen AHP y F recuperados (también llamados productos higiénicos absorbentes recuperados (rAHP) y películas recuperadas (rF), respectivamente), de modo que estos polímeros separados y purificados se puedan utilizar de nuevo en la fabricación de AHP y F u otras aplicaciones.

Resumen de la invención

En la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP), el rP comprende polímeros y contaminantes; el polímero comprende un polímero de base, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero y materiales extraíbles asociados a dicho polímero; los aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero se dispersan en dicho polímero de base en una concentración; el polímero se selecciona del grupo que consiste en un polímero soluble, y mezclas de un polímero soluble y un polímero no soluble; en donde los contaminantes comprenden materia en forma de partículas asociada a dichos contaminantes y materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes; los materiales extraíbles en dicho rP comprenden dichos materiales extraíbles asociados a dichos polímeros y dichos materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes; y los materiales extraíbles en dicho rP están en una concentración en dicho rP. Dicho método comprende obtener dicho rP; el rP se selecciona del grupo que consiste en productos de uso posconsumo, productos de uso posindustrial y combinaciones de los mismos; extraer dicho rP con un disolvente de extracción a una temperatura superior a aproximadamente 100 °C y a una presión superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig); el disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C; donde se produce un rP extraído (erP); y los materiales extraíbles tienen una concentración en dicho erP que es inferior a dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rP; disolver un primer polímero de base soluble de dicho rP poniendo en contacto dicho erP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho primer polímero de base soluble se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; la suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble en una primera solución de polímero de base soluble; el primer polímero de base soluble tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de los polímeros de base solubles restantes; y el material residual de la etapa de disolución comprende todos dichos polímeros excepto dicho primer polímero de base soluble; precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados y una primera suspensión intermedia; la acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble; y la primera suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitados asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble; filtrar dicha primera suspensión intermedia a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una segunda suspensión intermedia; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble es retenida por un medio de filtro; y la segunda suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble; purificar dicha segunda suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble es retenida por dicho medio sólido; y la suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble; separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un primer polímero soluble separado y purificado; y el primer polímero soluble separado y purificado comprende dicho primer polímero de base soluble y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble disperso en dicho primer polímero soluble separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble en dicho primer polímero soluble en dicho rP; y repetir las etapas c (etapa de disolución), d (etapa de precipitación), e (etapa de filtración), f (etapa de purificación) y g (etapa de separación) con cada material residual de la etapa de disolución de la repetición anterior de las etapas c a f para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando dichos polímeros de base solubles individualmente y en secuencia, procediendo a partir de dicho segundo polímero soluble a través de los polímeros solubles adicionales, procediendo la secuencia a partir del polímero de base soluble con el intervalo de solubilización más bajo hasta el intervalo de solubilización más alto hasta que cada polímero soluble individual

de dicho rP se produce en su forma separada y purificada y se produce un material residual final que comprende todos dichos polímeros de base no disolubles.

En una realización, el rP es una película recuperada (rF). En otra realización, la rF comprende al menos 2 polímeros. En otra realización más el rP es un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP).

En otra realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar polímeros de ADH, TPE, PP, PE, PET, celulosa y PAA de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), el rAHP comprende dichos polímeros y contaminantes; en donde cada dicho polímero comprende un polímero de base, aditivos en forma de partículas asociados a cada dicho polímero y materiales extraíbles asociados a cada dicho polímero; los aditivos en forma de partículas asociados a cada dicho polímero se dispersan en cada dicho polímero de base en una concentración; en donde cada dicho polímero se selecciona del grupo que consiste en un polímero soluble, un polímero no soluble y mezclas de los mismos; los contaminantes comprenden materia en forma de partículas asociada a dichos contaminantes y materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes; los materiales extraíbles en dicho rAHP comprenden dichos materiales extraíbles asociados a dichos polímeros y dichos materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes; y los materiales extraíbles en dicho rAHP están en una concentración en dicho rAHP. Dicho método comprende obtener dicho rAHP; el rAHP se selecciona del grupo que consiste en productos de uso posconsumo, productos de uso posindustrial y combinaciones de los mismos; extraer dicho rAHP con un disolvente de extracción a una temperatura superior a aproximadamente 100 °C y a una presión superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig); el disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C; donde se produce un rAHP extraído (erAHP); y los materiales extraíbles tienen una concentración en dicho erAHP que es inferior a la concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rAHP; disolver dicho polímero de base de ADH de dicho rAHP poniendo en contacto dicho erAHP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho polímero de base de ADH se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; la suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH en una solución de polímero de base de ADH; el polímero de base de ADH tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de dichos polímeros de base de TPE, PP, PE y PET; y el material residual de la etapa de disolución comprende dichos polímeros de TPE, PP, PE, PET, celulosa y PAA; precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados y una primera suspensión intermedia; la acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH; y la primera suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitados asociados a dicho polímero de ADH en dicha solución de polímero de base de ADH; filtrar dicha primera suspensión intermedia a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una segunda suspensión intermedia; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH es retenida por un medio de filtro; y la segunda suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho polímero de ADH en dicha solución de polímero de base de ADH; purificar dicha segunda suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH es retenida por dicho medio sólido; y la suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho polímero de ADH en dicha solución de polímero de base de ADH; separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un polímero de ADH separado y purificado; y el polímero de ADH separado y purificado comprende dicho polímero de base de ADH y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH disperso en dicho polímero de ADH separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH en dicho polímero de ADH en dicho rAHP; y repetir las etapas c (etapa de disolución), d (etapa de precipitación), e (etapa de filtración), f (etapa de purificación) y g (etapa de separación) con cada material residual de la etapa de disolución de la repetición anterior de las etapas c a g para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando dichos polímeros de base de TPE, PP, PE y PET individualmente y en secuencia, procediendo a partir de dicho polímero de base de TPE a dicho polímero de base de PP, después a dicho polímero de base de PE, y finalmente a dicho polímero de base de PET hasta que se produce un polímero de TPE separado y purificado, se produce un polímero de PP separado y purificado, se produce un polímero de PE separado y purificado, se produce un polímero de TPE separado y purificado y se produce un material residual final que comprende dichos polímeros de celulosa y PAA.

En otra realización, el rAHP se selecciona del grupo que consiste en pañales para bebés, productos de protección femenina, productos para la incontinencia de adultos y mezclas de los mismos. En otra realización, el método comprende además esterilizar el rAHP después de la etapa de obtención. En otra realización, el método comprende además reducir el tamaño del rAHP después de la etapa de obtención y antes de la etapa de extracción. En otra realización, la etapa de reducción comprende la molienda, el corte, la cizalladura o mezclas de los mismos.

En otra realización, el erAHP está prácticamente exento de los materiales extraíbles. En otra realización, los polímeros solubles se seleccionan del grupo que consiste en polipropileno (PP), polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET), adhesivos (ADH), elastómeros termoplásticos (TPE) y mezclas de los mismos. En otra realización, el primer polímero soluble es ADH, el segundo polímero soluble es TPE, el tercer polímero soluble es PP, el cuarto polímero soluble es PE y el quinto polímero soluble es PET.

En otra realización, los aditivos en forma de partículas asociados con cada polímero soluble se seleccionan del grupo que consiste en clarificadores, agentes ignífugos, cargas, refuerzos, antiácidos, estabilizadores, antioxidantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueantes, lubricantes, agentes de liberación de moldes, agentes de nucleación, pigmentos y mezclas de los mismos.

En otra realización, los polímeros no solubles se seleccionan del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa, lignina, poli(ácido acrílico) (PAA) y mezclas de los mismos. En otra realización, los polímeros solubles son celulosa y PAA. En otra realización, el material residual final comprende polímeros de celulosa y PAA. En otra realización, el polímero de PAA se separa de la celulosa. En otra realización, el polímero de PAA se deshidrata además hasta menos de 1 g de agua/g de PAA mediante un proceso de deshidratación. En otra realización, el proceso de deshidratación se selecciona del grupo que consiste en poner en contacto el PAA con una solución salina, una solución ácida, una solución básica y un disolvente que forma un azeótropo con agua; la presurización; la centrifugación; y mezclas de los mismos. En otra realización, el disolvente es un alcohol seleccionado del grupo que consiste en metanol, etanol, n-propanol, alcohol isopropílico, n-butanol, isobutanol, 2-butanol y mezclas de los mismos.

En otra realización, el polímero de PAA deshidratado se usa para producir un nuevo producto higiénico absorbente (AHP). En otra realización, el polímero de PAA se somete a despolimerización para producir ácido acrílico (AA) monomérico o ácido acrílico oligomérico (oAA). En otra realización, el AA u oAA se polimeriza además en PAA virgen y se utiliza para producir un nuevo AHP.

En otra realización, el disolvente de extracción y el disolvente de la etapa de disolución se seleccionan del grupo que consiste en hidrocarburos olefínicos, hidrocarburos alifáticos y mezclas de los mismos. En otra realización, el disolvente de extracción es el mismo que el disolvente de la etapa de disolución. En otra realización, el disolvente de extracción es n-butano.

En otra realización, la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en el polímero de base soluble en el rAHP es inferior a aproximadamente el 5 % en peso. En otra realización, la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en cada polímero de base soluble en el rAHP es inferior a aproximadamente el 3 % en peso. En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en cada polímero de base soluble en el polímero soluble separado y purificado es inferior a aproximadamente el 3 % en peso. En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en cada polímero de base soluble en el material soluble separado y purificado es inferior a aproximadamente el 1 % en peso. En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en cada polímero de base soluble en el material soluble separado y purificado es inferior a aproximadamente el 0,1 % en peso.

En otra realización, cada polímero soluble está prácticamente exento de aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble en el material soluble separado y purificado. En otra realización, la concentración de materiales extraíbles en el erAHP es aproximadamente la mitad de la concentración de materiales extraíbles en el rAHP. En otra realización, la concentración de materiales extraíbles en el erAHP se reduce además durante una etapa de purificación.

En otra realización, la filtración se lleva a cabo en una dirección de flujo axial. En otra realización, la filtración se lleva a cabo en una dirección de flujo radial. En otra realización, la filtración se lleva a cabo en un aparato de filtro de tipo vela. En otra realización, el aparato de filtro de vela se recubre previamente con un coadyuvante de filtración. En otra realización, el aparato de filtro de vela se recubre previamente con un coadyuvante de filtración seleccionado del grupo que consiste en tierra de diatomeas, perlita, fibra celulósica, arcilla, carbón activado, alúmina, sílice, silicato de alúmina, zeolita y mezclas de los mismos. En otra realización, el aparato de filtro de vela se recubre previamente con un coadyuvante de filtración que tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 10 µm a aproximadamente 100 µm. En otra realización, la filtración comprende la alimentación corporal de uno o más auxiliares de filtración. En otra realización, el uno o más coadyuvantes de filtración se seleccionan del grupo que consiste en tierra de diatomeas, perlita, fibra celulósica, arcilla, carbón activado, alúmina, sílice, silicato de alúmina, zeolita y mezclas de estos.

En otra realización, el medio sólido se selecciona del grupo que consiste en sustancias inorgánicas, sustancias a base de carbono y mezclas de las mismas. En otra realización, las sustancias inorgánicas se seleccionan del grupo que consiste en óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), óxido de hierro, silicato de aluminio, silicato de magnesio, vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, perlita, arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita, estructura orgánica metálica (MOF), estructura orgánica covalente (COF), estructura de imidazolato zeolítico (ZIF) y mezclas de los mismos. En otra realización, las sustancias inorgánicas se seleccionan del grupo que consiste en óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita y mezclas de los mismos.

En otra realización, el intervalo de partículas del medio sólido es entre aproximadamente 1,1 y aproximadamente 2. En otra realización, el intervalo de partículas del medio sólido es entre aproximadamente 1,3 y aproximadamente 1,5.

En otra realización, el medio sólido se dispone en una configuración de lecho fijo. En otra realización, la configuración de lecho fijo comprende al menos 2 lechos fijos en serie.

5 En otra realización, la etapa de extracción comprende la utilización de materiales adsorbentes para extraer una fracción de materiales extraíbles. En otra realización, los materiales adsorbentes se seleccionan del grupo que consiste en sustrato a base de carbono, zeolita, MOF, COF, ZIF y mezclas de los mismos.

10 En otra realización, la etapa de extracción, la etapa de disolución, la etapa de precipitación y la etapa de separación están en modo por lotes. En otra realización, la etapa de extracción, la etapa de disolución, la etapa de filtración, la etapa de purificación y la etapa de separación están en modo continuo.

15 En otra realización, la acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro mayor de aproximadamente 1 mm. En otra realización, el diámetro es mayor que aproximadamente 300 μm . En otra realización, el diámetro es mayor que aproximadamente 100 μm .

20 En otra realización más de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar materiales de PP, celulosa y PAA de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), el rAHP comprende dichos polímeros y contaminantes; el polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP; los aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP se dispersan en dicho polímero de base de PP en una concentración; el polímero de PP es un polímero soluble; la celulosa y dichos polímeros de PAA son polímeros no solubles; los contaminantes comprenden materia en forma de partículas asociada a dichos contaminantes y materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes; los materiales extraíbles en dicho rAHP comprenden dichos materiales extraíbles asociados a dichos polímeros y dichos materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes; y los materiales extraíbles en dicho rAHP están en una concentración en dicho rAHP. Dicho método comprende obtener dicho rAHP; el rAHP se selecciona del grupo que consiste en productos de uso posconsumo, productos de uso posindustrial y combinaciones de los mismos; extraer dicho rAHP con un disolvente de extracción a una temperatura superior a aproximadamente 100 °C y a una presión superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig); el disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C; donde se produce un rAHP extraído (erAHP); y los materiales extraíbles tienen una concentración en dicho erAHP que es inferior a la concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rAHP; disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho erAHP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho polímero de base de PP se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; la suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP en una solución de polímero de base de PP; y el material residual de la etapa de disolución comprende dichos polímeros de celulosa y dichos polímeros de PAA; precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados y una primera suspensión intermedia; la acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP; y la primera suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitados asociados a dicho polímero de PP en dicha solución de polímero de base de PP; filtrar dicha primera suspensión intermedia a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una segunda suspensión intermedia; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP es retenida por un medio de filtro; y la segunda suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho polímero de PP en dicha solución de polímero de base de PP; purificar dicha segunda suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP es retenida por dicho medio sólido; y la suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho polímero de PP en dicha solución de polímero de base de PP; separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un polímero de PP separado y purificado; y el polímero de PP separado y purificado comprende dicho polímero de base de PP y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP disperso en dicho polímero de PP separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP en dicho polímero de PP en dicho rAHP.

60 En otra realización, el rAHP se selecciona del grupo que consiste en pañales para bebés, productos de protección femenina, productos para la incontinencia de adultos y mezclas de los mismos. En otra realización, el método comprende además esterilizar el rAHP después de la etapa de obtención.

En otra realización, el método comprende además reducir el tamaño del rAHP después de la etapa de obtención y antes de la etapa de extracción. En otra realización, la etapa de reducción comprende la molienda, el corte, la cizalladura o mezclas de los mismos.

65 En otra realización, los aditivos en forma de partículas asociados con cada polímero soluble se seleccionan del grupo que consiste en clarificadores, agentes ignífugos, cargas, refuerzos, antiácidos, estabilizadores, antioxidantes,

agentes de deslizamiento, agentes antibloqueantes, lubricantes, agentes de liberación de moldes, agentes de nucleación, pigmentos y mezclas de los mismos.

5 En otra realización, el erAHP está prácticamente exento de los materiales extraíbles. En otra realización, el rAHP se selecciona del grupo que consiste en pañales para bebés, productos de protección femenina, productos para la incontinencia de adultos y mezclas de los mismos. En otra realización, el método comprende además esterilizar el rAHP después de la etapa de obtención.

10 En otra realización, el disolvente de extracción y el disolvente de la etapa de disolución se seleccionan del grupo que consiste en hidrocarburos olefinicos, hidrocarburos alifáticos y mezclas de los mismos. En otra realización, el disolvente de extracción es el mismo que el disolvente de la etapa de disolución. En otra realización, el disolvente de extracción es n-butano. En otra realización, la temperatura en la etapa de extracción es de aproximadamente 110 °C a aproximadamente 170 °C; y la presión en la etapa de extracción es de aproximadamente 7,6 MPa (1100 psig) a aproximadamente 14,5 MPa (2100 psig). En otra realización, el intervalo de temperatura en la etapa de disolución es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C; y el intervalo de presión en la etapa de disolución es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 137,9 MPa (20.000 psig). En otra realización, el intervalo de temperatura en la etapa de precipitación es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C; y el intervalo de presión en la etapa de precipitación es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 137,9 MPa (20.000 psig). En otra realización, el intervalo de temperatura en la etapa de purificación es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 220 °C; y el intervalo de presión en la etapa de purificación es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 137,9 MPa (20.000 psig). En otra realización, el intervalo de temperatura en la etapa de separación es de aproximadamente 0 °C a aproximadamente 220 °C; y el intervalo de presión en la etapa de separación es de aproximadamente 0 MPa (0 psig) a aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig).

25 En otra realización, el material residual de la etapa de disolución se separa en el polímero de PAA y el polímero de celulosa. En otra realización, el polímero de PAA se deshidrata además hasta menos de 1 g de agua/g de polímero de PAA mediante un proceso de deshidratación.

30 En otra realización, el proceso de deshidratación se selecciona del grupo que consiste en poner en contacto el polímero de PAA con una solución salina, una solución ácida, una solución básica y un disolvente que forma un azeótropo con agua; la presurización; la centrifugación; y mezclas de los mismos. En otra realización, el disolvente es un alcohol seleccionado del grupo que consiste en metanol, etanol, n-propanol, alcohol isopropílico, n-butanol, isobutanol, 2-butanol y mezclas de los mismos. En otra realización, el polímero de PAA deshidratado se usa para producir un nuevo producto higiénico absorbente (AHP). En otra realización, el polímero de PAA se somete a despolimerización para producir ácido acrílico (AA) monomérico o ácido acrílico oligomérico (oAA). En otra realización, el AA u oAA se polimeriza además en polímero de PAA virgen y se utiliza para producir un nuevo AHP.

40 En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en el polímero de base de PP en el rAHP es inferior a aproximadamente el 5 % en peso. En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en el polímero de base de PP en el rAHP es aproximadamente el 3 % en peso. En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 3 % en peso. En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 1 % en peso. En otra realización, la concentración de aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 0,1 % en peso. En otra realización, el polímero de PP separado y purificado está prácticamente exento de aditivos en forma de partículas.

50 En otra realización, la concentración de materiales extraíbles en el erAHP es aproximadamente la mitad de la concentración de materiales extraíbles en el rAHP. En otra realización, la concentración de materiales extraíbles en el erAHP se reduce además durante la etapa de purificación.

55 En otra realización, la filtración se lleva a cabo en una dirección de flujo axial. En otra realización, la filtración se lleva a cabo en una dirección de flujo radial. En otra realización, la filtración se lleva a cabo en un aparato de filtro de tipo vela. En otra realización, el aparato de filtro de vela se recubre previamente con un coadyuvante de filtración. En otra realización, el aparato de filtro de vela se recubre previamente con un coadyuvante de filtración seleccionado del grupo que consiste en tierra de diatomeas, perlita, fibra celulósica, arcilla, carbón activado, alúmina, sílice, silicato de alúmina, zeolita y mezclas de los mismos. En otra realización, el aparato de filtro de vela se recubre previamente con un coadyuvante de filtración que tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 10 µm a aproximadamente 100 µm. En otra realización, la filtración comprende la alimentación corporal de uno o más auxiliares de filtración. En otra realización, el uno o más coadyuvantes de filtración se seleccionan del grupo que consiste en tierra de diatomeas, perlita, fibra celulósica, arcilla, carbón activado, alúmina, sílice, silicato de alúmina, zeolita y mezclas de estos. En otra realización, el medio sólido se selecciona del grupo que consiste en sustancias inorgánicas, sustancias a base de carbono y mezclas de las mismas. En otra realización, las sustancias inorgánicas se seleccionan del grupo que consiste en óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), óxido de hierro, silicato de aluminio, silicato de magnesio, vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, perlita,

arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita, estructura orgánica metálica (MOF), estructura orgánica covalente (COF), estructura de imidazolato zeolítico (ZIF) y mezclas de los mismos.

En otra realización, las sustancias inorgánicas se seleccionan del grupo que consiste en óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita y mezclas de los mismos. En otra realización, el intervalo de partículas del medio sólido es entre aproximadamente 1,1 y aproximadamente 2. En otra realización, el intervalo de partículas del medio sólido es entre aproximadamente 1,3 y aproximadamente 1,5. En otra realización, el medio sólido se dispone en una configuración de lecho fijo. En otra realización, la configuración de lecho fijo comprende al menos 2 lechos fijos en serie.

En otra realización, la etapa de extracción comprende la utilización de materiales adsorbentes para extraer materiales extraíbles. En otra realización, los materiales adsorbentes se seleccionan del grupo que consiste en sustrato a base de carbono, zeolita, MOF, COF, ZIF y mezclas de los mismos. En otra realización, la etapa de extracción, la etapa de disolución, la etapa de precipitación y la etapa de separación están en modo por lotes. En otra realización, la etapa de extracción, la etapa de disolución, la etapa de filtración, la etapa de purificación y la etapa de separación están en modo continuo.

En otra realización, la acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro mayor de aproximadamente 1 mm. En otra realización, el diámetro es mayor que aproximadamente 300 μm . En otra realización, el diámetro es mayor que aproximadamente 100 μm .

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de flujo en bloques que muestra las etapas principales de una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

I Definiciones

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “producto recuperado” (rP) se refiere a un producto utilizado para un fin previo y recuperado, a continuación, para su posterior procesamiento.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “película recuperada” (rF) se refiere a una película utilizada para un fin previo y recuperada, a continuación, para su posterior procesamiento.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “producto higiénico absorbente recuperado” (rAHP) se refiere a un producto higiénico absorbente (AHP; por ejemplo, un pañal para bebés, producto de protección femenina y producto para la incontinencia de adultos) utilizado para un fin previo y recuperado, a continuación, para su posterior procesamiento.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “producto de uso posconsumo” se refiere a un producto que ha sido utilizado por el consumidor final y eliminado en una corriente de residuos.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “producto de uso posindustrial” se refiere a un producto que ha sido fabricado por el consumidor, pero que este aún no ha utilizado, y, de forma típica, es un producto de residuos del proceso de fabricación.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “material de reciclado posconsumo” se refiere a un material que se produce después de que el consumidor final haya utilizado el material y haya eliminado el material en una corriente de residuos.

Como se utiliza en la presente memoria, el término “polímero” se refiere a un material que comprende un polímero de base, aditivos en forma de partículas asociados al polímero y materiales extraíbles asociados al polímero.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “polímero de base” se refiere a un polímero antes de que se le añadan paquetes de aditivos (ya sea en forma de partículas o extraíbles) (es decir, el polímero de base no está modificado).

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “aditivos en forma de partículas” se refiere a partículas que se añaden al polímero de base antes de que el polímero se comercialice. Los ejemplos no limitativos de dichos aditivos en forma de partículas que se pueden utilizar en ambos casos de polímeros de base solubles y no solubles son clarificadores, agentes ignífugos, cargas, refuerzos, antiácidos, estabilizadores, antioxidantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueantes, lubricantes, agentes de liberación de moldes, agentes de nucleación y pigmentos.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “materiales extraíbles” se refiere a materiales que se pueden extraer con un disolvente de extracción.

- 5 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “polímero soluble” se refiere a un polímero que se puede disolver en un disolvente a nivel molecular. Además, la estabilidad termodinámica de la solución de polímero/disolvente se puede describir mediante la siguiente Ecuación 1:

$$\Delta G_{mezcla} = \Delta H_{mezcla} - T\Delta S_{mezcla} \quad \text{Ecuación 1}$$

- 10 donde ΔG_{mezcla} es la variación de energía libre de Gibbs correspondiente al mezclado del polímero soluble con un disolvente, ΔH_{mezcla} es la variación de entalpía correspondiente al mezclado, T es la temperatura absoluta y ΔS_{mix} es la entropía correspondiente al mezclado. A fin de mantener una solución estable de un polímero soluble en un disolvente, la energía libre de Gibbs debe ser negativa y mínima. Por lo tanto, en la presente invención se puede utilizar cualquier combinación de polímero soluble y disolvente que minimice una energía libre de Gibbs negativa a una temperatura y presión adecuadas.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “polímero no soluble” se refiere a un polímero que no se puede disolver en un disolvente a nivel molecular.

- 20 Como se utiliza en la presente memoria, el término “contaminantes” se refiere a materiales no deseados o no deseables que están presentes en un rP y que no formaban parte de los polímeros utilizados para fabricar el producto (por ejemplo, los contaminantes son materiales depositados en el producto durante su uso, proceso de eliminación o proceso de recuperación del rP). Estos contaminantes comprenden una materia en forma de partículas asociada a los contaminantes y materiales extraíbles asociados a los contaminantes.

- 25 Como se utiliza en la presente memoria, las expresiones “disolvente de extracción” y “disolvente de la etapa de disolución” se refieren a sustancias que pueden existir en estado líquido en las condiciones especificadas de temperatura y presión. En algunas realizaciones, el disolvente de extracción y el disolvente de la etapa de disolución pueden tener una composición química predominantemente homogénea de una molécula o un isómero, mientras que, en otras realizaciones, el disolvente de extracción y el disolvente de la etapa de disolución pueden ser una mezcla de varios isómeros o composiciones moleculares diferentes. Además, en algunas realizaciones de la presente invención, las expresiones “disolvente de extracción” y “disolvente de la etapa de disolución” también se pueden aplicar a sustancias que se encuentran a, cerca de o por encima de la temperatura crítica y la presión crítica (punto crítico) de esa sustancia. Es bien conocido por los expertos en la técnica que las sustancias por encima del punto crítico de esa sustancia se conocen como “fluidos supercríticos” que no tienen las propiedades físicas típicas (es decir, densidad) de un líquido.

- 35 Como se utiliza en la presente memoria, el término “punto de ebullición estándar” se refiere a la temperatura de ebullición a una presión absoluta de exactamente 100 kPa (1 bar, 14,5 psi, 0,9869 atm), según lo establecido por la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

- 40 Como se utiliza en la presente memoria, el término “variación de entalpía estándar de vaporización” se refiere a la variación de entalpía necesaria para transformar una cantidad especificada de una sustancia de líquido a vapor al punto de ebullición estándar de la sustancia.

- 45 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “solución de polímero” se refiere a una solución de un polímero de base disuelto en un disolvente.

- 50 Como se utiliza en la presente memoria, el término “precipitación” se refiere al proceso de precipitación de partículas suspendidas en respuesta a una fuerza (de forma típica, una fuerza gravitatoria) que actúa sobre las partículas. A los efectos de la presente invención, los términos “precipitación” y “sedimentación” se utilizan indistintamente.

Como se utiliza en la presente memoria, el término “contaminante suspendido” se refiere a un constituyente no deseado o no deseable presente a lo largo de la mayor parte del medio de una mezcla heterogénea.

- 55 Como se utiliza en la presente memoria, el término “contaminante disuelto” se refiere a un constituyente no deseado o no deseable al menos parcialmente incorporado en un disolvente a nivel molecular.

- 60 Como se utiliza en la presente memoria, el término “filtración” y “filtrado” se refiere a una separación de al menos un contaminante disuelto y/o suspendido de un fluido mediante el uso de operaciones mecánicas y/o físicas (por ejemplo, pasar el fluido contaminado a través de un sistema de filtración). Como se utiliza en la presente memoria, los términos “sistema de filtración” y “filtro” se usan indistintamente.

- 65 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “medio sólido” se refiere a una sustancia que existe en estado sólido en las condiciones de uso. El medio sólido puede ser cristalino, semicristalino o amorfo. El medio sólido puede ser granulado y se puede suministrar en formas diferentes (es decir, esferas, cilindros, gránulos, etc.). Si el medio sólido es granulado, su tamaño de partículas y distribución de tamaño de partículas pueden estar definidos por el

tamaño de malla utilizado para clasificar los medios granulados. Un ejemplo de las designaciones de tamaño de malla estándar puede encontrarse en la norma ASTM E11 “Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves” (especificación estándar para la prueba de alambre tejido tamiz de tela y tamices de prueba) de la American Society for Testing and Material (Sociedad americana para pruebas y materiales - ASTM). El medio sólido también puede ser una placa fibrosa no tejida o un textil tejido.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “polímero purificado” se refiere a un polímero en el que los aditivos en forma de partículas y los materiales extraíbles tienen una concentración más baja que su concentración en el mismo polímero antes de la etapa de purificación.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “polímero separado y purificado” se refiere a un polímero purificado que se separa de los otros polímeros.

Como se utiliza en la presente memoria, el término “extraer” se refiere al proceso de transferir una especie de soluto de una fase líquida (o matriz sólida) a través de una delimitación de fases a una fase líquida inmiscible separada. La(s) fuerza(s) de accionamiento para la extracción se describen mediante la teoría de reparto.

Como se utiliza en la presente memoria, el término “extraído” se refiere a un material que tiene menos especies de soluto (es decir, materiales extraíbles) con respecto al mismo material antes de una etapa de extracción.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “rAHP extraído” se refiere a un rAHP que tiene menos especies de soluto (es decir, materiales extraíbles) con respecto al mismo rAHP antes de una etapa de extracción.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “polímero de tipo virgen” se refiere a un polímero que está prácticamente exento de aditivos en forma de partículas, materiales extraíbles y contaminantes; homogéneo; y con propiedades similares a su polímero de base. A efectos de la presente invención, las expresiones “polímero de tipo virgen” y “polímero de base” se utilizan indistintamente.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “ácido acrílico oligomérico” (oAA, por sus siglas en inglés) se refiere a un complejo molecular con menos de 1000 unidades de AA, a diferencia del polímero de AA (PAA) que se refiere a un complejo molecular con más de 1000 unidades de AA.

Como se utiliza en la presente memoria, toda referencia a unidades internacionales de presión (p. ej., MPa) se refiere a presión manométrica.

Como se utiliza en la presente memoria, el término “dirección de flujo axial” se refiere a un fluido que fluye paralelo al eje largo de un medio de filtro.

Como se utiliza en la presente memoria, el término “dirección de flujo radial” se refiere a un fluido que fluye perpendicular al eje largo de un medio de filtro.

Como se utiliza en la presente memoria, los términos “aparato de filtro de tipo vela” y “filtro de vela”, más generalmente denominados “filtro tubular de torta externa”, se refieren a un aparato que usa presión para separar sólidos de un líquido. Se proporciona una descripción detallada de los filtros de tipo vela, así como otros aparatos de separación sólido-líquido, en la siguiente referencia: Perry, Robert H y Don W. Green. Perry's Chemical Engineers 'Handbook. New York: McGraw-Hill, 2008. Print.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “previamente recubierto con coadyuvante de filtración” se refiere a un aparato de separación sólido-líquido donde el medio de filtración comprende un tamiz rígido o semirrígido sobre el que se depositan una capa o capas de material sólido fino (por ejemplo, tierra de diatomeas, perlita, fibra celulósica, arcilla, carbón activado, alúmina, sílice, silicato de alúmina, zeolita y mezclas de estos).

Como se utiliza en la presente memoria, el término “alimentación corporal” o “alimentación corporal” se refiere a la adición de coadyuvante de filtración a un fluido antes de que el fluido se filtre.

II Método para separar y purificar polímeros

Sorprendentemente, se ha encontrado que las soluciones de polímero de alto peso molecular contaminadas se purifican por filtración. Cada uno de estos polímeros comprende un polímero de base, aditivos en forma de partículas y materiales extraíbles. El proceso, ilustrado en la Figura 1, comprende la obtención de un producto recuperado (etapa a en la Figura 1), seguida de la extracción de los materiales extraíbles del producto recuperado con un disolvente de extracción a una temperatura de extracción (T_E) y a una presión de extracción (P_E) (etapa b en la Figura 1), seguida de la disolución del polímero de base en un disolvente de la etapa de disolución a una temperatura de disolución (T_D) y a una presión de disolución (P_D) (etapa c en la Figura 1) y formación de una suspensión de los aditivos en forma de partículas en la solución de polímero de base, seguida de la precipitación de la suspensión de polímero a una temperatura de disolución (T_D) y a una presión de disolución (P_D) (etapa d en la Figura 1) y formación de una

suspensión de los aditivos en forma de partículas que no se hayan precipitado en la etapa anterior en una solución de polímero de base, seguida de la filtración de la suspensión a una temperatura de disolución (T_D) y a una presión de disolución (P_D) (etapa e en la Figura 1), la purificación de la suspensión poniéndola en contacto con un medio sólido a una temperatura de disolución (T_D) y a una presión de disolución (P_D) (etapa f en la Figura 1) para reducir la concentración de los aditivos en forma de partículas en la solución de polímero de base y seguida de la separación del polímero del disolvente de la etapa de disolución (etapa g en la Figura 1) produciendo un polímero separado y purificado. Después, las etapas del proceso de disolución, precipitación, filtración, purificación y separación se repiten en cada uno de los polímeros solubles en el producto recuperado. Téngase en cuenta que los términos T_E , P_E , T_D , P_D mencionados anteriormente pueden variar en valor de una etapa a otra.

Producto recuperado

A los efectos de la presente invención, el producto recuperado (rP) se refiere al producto o al envasado. Los ejemplos no limitativos de productos o envases de uso posconsumo son productos o envases derivados de corrientes de reciclado en la acera, donde los consumidores finales colocan productos o envases utilizados en un contenedor designado para que un transportista o reciclador de residuos los recoja, y productos o envases derivados de programas de “devolución” en tienda, donde el consumidor trae productos o envases de residuos a una tienda y coloca los productos o envases de residuos en un contenedor de recogida designado. Un ejemplo no limitativo de los productos de residuos posindustriales son los polímeros de residuos producidos durante la fabricación o el envío de un bien o producto que ha sido recogido como material inutilizable por el fabricante (es decir, retazos, materiales que no cumplen los requisitos técnicos, desechos de puesta en marcha). Los ejemplos no limitativos de productos de residuos de corrientes de residuos especiales son los productos de residuos derivados del reciclado de residuos electrónicos, también conocidos como e-residuos, automóviles y moquetas y alfombras y textiles utilizados.

En una realización de la presente invención, dicho rP se selecciona del grupo que consiste en productos de uso posconsumo, productos de uso posindustrial, productos de uso poscomercial, corrientes de residuos especiales y combinaciones de los mismos. En otra realización de la presente invención, dicho rP se selecciona del grupo que consiste en productos de uso posconsumo, productos de uso posindustrial y combinaciones de los mismos. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP) comprende obtener dicho rP.

Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho rP es una película recuperada. En una realización de la presente invención, dicha rF comprende al menos 2 polímeros. En otra realización de la presente invención, dicha rF comprende al menos 4 polímeros. En otra realización más de la presente invención, dicha rF comprende una película multicapa. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha rF comprende una película con al menos dos capas. Estas capas en la rF pueden incluir capas de adhesivo de coextrusión, como conocen los expertos en la técnica. Los ejemplos no limitativos de los polímeros utilizados en las capas de una película multicapa son polietileno (PE), polipropileno (PP), poli(tereftalato de etileno) (PET), poliestireno (PS), poli(ácido láctico) (PLA), ionómero, poliamidas (PA) y succinato de polibutileno (PBS).

En una realización de la presente invención, dicho rP es un producto higiénico adsorbente recuperado (rAHP). En otra realización de la presente invención, dicho rAHP se selecciona del grupo que consiste en pañales para bebés, productos de protección femenina y productos para la incontinencia de adultos.

En una realización de la presente invención, dicho rP comprende dichos polímeros y contaminantes. A efectos de la presente invención, los polímeros en el producto recuperado son polímeros homogéneos o mezclas de varias composiciones de polímeros diferentes. Los ejemplos no limitativos de polímeros son polietileno (PE), polipropileno (PP), poli(tereftalato de etileno) (PET), adhesivos (ADH), elastómero termoplástico (TPE), celulosa, hemicelulosa, lignina, poli(ácido acrílico) (PAA), poli(ácido láctico) (PLA), ionómero, poliamidas (PA) y succinato de polibutileno (PBS). Los ejemplos no limitativos de composiciones de PP son homopolímeros de propileno, copolímeros de propileno y etileno (que incluyen copolímeros de “impacto” y “clarificados al azar”), copolímeros de propileno y alfa-olefinas, cauchos de polipropileno y otras composiciones de polipropileno solubles que pueden resultar evidentes para los expertos habituales en la técnica. En una realización de la presente invención, dichos polímeros son solubles. En otra realización de la presente invención, dichos polímeros no son solubles. En otra realización más de la presente invención, dicho polímero se selecciona del grupo que consiste en un polímero soluble, un polímero no soluble y mezclas de los mismos. En una realización de la presente invención, dichos polímeros solubles se seleccionan del grupo que consiste en polipropileno (PP), polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET), adhesivos (ADH), elastómero termoplástico (TPE) y mezclas de los mismos. En otra realización de la presente invención, dicho primer polímero soluble es ADH, dicho segundo polímero soluble es TPE, dicho tercer polímero soluble es PP, dicho cuarto polímero soluble es PE y dicho quinto polímero soluble es poli(tereftalato de etileno) (PET). En otra realización más de la presente invención, dichos polímeros no solubles se seleccionan del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa, lignina y poli(ácido acrílico) PAA, y mezclas de los mismos. Incluso en otra realización más de la presente invención, dichos polímeros no solubles son celulosa y poli(ácido acrílico) PAA.

Los ejemplos no limitativos de contaminantes son las partículas de polvo, la suciedad procedente de los procesos de uso, eliminación y recuperación del producto, los olores y los trozos de otros productos. En otra realización de la

presente invención, dichos contaminantes comprenden una materia en forma de partículas asociada a dichos contaminantes y materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes.

Los polímeros en el producto recuperado comprenden un polímero de base, aditivos en forma de partículas asociados al polímero y materiales extraíbles asociados al polímero. Los aditivos en forma de partículas se añaden a los polímeros de base durante la polimerización o conversión del polímero de base en el producto. Los ejemplos no limitativos de aditivos en forma de partículas son clarificadores, agentes ignífugos, cargas, refuerzos, antiácidos, estabilizadores, antioxidantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueantes, lubricantes, agentes de liberación de moldes, agentes de nucleación, pigmentos y plastificantes. Los ejemplos no limitativos de pigmentos son pigmentos orgánicos, tales como ftalocianina de cobre, pigmentos inorgánicos, tales como dióxido de titanio, y otros pigmentos que pueden ser evidentes para los expertos en la técnica. Un ejemplo no limitativo de un colorante orgánico es Basic Yellow 51. Los ejemplos no limitativos de agentes antiestáticos son el monoestearato de glicerol y los agentes de deslizamiento son la erucamida. Un ejemplo no limitativo de un estabilizador es el octadecil-3-(3,5-di-*terc*.butil-4-hidroxifenil)-propionato. Los ejemplos no limitativos de cargas son carbonato de calcio, talco y fibras de vidrio.

En una realización de la presente invención, dichos aditivos en forma de partículas se seleccionan del grupo que consiste en clarificadores, agentes ignífugos, cargas, refuerzos, antiácidos, estabilizadores, antioxidantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueantes, lubricantes, agentes de liberación de moldes, agentes de nucleación, pigmentos y mezclas de los mismos. En otra realización de la presente invención, los aditivos en forma de partículas asociados al polímero se dispersan en dicho polímero de base en una concentración.

En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rP es inferior a aproximadamente el 5 %. En otra realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rP es de aproximadamente el 3 %. En otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rP es inferior a aproximadamente el 3 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rP es inferior a aproximadamente el 1 %. En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rP es inferior a aproximadamente el 0,1 %.

En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 5 %. En otra realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rAHP es de aproximadamente el 3 %. En otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 3 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 1 %. En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 0,1 %.

En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rP es inferior a aproximadamente el 5 %. En otra realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rP es de aproximadamente el 3 %. En otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rP es inferior a aproximadamente el 3 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rP es inferior a aproximadamente el 1 %. En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rP es inferior a aproximadamente el 0,1 %.

En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 5 %. En otra realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es de aproximadamente el 3 %. En otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 3 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 1 %. En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados al polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP en dicho rAHP es inferior a aproximadamente el 0,1 %.

En una realización de la presente invención, dichos materiales extraíbles en dicho rP comprenden dichos materiales extraíbles asociados a dichos polímeros y dichos materiales extraíbles asociados a dichos contaminantes. En otra realización de la presente invención, dichos materiales extraíbles en dicho rP están en una concentración en dicho rP. Los ejemplos no limitativos de materiales extraíbles asociados a los polímeros o la contaminación son colorantes, perfumes, saborizantes y mezclas de los mismos. Los materiales extraíbles asociados a los polímeros o a la contaminación pueden ser adyuvantes de procesamiento residuales añadidos al polímero, formulaciones residuales del producto que entraron en contacto con el polímero durante el uso del producto y cualquier otro material extraíble que pueda haberse añadido intencionadamente o incorporado involuntariamente al polímero, por ejemplo, durante la recogida de residuos y su posterior acumulación con otros productos de residuos.

En una realización de la presente invención, dicho método comprende, además, esterilizar dicho rP después de dicha etapa de obtención. En otra realización de la presente invención, dicho método comprende, además, esterilizar dicho rAHP después de dicha etapa de obtención. La esterilización es necesaria para eliminar la carga microbiana en los rP y, más específicamente, en los rAHP, dado que los AHP se consideran productos biológicamente peligrosos tras su utilización. Los procesos y las condiciones de esterilización son bien conocidas por los expertos en la técnica y se pueden realizar en autoclaves, reactores Parr y equipos similares.

En una realización de la presente invención, dicho método comprende, además, reducir el tamaño de dicho rAHP después de dicha etapa de obtención y antes de dicha etapa de extracción. En otra realización de la presente invención, dicha etapa de reducción comprende la molienda, el corte, la cizalladura o mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, dicho método comprende obtener dicho rP, extraer dicho rP con un disolvente de extracción, disolver dicho primer polímero de base soluble con un disolvente de la etapa de disolución para producir una suspensión inicial, precipitar dicha suspensión inicial para producir una suspensión intermedia, purificar dicha suspensión intermedia con un medio sólido para producir una suspensión final, separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final para producir un primer polímero soluble separado y purificado; y repetir dicha etapa de disolución, dicha etapa de precipitación, dicha etapa de purificación y dicha etapa de separación con todos los polímeros solubles restantes.

Etapa de extracción

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP) incluye extraer dicho rP con un disolvente de extracción a una temperatura superior a aproximadamente 100 °C y a una presión superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig); en donde dicho disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C; donde se produce un rP extraído (erP); y en donde dichos materiales extraíbles tienen una concentración en dicho erP que es inferior a dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rP. En otra realización de la presente invención, dicha etapa de extracción comprende extraer dicho rAHP con un disolvente de extracción a una temperatura superior a aproximadamente 100 °C y a una presión superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig); en donde dicho disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C; donde se produce un rAHP extraído (erAHP); y en donde dichos materiales extraíbles tienen una concentración en dicho erAHP que es inferior a dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rAHP. En otra realización más de la presente invención, dicha etapa de extracción comprende extraer dicha rF con un disolvente de extracción a una temperatura superior a aproximadamente 100 °C y a una presión superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig); en donde dicho disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C; donde se produce una rF extraída (erF, por sus siglas en inglés); y en donde dichos materiales extraíbles tienen una concentración en dicha erF que es inferior a dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicha rF.

El disolvente de extracción de la presente invención tiene un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C. La presurización mantiene los disolventes de extracción, que tienen puntos de ebullición estándar por debajo del intervalo de temperatura de operación de la presente invención, en un estado en el que hay poco o no hay nada de vapor de disolvente. En una realización de la presente invención, el disolvente de extracción con un punto de ebullición estándar inferior a aproximadamente 70 °C se selecciona del grupo que consiste en dióxido de carbono, cetonas, alcoholes, éteres, ésteres, alquenos, alcanos y mezclas de los mismos. En una realización de la presente invención, dicho disolvente de extracción se selecciona del grupo que consiste en hidrocarburos olefinicos, hidrocarburos alifáticos y mezclas de los mismos. Los ejemplos no limitativos de disolventes de extracción con puntos de ebullición estándar inferiores a aproximadamente 70 °C son dióxido de carbono, acetona, metanol, dimetil éter, dietil éter, etilmetil éter, tetrahidrofurano, acetato de metilo, etileno, propileno, 1-buteno, 2-buteno, isobutileno, 1-penteno, 2-penteno, isómeros ramificados de penteno, 1-hexeno, 2-hexeno, metano, etano, propano, n-butano, isobutano, n-pentano, isopentano, neopentano, n-hexano, isómeros de isohexano y otras sustancias que pueden resultar evidentes para los expertos habituales en la técnica. En una realización de la presente invención, dicho disolvente de extracción es n-butano. En otra realización de la presente invención, dicho disolvente de extracción es propano. En otra realización más de la presente invención, dicho disolvente de extracción es pentano. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho disolvente de extracción es hexano.

La selección del disolvente de extracción, así como del disolvente de la etapa de disolución, utilizado determinará los intervalos de temperatura y presión utilizados para realizar las etapas de la presente invención. Un estudio resumido del comportamiento de la fase polimérica en disolventes del tipo descrito en la presente invención se proporciona en la siguiente referencia: Kirby y McHugh. (1999) *Chem. Rev.* **99**:565-602.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de un producto recuperado (rP) incluye poner en contacto dicho rP con un disolvente de extracción a una temperatura y presión en donde dicho polímero es prácticamente insoluble en el disolvente de extracción. Sin pretender imponer ninguna teoría, los solicitantes creen que se puede controlar la solubilidad dependiente de la temperatura y la presión de modo que se evite que el disolvente de extracción solubilice totalmente el polímero; sin embargo, el disolvente de extracción se puede difundir en el polímero y extraer todo material extraíble.

En una realización de la presente invención, la extracción se puede lograr fijando la temperatura del sistema de polímero/disolvente de extracción y, a continuación, controlando la presión por debajo de una presión, o un intervalo de presión, donde el polímero se disuelve en el disolvente de extracción. En otra realización de la presente invención, la extracción se puede lograr fijando la presión del sistema de polímero/disolvente de extracción y, a continuación, controlando la temperatura por debajo de una temperatura, o un intervalo de temperatura, donde el polímero se disuelve en el disolvente de extracción. La extracción controlada por temperatura y presión del polímero con un disolvente de extracción utiliza un recipiente de presión adecuado y se puede configurar de tal manera que permita una extracción continua del polímero con el disolvente de extracción. En una realización de la presente invención, el recipiente de presión puede ser una columna de extracción líquido-líquido continua donde el polímero fundido se bombea en un extremo de la columna de extracción y el disolvente de extracción se bombea en el mismo extremo o en el extremo opuesto de la columna de extracción. En otra realización de la presente invención, el fluido que contiene la contaminación extraída se retira del proceso. En otra realización de la presente invención, el fluido que contiene los materiales extraídos se purifica, recupera y se recicla para su utilización en la etapa de extracción o en una etapa diferente del proceso.

En una realización de la presente invención, la etapa de extracción se puede efectuar como un método por lotes, en donde el producto recuperado se fija en un recipiente de presión y el disolvente de extracción se bombea de forma continua a través de la fase de producto fija. El tiempo de extracción o la cantidad de disolvente de extracción utilizado dependerá de la pureza deseada de los polímeros separados y purificados y la cantidad de materiales extraíbles en el producto recuperado de partida.

En una realización de la presente invención, dicha etapa de extracción es en modo por lotes. En otra realización de la presente invención, dicha etapa de extracción es en modo continuo.

En otra realización de la presente invención, el erP se pone en contacto con un medio sólido en una etapa separada, como se describe más adelante en el apartado "Etapas de purificación". En otra realización más de la presente invención, dicha etapa de extracción comprende la utilización de materiales adsorbentes para extraer una fracción de dichos materiales extraíbles. Los ejemplos no limitativos de materiales adsorbentes son óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), óxido de hierro, silicato de aluminio, silicato de magnesio, vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, perlita, arcilla, tierra de batán, arcilla de bentonita, estructura orgánica metálica (MOF, por sus siglas en inglés), estructura orgánica covalente (COF, por sus siglas en inglés), estructura de imidazolato zeolítico (ZIF, por sus siglas en inglés), hulla de antracita, negro de carbón, coque y carbón activado. Incluso en otra realización más de la presente invención, dichos materiales adsorbentes se seleccionan del grupo que consiste en carbón activado, zeolita, MOF, COF, (ZIF) y mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, dicho método incluye poner en contacto dicho rP con un disolvente de extracción a una temperatura y a una presión en donde dichos polímeros están fundidos y en estado líquido. En otra realización de la presente invención, dicho rP se pone en contacto con dicho disolvente de extracción a una temperatura y a una presión en donde dichos polímeros están en estado sólido.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto el PP con un disolvente de extracción a una temperatura y una presión en donde el PP permanece prácticamente sin disolver. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con n-butano a una temperatura de aproximadamente 80 °C a aproximadamente 280 °C. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con n-butano a una temperatura de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 220 °C. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con n-butano a una temperatura de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 180 °C. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con n-butano a una temperatura de aproximadamente 110 °C a aproximadamente 170 °C.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con n-butano a una presión de aproximadamente 1 MPa (150 psig) a aproximadamente 20,7 MPa (3000 psig). En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner

en contacto dicho PP con n-butano a una presión de aproximadamente 6,9 MPa (1000 psig) a aproximadamente 19 MPa (2750 psig). En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con n-butano a una presión de 10,3 MPa (1500 psig) a aproximadamente 17,2 MPa (2500 psig). En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con n-butano a una presión de aproximadamente 7,6 MPa (1100 psig) a aproximadamente 14,5 MPa (2100 psig).

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con propano a una temperatura de aproximadamente 80 °C a aproximadamente 280 °C. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con propano a una temperatura de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 220 °C. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con propano a una temperatura de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 180 °C.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con propano a una presión de aproximadamente 1,4 MPa (200 psig) a aproximadamente 55,2 MPa (8000 psig). En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con propano a una presión de aproximadamente 6,9 MPa (1000 psig) a aproximadamente 41,4 MPa (6000 psig). En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar PP de un rP incluye poner en contacto dicho PP con propano a una presión de aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig) a aproximadamente 27,6 MPa (4000 psig).

En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erP es menor de aproximadamente el 90 % de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rP. En otra realización de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erP es menor de aproximadamente el 75 % de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rP. En otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erP es menor de aproximadamente el 50 % de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rP. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erP es aproximadamente la mitad de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rP.

En una realización de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erAHP es menor de aproximadamente el 90 % de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rAHP. En otra realización de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erAHP es menor de aproximadamente el 75 % de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rAHP. En otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erAHP es menor de aproximadamente el 50 % de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rAHP. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erAHP es aproximadamente la mitad de dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho rAHP.

En una realización de la presente invención, dicho erP está prácticamente exento de dichos materiales extraíbles. En otra realización de la presente invención, dicho erAHP está prácticamente exento de dichos materiales extraíbles. En otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erP se reduce adicionalmente durante dicha etapa de purificación. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha concentración de dichos materiales extraíbles en dicho erAHP se reduce adicionalmente durante dicha etapa de purificación.

En una realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de extracción es de aproximadamente 110 °C a aproximadamente 170 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de extracción es de aproximadamente 7,6 MPa (1100 psig) a aproximadamente 14,5 MPa (2100 psig).

En una realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar polímeros de un rP, en donde dicho disolvente de extracción es propano, en donde dicha temperatura en dicha etapa de extracción es superior a aproximadamente 100 °C y en donde dicha presión en dicha etapa de extracción es superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig) e inferior a aproximadamente 10,3 MPa (1500 psig). En otra realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar polímeros de un rP, en donde dicho disolvente de extracción es n-butano, en donde dicha temperatura en dicha etapa de extracción es superior a aproximadamente 100 °C y en donde dicha presión en dicha etapa de extracción es superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig) e inferior a aproximadamente 6,2 MPa (900 psig). En otra realización más de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar polímeros de un rP, en donde dicho disolvente de extracción es pentano, en donde dicha temperatura en dicha etapa de extracción es superior a aproximadamente 100 °C y en donde dicha presión en dicha etapa de extracción es superior a aproximadamente 1 MPa (150 psig) e inferior a aproximadamente 3,4 MPa (500 psig). Incluso en otra realización más de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar polímeros de un rP, en donde dicho disolvente de extracción es hexano, en donde dicha temperatura en dicha etapa de extracción es superior a aproximadamente 100 °C y en donde dicha presión en dicha etapa de extracción es de aproximadamente 1 MPa (150 psig).

Etapa de disolución

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP) incluye disolver un primer polímero de base soluble de dicho rP poniendo en contacto dicho rP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho primer polímero de base soluble se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; en donde dicha suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble en una primera solución de polímero de base soluble; en donde dicho primer polímero de base soluble tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de los polímeros de base solubles restantes; y en donde dicho material residual de la etapa de disolución comprende todos dichos polímeros excepto dicho primer polímero de base soluble. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye disolver un primer polímero de base soluble de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho primer polímero de base soluble se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; en donde dicha suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble en una primera solución de polímero de base soluble; en donde dicho primer polímero de base soluble tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de los polímeros de base solubles restantes; y en donde dicho material residual de la etapa de disolución comprende todos dichos polímeros excepto dicho primer polímero de base soluble. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de una película recuperada (rF) incluye disolver un primer polímero de base soluble de dicha rF poniendo en contacto dicha rF con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho primer polímero de base soluble se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; en donde dicha suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble en una primera solución de polímero de base soluble; en donde dicho primer polímero de base soluble tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de los polímeros de base solubles restantes; y en donde dicho material residual de la etapa de disolución comprende todos dichos polímeros excepto dicho primer polímero de base soluble. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de ADH de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye disolver dicho polímero de base de ADH de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con un disolvente de etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho polímero de base de ADH se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; en donde dicha suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH en una solución de polímero de base de ADH; en donde dicho polímero de base de ADH tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de dichos polímeros de base de TPE, PP, PE y PET; y en donde dicho material residual de la etapa de disolución comprende dichos polímeros de TPE, PP, PE, PET, celulosa y PAA. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que dicho polímero de base de PP se solubilice en dicho disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; en donde dicha suspensión inicial comprende una suspensión de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP en una solución de polímero de base de PP; y en donde dicho material residual de la etapa de disolución comprende todos dichos polímeros de celulosa y todos dichos polímeros de PAA.

Sin pretender imponer ninguna teoría, los solicitantes creen que la temperatura y la presión se pueden controlar de modo que resulte posible la disolución termodinámicamente favorable de los polímeros en un disolvente de la etapa de disolución. Además, la temperatura y la presión pueden controlarse de modo que resulte posible la disolución de un polímero o mezcla de polímeros en particular sin que se disuelvan al mismo tiempo otros polímeros o mezclas de polímeros. Esta disolución controlable permite la separación de polímeros con respecto a mezclas de polímeros o productos recuperados.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros incluye disolver un producto recuperado que contiene estos polímeros en un disolvente de la etapa de disolución que disuelve uno de los polímeros y no disuelve los otros polímeros en las mismas condiciones de temperatura y presión. El proceso anterior se repite, a continuación, en los otros polímeros.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con un disolvente de la etapa de disolución a una temperatura y una presión en donde dicho polímero de base de PP se

disuelve en dicho disolvente de la etapa de disolución. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano a una temperatura de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano a una temperatura de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 220 °C. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano a una temperatura de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 180 °C.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano a una presión de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 137,9 MPa (20.000 psig). En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano a una presión de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 27,6 MPa (4000 psig). En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano a una presión de aproximadamente 6,9 MPa (1000 psig) a aproximadamente 24,1 MPa (3500 psig). Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano a una presión de aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig) a aproximadamente 20,7 MPa (3000 psig).

En una realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de disolución es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de disolución es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 137,9 MPa (20.000 psig).

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con n-butano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 0,5 %. En otra realización de la presente invención dicho método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 1 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 2 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 3 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con n-butano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 4 %. En otra realización de la presente invención, dicho método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en n-butano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 5 %.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero

incluye disolver dicho polímero de base de PP en propano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 3 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con propano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 4 %. En otra realización de la presente invención, dicho método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en propano en una concentración en peso de al menos aproximadamente el 5 %.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con propano en una concentración en peso de hasta aproximadamente el 20 %. En otra realización de la presente invención, dicho método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en propano en una concentración en peso de hasta aproximadamente el 18 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en propano en una concentración en peso de hasta aproximadamente el 16 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP en propano en una concentración en peso de hasta aproximadamente el 14 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP), en donde dicho polímero de PP comprende un polímero de base de PP, aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP y materiales extraíbles asociados a dicho polímero de PP, incluye disolver dicho polímero de base de PP de dicho rAHP poniendo en contacto dicho rAHP con propano en una concentración en peso de hasta aproximadamente el 12 %.

En una realización de la presente invención, dicho disolvente de la etapa de disolución se selecciona del grupo que consiste en hidrocarburos olefínicos, hidrocarburos alifáticos y mezclas de los mismos. En otra realización de la presente invención, dicho disolvente de extracción es el mismo que dicho disolvente de la etapa de disolución.

En una realización de la presente invención, dicha etapa de disolución es en modo por lotes. En otra realización de la presente invención, dicha etapa de disolución es en modo continuo.

La etapa de disolución produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución. La suspensión inicial comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas asociados a un polímero disoluble en una solución de polímero de base disoluble. El material residual de la etapa de disolución comprende todos los polímeros excepto el polímero de base disoluble.

En una realización de la presente invención, dicho material residual de la etapa de disolución comprende polímeros de celulosa y PAA. En otra realización de la presente invención, dicho material residual de la etapa de disolución se separa en dicho polímero de PAA y dicho polímero de celulosa. Uno de los fines de separar el polímero de PAA y el polímero de celulosa es reutilizarlos en futuros AHP. En una realización de la presente invención, dicho polímero de PAA separado de dicho material residual de la etapa de disolución comprende agua a un nivel superior a 30 g de agua/g de polímero de PAA. En otra realización de la presente invención, dicho polímero de PAA se deshidrata adicionalmente hasta menos de 1 g de agua/g de polímero de PAA mediante un proceso de deshidratación. Los ejemplos no limitativos de procesos de deshidratación son el contacto del polímero de PAA con una solución salina, una solución ácida, una solución básica y un disolvente que forma un azeótropo con agua; la presurización; y la centrifugación. En otra realización más de la presente invención, dicho proceso de deshidratación se selecciona del grupo que consiste en el contacto de dicho polímero de PAA con una solución salina, una solución ácida, una solución básica y un disolvente que forma un azeótropo con agua; la presurización; la centrifugación; y mezclas de los mismos. Los ejemplos no limitativos de disolventes que forman un azeótropo con agua son metanol, etanol, n-propanol, alcohol isopropílico, n-butanol, isobutanol y 2-butanol. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho disolvente es un alcohol seleccionado del grupo que consiste en metanol, etanol, n-propanol, alcohol isopropílico, n-butanol, isobutanol, 2-butanol y mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, dicho polímero de PAA deshidratado se utiliza para producir un nuevo AHP. En otra realización de la presente invención, dicho polímero de PAA se somete a despolimerización para producir ácido acrílico (AA) monomérico o ácido acrílico oligomérico (oAA). En otra realización más de la presente invención, dicho AA u oAA se polimeriza además en polímero de PAA virgen y se utiliza para producir un nuevo AHP. Los

En una realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PET de un rP, en donde dicho disolvente de la etapa de disolución es propano, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 100 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 234,4 MPa (34.000 psig). En otra realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PET de un rP, en donde dicho disolvente de la etapa de disolución es n-butano, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 100 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 103,4 MPa (15 000 psig). En otra realización más de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PET de un rP, en donde dicho disolvente de la etapa de disolución es pentano, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 100 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 68,9 MPa (10.000 psig). Incluso en otra realización más de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PET de un rP, en donde dicho disolvente de la etapa de disolución es hexano, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 100 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de disolución comienza en aproximadamente 24,1 MPa (3500 psig).

Etapas de precipitación

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP) incluye precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas y una suspensión intermedia; en donde dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble; y en donde dicha suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitadas asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas y una suspensión intermedia; en donde dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble; y en donde dicha suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitadas asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de una película recuperada (rF) incluye precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas y una suspensión intermedia; en donde dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble; y en donde dicha suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitadas asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de ADH de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas y una suspensión intermedia; en donde dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH; y en donde dicha suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitadas asociados a dicho polímero de ADH en dicha solución de polímero de base de ADH. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye precipitar dicha suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas y una suspensión intermedia; en donde dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitadas comprende aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP; y en donde dicha suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitadas asociados a dicho polímero de PP en dicha solución de polímero de base de PP.

La etapa de precipitación hace que los aditivos en forma de partículas no disueltos asociados a los polímeros y la materia en forma de partículas asociada a los contaminantes experimenten una fuerza que mueve uniformemente los aditivos y la materia en forma de partículas en la dirección de la fuerza. De forma típica, la fuerza de precipitación aplicada es la gravedad, pero también puede ser una fuerza centrífuga, centrípeta, o alguna otra fuerza. La cantidad de fuerza aplicada y la duración del tiempo de precipitación dependerán de varios parámetros, que incluyen, aunque no de forma limitativa: el tamaño de partículas y la densidad de partículas de los aditivos en forma de partículas y la materia en forma de partículas y la densidad y la viscosidad de la solución de polímero de base (es decir, la solución del polímero de base disuelto en el disolvente de la etapa de disolución). La siguiente Ecuación 2 es una relación entre los parámetros mencionados anteriormente y la velocidad de precipitación, que es una medida de la velocidad de precipitación:

$$v = (\rho_p - \rho_f)gd^2/18\eta$$

Ecuación 2

donde v es la velocidad de precipitación, ρ_p es la densidad de los aditivos y la materia en forma de partículas, ρ_f es la densidad de la solución de polímero de base, g es la aceleración debida a la fuerza aplicada (de forma típica, la gravedad), d es el diámetro de las partículas en los aditivos y la materia en forma de partículas y η es la viscosidad dinámica de la solución de polímero de base. Algunos de los parámetros clave que determinan la viscosidad de la solución son: la composición química de la solución de polímero de base, el peso molecular y la concentración del polímero de base disuelto en la solución de polímero de base y la temperatura y presión de la solución de polímero de base.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de precipitación es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de precipitación es de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 220 °C. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de precipitación es de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 180 °C.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de precipitación es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 27,6 MPa (4000 psig). En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de precipitación es de aproximadamente 6,9 MPa (1000 psig) a aproximadamente 24,1 MPa (3500 psig). En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de precipitación es de aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig) a aproximadamente 20,7 MPa (3000 psig).

Incluso en otra realización más de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de precipitación es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de precipitación es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 137,9 MPa (20.000 psig).

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 0,5 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 1 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 2 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 3 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 4 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 5 %.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 20 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 18 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 16 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 14 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 12 %.

- En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de precipitación es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de precipitación es de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 220 °C. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de precipitación es de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 180 °C.
- En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de precipitación es de aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig) a aproximadamente 55,2 MPa (8000 psig). En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de precipitación es de aproximadamente 20,7 MPa (3000 psig) a aproximadamente 41,4 MPa (6000 psig). En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de precipitación es de aproximadamente 24,1 MPa (3500 psig) a aproximadamente 34,5 MPa (5000 psig).
- En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 0,5 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 1 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 2 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 3 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 4 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de al menos aproximadamente el 5 %.
- En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 20 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 18 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 16 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 14 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha etapa de precipitación de hasta aproximadamente el 12 %.
- En una realización de la presente invención, dicha etapa de precipitación es en modo por lotes.
- La etapa de precipitación produce una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados una suspensión intermedia, y dura un tiempo de precipitación. La acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende aditivos en forma de partículas asociados a un polímero disoluble y la suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitados asociados a un polímero disoluble en la solución de polímero de base disoluble. En una realización de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende aditivos en forma de partículas asociados a un polímero disoluble y materia en forma de partículas asociada a dichos contaminantes. En otra realización de la presente invención, dicha suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitados asociados a un polímero disoluble en la solución de polímero de base disoluble y materia en forma de partículas no precipitada asociada a dichos contaminantes.

En una realización de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro superior a aproximadamente 1 mm. En otra realización de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro superior a aproximadamente 0,75 mm. En otra realización más de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro superior a aproximadamente 0,5 mm. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro superior a aproximadamente 300 μm . En una realización de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro superior a aproximadamente 100 μm . En otra realización de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro superior a aproximadamente 50 μm . En otra realización más de la presente invención, dicha acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende partículas con un diámetro superior a aproximadamente 20 μm .

En una realización de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es superior a aproximadamente 24 h. En otra realización de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es superior a aproximadamente 12 h. En otra realización más de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es superior a aproximadamente 6 h. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es superior a aproximadamente 3 h. En una realización de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es superior a aproximadamente 1 h. En otra realización más de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es superior a aproximadamente 0,5 h.

En una realización de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es entre aproximadamente 24 h y 0,1 h. En otra realización de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es entre aproximadamente 18 h y aproximadamente 0,25 h. En otra realización más de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es entre aproximadamente 12 h y aproximadamente 0,5 h. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es entre aproximadamente 12 h y aproximadamente 1 h. En una realización de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es entre aproximadamente 6 h y aproximadamente 2 h. En otra realización más de la presente invención, dicho tiempo de precipitación es de aproximadamente 4 h.

En una realización de la presente invención, dicha densidad de los aditivos en forma de partículas y la materia en forma de partículas es superior a aproximadamente 9 g/ml. En otra realización de la presente invención, dicha densidad de los aditivos en forma de partículas y la materia en forma de partículas es de aproximadamente 1 g/ml a aproximadamente 9 g/ml. En otra realización más de la presente invención, dicha densidad de los aditivos en forma de partículas y la materia en forma de partículas es de aproximadamente 1 g/ml a aproximadamente 4 g/ml. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha densidad de los aditivos en forma de partículas y la materia en forma de partículas es de aproximadamente 2 g/ml a aproximadamente 3,5 g/ml.

En una realización de la presente invención, dicha densidad de la solución de polímero de base es superior a aproximadamente 0,8 g/ml. En otra realización de la presente invención, dicha densidad de la solución de polímero de base es de aproximadamente 0,8 g/ml a aproximadamente 3 g/ml. En otra realización más de la presente invención, dicha densidad de la solución de polímero de base es de aproximadamente 0,9 g/ml a aproximadamente 2 g/ml. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha densidad de la solución de polímero de base es de aproximadamente 1 g/ml a aproximadamente 1,5 g/ml.

En una realización de la presente invención, dicha viscosidad dinámica de la solución de polímero de base es superior a aproximadamente 0,5 mPa·s. En otra realización de la presente invención, dicha viscosidad dinámica de la solución de polímero de base es de aproximadamente 0,6 mPa·s a aproximadamente 100 mPa·s. En otra realización más de la presente invención, dicha viscosidad dinámica de la solución de polímero de base es de aproximadamente 1 mPa·s a aproximadamente 20 mPa·s. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicha viscosidad dinámica de la solución de polímero de base es de aproximadamente 2 mPa·s a aproximadamente 10 mPa·s.

Etapas de filtración

Un sistema de filtración típico comprende un medio de filtro, un recipiente de filtro, una entrada de filtro y una salida de filtro. El medio de filtro comprende partículas de filtro que están contenidas dentro del recipiente de filtro. La entrada del filtro está en comunicación fluida con el recipiente del filtro y transporta la corriente de alimentación de filtración en el recipiente del filtro, y la salida del filtro está en comunicación fluida con el sistema de filtración y transporta la corriente de filtración fuera del recipiente del filtro. Un sistema de filtración puede comprender uno o más medios de filtro, recipientes de filtro y entradas y salidas de filtro en serie o en paralelo. Además, un sistema de filtración puede funcionar en flujo radial o axial, o puede funcionar en flujo ascendente, flujo descendente o flujo cruzado. Un ejemplo no limitativo de un filtro de flujo radial es un filtro de vela. Además, la filtración puede ser del tipo de filtración de superficie o de profundidad, y se basa en el modo mecánico de catión.

El medio de filtro utilizado en la filtración en profundidad comprende un agregado de partículas de filtro, que pueden ser homogéneas o heterogéneas. Las partículas de filtro pueden estar distribuidas de manera uniforme o no uniforme (por ejemplo, capas de diferentes partículas de filtro) dentro del medio de filtro. Las partículas de filtro que forman el

medio de filtro tampoco necesitan ser idénticas en forma o tamaño y pueden proporcionarse en forma suelta o interconectada. Por ejemplo, un medio de filtro puede comprender partículas de filtro que pueden estar en asociación suelta, o parcial o totalmente unidas por un aglutinante polimérico u otros medios para formar una estructura integral.

Además, las partículas de filtro se pueden proporcionar en una variedad de formas y tamaños. Por ejemplo, y no a modo de limitación, las partículas de filtro se pueden proporcionar en formas simples, tales como polvo, gránulos, fibras y perlas. Las partículas de filtro pueden proporcionarse con formas de esfera, polihedro, cilindro y también con otras formas simétricas, asimétricas e irregulares. Además, las partículas de filtro también pueden presentar formas complejas tales como bandas, tamices, mallas, no tejidos, tejidos y bloques unidos, los cuales pueden o no ser formados a partir de las formas sencillas descritas anteriormente.

Las partículas de filtro pueden variar en tamaño, desde partículas de filtro impalpables (por ejemplo, un polvo muy fino) hasta partículas de filtro palpables. Además, el tamaño de las partículas de filtro no necesita ser uniforme entre las partículas de filtro que se utilizan en cualquier sistema de filtración individual. De hecho, puede ser deseable proporcionar partículas de filtro que tengan diferentes tamaños dentro de un mismo filtro.

En una realización de la presente invención, el tamaño de las partículas de filtro varía entre aproximadamente 0,1 mm y aproximadamente 10 mm. En otra realización de la presente invención, el tamaño de las partículas de filtro varía entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 8 mm. En otra realización de la presente invención, el tamaño de las partículas de filtro varía entre aproximadamente 100 μ m y aproximadamente 5 mm. En otra realización distinta de la presente invención, el tamaño de las partículas de filtro varía entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 4 mm. En una realización de la presente invención, el tamaño de las partículas de filtro varía entre aproximadamente 10 μ m y aproximadamente 100 μ m. En el caso de las partículas esféricas y cilíndricas (p. ej., fibras, perlas, etc.), las dimensiones antes descritas se refieren al diámetro de las partículas de filtro. Para partículas de filtro que tienen formas sustancialmente diferentes, las dimensiones descritas anteriormente se refieren a la dimensión más grande (por ejemplo, longitud, anchura o altura).

Un ejemplo no limitativo de un modo de acción mecánico es la exclusión por tamaño, donde un contaminante suspendido (disperso) es retenido por el medio de filtración y, por lo tanto, separado de la corriente de alimentación de filtración, porque el tamaño del contaminante suspendido es mayor que los poros del medio de filtración. Como se describe, la exclusión por tamaño es un fenómeno entre partículas.

Los ejemplos no limitativos de partículas de filtro son óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), alúmina activada, óxido de hierro, silicato de aluminio, silicato de magnesio, vidrio volcánico amorfo, vidrio regenerado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, tamiz molecular, perlita, arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita, armazón orgánico metálico (MOF), armazón orgánico covalente (COF), armazón de imidazolato zeolítico (ZIF), celulosa, lignocelulosa, carbón de antracita, negro de carbón, coque y carbón activado. En una realización de la presente invención, las partículas de filtro se seleccionan del grupo que consiste en sílice, alúmina activada, gel de sílice, vidrio volcánico, tierras de batán, arcilla de bentonita y mezclas de estos. En otra realización de la presente invención, las partículas de filtro se seleccionan del grupo que consiste en carbón activado, alúmina activada, tierra de diatomeas y mezclas de estos. En otra realización de la presente invención, las partículas de filtro se seleccionan del grupo que consiste en MOF, COF, ZIF, carbón activado, alúmina activada y mezclas de estos. En otra realización distinta de la presente invención, las partículas de filtro se seleccionan del grupo que consiste en tierra de diatomeas, alúmina activada y mezclas de estas.

Los ejemplos no limitativos de medios de filtro utilizados en la filtración superficial son una capa delgada de partículas de filtro, cerámica porosa, papel de filtro, telas de filtro, membrana de plástico, pantalla, material no tejido, tejido, frita porosa/metal sinterizado y placa perforada. En una filtración superficial típica, los contaminantes retenidos forman una torta en la parte superior del medio de filtro que aumenta de espesor a medida que avanza la filtración. Por lo general, después de un determinado tiempo de filtración, la torta de filtración debe eliminarse, ya que ofrece una caída de presión insostenible, ya sea por acción mecánica o por lavado a contracorriente. En una realización de la presente invención, el medio de filtro utilizado en la filtración superficial se selecciona del grupo que consiste en una capa delgada de partículas de tierra de diatomeas depositadas sobre un núcleo poroso metálico tejido (típicamente llamado calcetín). El núcleo poroso soporta el medio de filtro y permite que la corriente de alimentación de filtración fluya a través de él. Ejemplos no limitativos de núcleos son tubos perforados y manguitos de pantalla.

En la filtración se pueden usar coadyuvantes de filtración. Ejemplos no limitativos de coadyuvantes de filtración son la tierra de diatomeas (también llamada kieselguhr), la celulosa y la perlita. Estos coadyuvantes de filtración se pueden usar como un prerrecubrimiento para los medios de filtro o se pueden añadir a la corriente de alimentación de filtración. En este último caso (también llamado alimentación corporal), los coadyuvantes de filtración aumentan la porosidad de la torta formada sobre el medio de filtro, reduciendo así la caída de presión a través de la torta durante la filtración.

Al final de su vida útil, los filtros pueden retirarse de la operación y reemplazarse por otros nuevos, o regenerarse. Ejemplos no limitativos de regeneración son el retrolavado, la regeneración térmica y la regeneración de disolventes.

En una realización de la presente invención, el filtro de superficie comprende un filtro de vela. En otra realización de la presente invención, el filtro de vela comprende una capa delgada de tierra de diatomeas depositada sobre un núcleo poroso de metal tejido. En otra realización de la presente invención, el espesor de la capa de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 20 mm. En otra realización distinta de la presente invención, el espesor de la capa de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 10 mm. En una realización de la presente invención, el espesor de la capa de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 5 mm.

La permeabilidad del medio de filtro se mide (como es bien conocido por los expertos en la técnica) haciendo pasar una corriente de fluido a través del medio de filtro y midiendo el caudal y la caída de presión. La unidad de medida es milidarcy (mD), y 1 mD es equivalente al paso de 1 ml de fluido con viscosidad de 1 mPa.s (1 cP), que fluye en 1 s bajo una presión de 1 atm, a través de un medio de filtro de 1 cm² de área de sección transversal y 1 cm de espesor. En una realización de la presente invención, la permeabilidad del medio de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 30 mD y aproximadamente 20.000 mD. En otra realización de la presente invención, la permeabilidad del medio de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 400 mD y aproximadamente 8000 mD. En otra realización distinta de la presente invención, la permeabilidad del medio de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 1000 mD y aproximadamente 4000 mD. En otra realización distinta de la presente invención, la permeabilidad del medio de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 2300 mD y aproximadamente 3400 mD.

En otra realización de la presente invención, el medio de tierra de diatomeas retiene partículas suspendidas con un diámetro mayor de aproximadamente 0,3 µm. En otra realización de la presente invención, el medio de tierra de diatomeas retiene partículas suspendidas con un diámetro mayor de aproximadamente 0,8 µm. En otra realización distinta de la presente invención, el medio de tierra de diatomeas retiene partículas suspendidas con un diámetro mayor de aproximadamente 1 µm. En una realización de la presente invención, el medio de tierra de diatomeas retiene partículas suspendidas con un diámetro mayor de aproximadamente 1,7 µm. En otra realización de la presente invención, el medio de tierra de diatomeas retiene partículas suspendidas con un diámetro mayor de aproximadamente 4 µm.

En una realización de la presente invención, el filtro de vela comprende un medio de tierra de diatomeas delgado depositado sobre un núcleo metálico tejido; donde el espesor del medio de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 10 mm; donde la permeabilidad del medio de tierra de diatomeas está entre aproximadamente 2300 mD y 3400 mD; y donde el medio de tierra de diatomeas retiene partículas suspendidas con un diámetro mayor de aproximadamente 1,7 µm.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de filtración es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de filtración es de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 220 °C. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de filtración es de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 180 °C.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de filtración es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 27,6 MPa (4000 psig). En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de filtración es de aproximadamente 6,9 MPa (1000 psig) a aproximadamente 24,1 MPa (3500 psig). En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de filtración es de aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig) a aproximadamente 20,7 MPa (3000 psig).

En una realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de filtración es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 220 °C y en donde dicho intervalo de presión en dicha etapa de filtración es de aproximadamente 2,4 MPa (350 psig) a aproximadamente 137,9 MPa (20.000 psig).

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 0,5 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 1 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 2 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 20 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 18 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 16 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 14 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 12 %.

Etapas de purificación

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP) incluye purificar dicha suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble es retenida por dicho medio sólido; y en donde dicha suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye purificar dicha suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble es retenida por dicho medio sólido; y en donde dicha suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de una película recuperada (rF) incluye purificar dicha suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble es retenida por dicho medio sólido; y en donde dicha suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho primer polímero soluble en dicha primera solución de polímero de base soluble. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de ADH de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye purificar dicha suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH es retenida por dicho medio sólido; y en donde dicha suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho polímero de ADH en dicha solución de polímero de base de ADH. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye purificar dicha suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP es retenida por dicho medio sólido; y en donde dicha suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados a dicho polímero de PP en dicha solución de polímero de base de PP.

El medio sólido de la presente invención es cualquier material sólido que retiene una fracción de dichos aditivos en forma de partículas de la suspensión final. Dicho medio sólido también puede retener una fracción de dicha materia en forma de partículas asociada a dichos contaminantes y una fracción de dichos materiales extraíbles en dicho rP que no se ha retirado en dicha etapa de extracción.

Sin pretender imponer ninguna teoría, los solicitantes creen que el medio sólido retira dichos aditivos en forma de partículas y materia en forma de partículas mediante una diversidad de mecanismos. Los ejemplos no limitativos de mecanismos posibles incluyen adsorción, absorción, exclusión por tamaño, exclusión de iones, intercambio iónico y otros mecanismos que pueden ser evidentes para los expertos en la técnica. Además, los pigmentos y otros materiales comúnmente presentes en los productos recuperados pueden ser compuestos polares y pueden interactuar, preferencialmente, con el medio sólido, que también pueden ser al menos ligeramente polares. Las interacciones polar-polar son especialmente favorables cuando se utilizan disolventes no polares, tales como alcanos, como disolvente de la etapa de disolución.

En una realización de la presente invención, el medio sólido se selecciona del grupo que consiste en sustancias inorgánicas, sustancias a base de carbono y mezclas de las mismas. Ejemplos no limitativos de sustancias inorgánicas son óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), óxido de hierro, silicato de aluminio, silicato de magnesio, vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, perlita, arcilla, tierras

de batán, arcilla de bentonita, estructura orgánica metálica (MOF), estructura orgánica covalente (COF) y estructura de imidazolato zeolítico (ZIF). Ejemplos no limitativos de sustancias a base de carbono son carbón de antracita, negro de carbón, coque y carbón activado. En una realización de la presente invención, dichas sustancias inorgánicas se seleccionan del grupo que consiste en óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), óxido de hierro, silicato de aluminio, silicato de magnesio, vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, perlita, arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita, estructura orgánica metálica (MOF), estructura orgánica covalente (COF), estructura de imidazolato zeolítico (ZIF) y mezclas de los mismos. En otra realización de la presente invención, dichas sustancias inorgánicas se seleccionan del grupo que consiste en óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita y mezclas de los mismos. En otra realización más de la presente invención, dichas sustancias a base de carbono se seleccionan del grupo que consiste en carbón de antracita, negro de carbón, coque, carbón activado y mezclas de los mismos. Incluso en otra realización más de la presente invención, el medio sólido es vidrio reciclado.

En una realización de la presente invención, el medio sólido se pone en contacto con dicha suspensión intermedia en un recipiente durante una cantidad de tiempo específica, al tiempo que se agita el medio sólido. En otra realización de la presente invención, el medio sólido se retira de dicha suspensión final mediante una etapa de separación sólido-líquido. Los ejemplos no limitativos de etapas de separación sólido-líquido incluyen filtración, decantación, centrifugación y precipitación. En otra realización más de la presente invención, dicha suspensión intermedia se hace pasar a través de un lecho fijo de medio sólido. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho medio sólido se dispone en una configuración de lecho fijo. Esta configuración de lecho fijo incluye un filtro axial, un filtro radial o una combinación de ambos. En una realización de la presente invención, dicha configuración de lecho fijo comprende al menos 2 lechos fijos en serie. En otra realización de la presente invención, la altura o longitud del lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 5 cm. En otra realización más de la presente invención, la altura o longitud del lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 10 cm. Incluso en otra realización más de la presente invención, la altura o longitud del lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 20 cm. En una realización de la presente invención, el diámetro del lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 1 cm. En otra realización de la presente invención, el diámetro del lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 2 cm. En otra realización más de la presente invención, el diámetro del lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 5 cm. En una realización de la presente invención, la relación entre la longitud y el diámetro de dicho lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 1. En otra realización de la presente invención, la relación entre la longitud y el diámetro de dicho lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 5. En otra realización más de la presente invención, la relación entre la longitud y el diámetro de dicho lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 10. Incluso en otra realización más de la presente invención, la relación entre la longitud y el diámetro de dicho lecho fijo de dicho medio sólido es superior a aproximadamente 20.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión “mediana del tamaño de partículas del medio sólido” se refiere al diámetro de una partícula del medio sólido por debajo de o por encima del cual se encuentra el 50 % del volumen total de partículas y se denomina $D_{v,0.50}$. Además, la expresión “intervalo de partículas del medio sólido” es una representación estadística de una muestra de partículas de medio sólido determinada y se puede calcular de la siguiente manera. En primer lugar, se calcula la mediana del tamaño, como se ha descrito anteriormente. A continuación, mediante un método similar, se determina el tamaño de partículas del medio sólido que separa la muestra de partículas en el 10 % por fracción de volumen, $D_{v,0.10}$, y, a continuación, se determina el tamaño de partículas del medio sólido que separa la muestra de partículas en el 90 % por fracción de volumen, $D_{v,0.90}$. El intervalo de partículas del medio sólido es entonces igual a: $(D_{v,0.90} - D_{v,0.10})/D_{v,0.50}$. En una realización de la presente invención, dicho intervalo de partículas del medio sólido es inferior a aproximadamente 2. En otra realización de la presente invención, dicho intervalo de partículas del medio sólido es inferior a aproximadamente 1,5. En otra realización más de la presente invención, dicho intervalo de partículas del medio sólido es inferior a aproximadamente 1,3. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho intervalo de partículas del medio sólido es entre aproximadamente 1,1 y aproximadamente 2. En otra realización de la presente invención, dicho intervalo de partículas del medio sólido es entre aproximadamente 1,3 y aproximadamente 1,5.

En una realización de la presente invención, el medio sólido se reemplaza, según sea necesario, para mantener la composición deseada de dicha suspensión final. En otra realización de la presente invención, el medio sólido se regenera y se reutiliza en la etapa de purificación. En otra realización más de la presente invención, el medio sólido se regenera fluidizando el medio sólido durante una etapa de lavado a contracorriente.

En una realización de la presente invención, dicha etapa de purificación es en modo continuo. En otra realización de la presente invención, dicha etapa de purificación es en modo por lotes.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como el disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de purificación es de aproximadamente 90 °C a aproximadamente 280 °C. En otra realización de la presente invención, un método para

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de purificación es de aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig) a aproximadamente 55,2 MPa (8000 psig). En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de purificación es de aproximadamente 20,7 MPa (3000 psig) a aproximadamente 41,4 MPa (6000 psig). En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de purificación es de aproximadamente 24,1 MPa (3500 psig) a aproximadamente 34,5 MPa (5000 psig).

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 0,5 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 1 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 2 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 3 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 4 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de al menos aproximadamente el 5 %.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 20 %. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 18 %. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 16 %. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 14 %. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como el disolvente de la etapa de disolución y una concentración en peso de dicho polímero de base de PP en dicha solución de polímero de base de PP en dicha suspensión intermedia de hasta aproximadamente el 12 %.

Etapas de separación

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP) incluye separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un primer polímero disoluble separado y purificado; y en donde dicho primer polímero disoluble separado y purificado comprende dicho primer polímero de base disoluble y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero disoluble disperso en dicho primer polímero disoluble separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero disoluble en dicho primer polímero disoluble en dicho rP. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un primer polímero disoluble separado y purificado; y en donde dicho primer polímero disoluble separado y purificado comprende dicho primer polímero de base disoluble y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero disoluble disperso en dicho primer polímero disoluble separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero disoluble en dicho primer polímero disoluble en dicho rAHP. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de una película recuperada (rF) incluye separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un primer polímero disoluble separado y purificado; y en donde dicho primer polímero disoluble separado y purificado comprende dicho primer polímero de

base soluble y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble disperso en dicho primer polímero soluble separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho primer polímero soluble en dicho primer polímero soluble en dicha rF. Incluso en otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de ADH de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un polímero de ADH separado y purificado; y en donde dicho polímero de ADH separado y purificado comprende dicho polímero de base de ADH y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH disperso en dicho polímero de ADH separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de ADH en dicho polímero de ADH en dicho rAHP. En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar un polímero de PP de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye separar dicho disolvente de la etapa de disolución de dicha suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un polímero de PP purificado; y en donde dicho polímero de PP separado y purificado comprende dicho primer polímero de base de PP y dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP disperso en dicho polímero de base de PP separado y purificado en una concentración inferior a dicha concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a dicho polímero de PP en dicho polímero de PP en dicho rAHP.

En una realización de la presente invención, la etapa de separación se realiza a una temperatura y una presión en donde el polímero precipita de la solución y ya no se disuelve en el disolvente de la etapa de disolución. En otra realización de la presente invención, la etapa de separación se logra reduciendo la presión a una temperatura fija. En otra realización más de la presente invención, la etapa de separación se logra reduciendo la temperatura a una presión fija. Incluso en otra realización más de la presente invención, la etapa de separación se logra aumentando la temperatura a una presión fija. En una realización de la presente invención, la etapa de separación se logra reduciendo tanto la temperatura como la presión. El disolvente de la etapa de disolución se puede convertir de forma parcial o completa de la fase de líquido a la fase de vapor controlando la temperatura y la presión.

En otra realización de la presente invención, el polímero precipitado se separa del disolvente de la etapa de disolución sin convertir de forma completa el disolvente de la etapa de disolución en una fase de vapor del 100 % controlando la temperatura y la presión del disolvente de la etapa de disolución durante la etapa de separación. La separación del polímero precipitado se logra mediante cualquier método de separación líquido-líquido o líquido-sólido. Los ejemplos no limitativos de separaciones líquido-líquido o líquido-sólido incluyen filtración, decantación, centrifugación y precipitación.

En una realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de separación es de aproximadamente 0 °C a aproximadamente 220 °C. En otra realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de separación es de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 220 °C. En otra realización más de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de separación es de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 180 °C.

En una realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de separación es de aproximadamente 0 MPa (0 psig) a aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig). En otra realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de separación es de aproximadamente 0,34 MPa (50 psig) a aproximadamente 10,3 MPa (1500 psig). En otra realización más de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye n-butano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de separación es de aproximadamente 0,52 MPa (75 psig) a aproximadamente 6,9 MPa (1000 psig).

En una realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de separación es de aproximadamente -42 °C a aproximadamente 220 °C. En otra realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de separación es de aproximadamente 0 °C a aproximadamente 150 °C. En otra realización más de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de temperatura en la etapa de separación es de aproximadamente 50 °C a aproximadamente 130 °C.

En una realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de separación es de aproximadamente 0 MPa (0 psig) a aproximadamente 41,4 MPa (6000 psig). En otra realización de la presente invención un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de separación es de aproximadamente 0,34 MPa (50 psig) a aproximadamente 20,7 MPa (3000 psig). En otra realización más de la presente invención un método para separar y

purificar un polímero de PP de un rAHP incluye propano como disolvente de la etapa de disolución y el intervalo de presión en la etapa de separación es de aproximadamente 0,52 MPa (75 psig) a aproximadamente 6,9 MPa (1000 psig).

5 En una realización de la presente invención, se proporciona un método para separar y purificar un polímero de PP de un rAHP, en donde dicho intervalo de temperatura en dicha etapa de separación es de aproximadamente 0 °C a aproximadamente 220 °C y en donde dicho intervalo de presión es de aproximadamente 0 MPa (0 psig) a aproximadamente 13,8 MPa (2000 psig).

10 En una realización de la presente invención, el polímero separado y purificado que se produce a partir de la etapa de separación comprende el polímero de base y los aditivos en forma de partículas asociados al polímero disperso en el polímero separado y purificado en una concentración inferior a la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados al polímero disperso en el polímero de base en el rP. En otra realización de la presente invención, el polímero separado y purificado que se produce a partir de la etapa de separación comprende el polímero de base y los aditivos en forma de partículas asociados al polímero disperso en el polímero separado y purificado en una concentración inferior a la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados al polímero disperso en el polímero de base en el rAHP. En otra realización más de la presente invención, el polímero separado y purificado que se produce a partir de la etapa de separación comprende el polímero de base y los aditivos en forma de partículas asociados al polímero disperso en el polímero separado y purificado en una concentración inferior a la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados al polímero disperso en el polímero de base en la rF.

En una realización de la presente invención, la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en el polímero de base soluble en el polímero soluble separado y purificado es inferior a la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados al polímero disperso en el polímero de base en el rAHP. En otra realización de la presente invención, la concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho polímero soluble separado y purificado es inferior a aproximadamente el 3 % en peso. En otra realización más de la presente invención, la concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho polímero soluble separado y purificado es inferior a aproximadamente el 1 % en peso. Incluso en otra realización más de la presente invención, la concentración de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero soluble disperso en dicho polímero de base soluble en dicho polímero soluble separado y purificado es inferior a aproximadamente el 0,1 % en peso. En una realización de la presente invención, dicho polímero soluble está prácticamente exento de dichos aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero de base soluble en dicho polímero soluble separado y purificado.

35 En una realización de la presente invención, dicha etapa de separación es en modo por lotes. En otra realización de la presente invención, dicha etapa de separación es en modo continuo.

40 El disolvente de la etapa de disolución que se separa en la etapa de separación se puede reciclar de nuevo a la etapa de disolución, tal cual o después de la purificación, utilizando métodos bien conocidos por los expertos en la técnica.

Etapas de repetición

45 En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP) incluye repetir la etapa de disolución, etapa de precipitación, etapa de filtración, etapa de purificación y etapa de separación con cada material residual de la etapa de disolución de la repetición anterior de las etapas para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando dichos polímeros de base solubles individualmente y en secuencia, procediendo a partir de dicho segundo polímero soluble a través de los polímeros solubles adicionales, procediendo la secuencia a partir del polímero de base soluble con el intervalo de solubilización más bajo hasta el intervalo de solubilización más alto hasta que cada polímero soluble individual de dicho rP se produce en su forma separada y purificada y se produce un material residual final que comprende todos dichos polímeros de base no solubles. En otra realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye repetir la etapa de disolución, etapa de precipitación, etapa de filtración, etapa de purificación y etapa de separación con cada material residual de la etapa de disolución de la repetición anterior de las etapas para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando dichos polímeros de base solubles individualmente y en secuencia, procediendo a partir de dicho segundo polímero soluble a través de los polímeros solubles adicionales, procediendo la secuencia a partir del polímero de base soluble con el intervalo de solubilización más bajo hasta el intervalo de solubilización más alto hasta que cada polímero soluble individual de dicho rAHP se produce en su forma separada y purificada y se produce un material residual final que comprende todos dichos polímeros de base no solubles. En otra realización más de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de una película recuperada (rF) incluye repetir la etapa de disolución, etapa de precipitación, etapa de filtración, etapa de purificación y etapa de separación con cada material residual de la etapa de disolución de la repetición anterior de las etapas para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando dichos polímeros de base solubles individualmente y en secuencia, procediendo a partir de dicho segundo polímero soluble a través de los polímeros

disolubles adicionales, procediendo la secuencia a partir del polímero de base soluble con el intervalo de solubilización más bajo hasta el intervalo de solubilización más alto hasta que cada polímero soluble individual de dicha rF se produce en su forma separada y purificada y se produce un material residual final que comprende todos dichos polímeros de base no solubles.

En una realización de la presente invención, un método para separar y purificar polímeros de ADH, TPE, PP, PE, PET, celulosa y PAA de un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP) incluye repetir la etapa de disolución, etapa de precipitación, etapa de filtración, etapa de purificación y etapa de separación con cada material residual de la etapa de disolución de la repetición anterior de las etapas para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando dichos polímeros de base de TPE, PP, PE y PET individualmente y en secuencia, procediendo a partir de dicho polímero de base de TPE a dicho polímero de base de PP, después a dicho polímero de base de PE, y finalmente a dicho polímero de base de PET hasta que se produce un polímero de TPE separado y purificado, se produce un polímero de PP separado y purificado, se produce un polímero de PE separado y purificado, se produce un polímero de PET separado y purificado y se produce un material residual final que comprende dichos polímeros de celulosa y PAA.

En una realización de la presente invención, dicho material residual final comprende polímeros de celulosa y PAA. En otra realización de la presente invención, dicho material residual final se separa en dicho polímero de PAA y dicho polímero de celulosa. Uno de los fines de separar el polímero de PAA y el polímero de celulosa es reutilizarlos en futuros AHP. En una realización de la presente invención, dicho polímero de PAA separado de dicho material residual final comprende agua a un nivel superior a 30 g de agua/g de polímero de PAA. En otra realización de la presente invención, dicho polímero de PAA se deshidrata adicionalmente hasta menos de 1 g de agua/g de polímero de PAA mediante un proceso de deshidratación. Los ejemplos no limitativos de procesos de deshidratación son el contacto del polímero de PAA con una solución salina, una solución ácida, una solución básica y un disolvente que forma un azeótropo con agua; la presurización; y la centrifugación. En otra realización más de la presente invención, dicho proceso de deshidratación se selecciona del grupo que consiste en el contacto de dicho polímero de PAA con una solución salina, una solución ácida, una solución básica y un disolvente que forma un azeótropo con agua; la presurización; la centrifugación; y mezclas de los mismos. Los ejemplos no limitativos de disolventes que forman un azeótropo con agua son metanol, etanol, n-propanol, alcohol isopropílico, n-butanol, isobutanol y 2-butanol. Incluso en otra realización más de la presente invención, dicho disolvente es un alcohol seleccionado del grupo que consiste en metanol, etanol, n-propanol, alcohol isopropílico, n-butanol, isobutanol, 2-butanol y mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, dicho polímero de PAA deshidratado se utiliza para producir un nuevo AHP. En otra realización de la presente invención, dicho polímero de PAA se somete a despolimerización para producir ácido acrílico (AA) monomérico o ácido acrílico oligomérico (oAA). En otra realización más de la presente invención, dicho AA u oAA se polimeriza además en polímero de PAA virgen y se utiliza para producir un nuevo AHP. Los ejemplos no limitativos de despolimerización de polímeros de PAA son despolimerización en presencia de CO₂ disuelto, despolimerización utilizando ultrasonidos e irradiación solar, y degradación térmica.

III Método de ensayo

Los métodos de ensayo descritos en la presente invención se utilizan para medir la eficacia de diversos métodos para purificar polímeros. Específicamente, los métodos descritos demuestran la eficacia de un determinado método de purificación al mejorar el color y la traslucidez/claridad (es decir, hacer que el color y la opacidad del polímero recuperado sean más similares a los de un polímero virgen incoloro), reducir o eliminar la contaminación elemental (es decir, retirar metales pesados), reducir o eliminar la contaminación por materia no combustible (es decir, cargas inorgánicas), reducir o eliminar compuestos volátiles (especialmente, compuestos volátiles que contribuyen al mal olor de los productos recuperados) y reducir o eliminar la contaminación polimérica (por ejemplo, la contaminación por polietileno en el polipropileno).

Medición del color y la opacidad:

El color y la opacidad/traslucidez de un polímero son parámetros importantes que determinan si un polímero puede lograr o no la estética visual deseada de un artículo fabricado a partir del polímero. Por ejemplo, el polipropileno recuperado, especialmente, el polipropileno recuperado obtenido después del consumo, es, de forma típica, de color oscuro y opaco debido a pigmentos residuales, cargas y otro tipo de contaminación. Por lo tanto, las mediciones de color y opacidad son parámetros importantes para determinar la eficacia de un método para purificar polímeros.

Antes de la medición del color, las muestras de polvos o gránulos poliméricos se moldean por compresión obteniéndose especímenes de ensayo cuadrados de 30 mm de ancho x 30 mm de largo x 1 mm de grosor (con esquinas redondeadas). Las muestras de polvo se densifican primero a temperatura ambiente (aprox. 20-23 °C) mediante el prensado en frío del polvo obteniéndose una lámina utilizando papel de aluminio limpio no utilizado como capa de contacto antiadherente entre platinas de acero inoxidable. A continuación, se prensan aproximadamente 0,85 g de polvo o gránulos prensados en frío obteniéndose especímenes de ensayo en una prensa Carver Press modelo C (Carver, Inc., Wabash, IN 46992-0554, EE. UU.) previamente calentada hasta 200 °C utilizando platinas de aluminio, capas antiadherentes de papel de aluminio no utilizadas y una pieza de relleno de acero inoxidable con una

cavidad que corresponde a las dimensiones anteriormente mencionadas de los especímenes de ensayo cuadrados. Las muestras se calientan durante 5 min antes de aplicar presión. Al cabo de 5 min, la prensa se comprime, a continuación, con al menos 2 toneladas (1,81 toneladas métricas) de presión hidráulica durante al menos 5 s y, a continuación, se deja de aplicar presión. A continuación, la pila de moldeado se retira y se coloca entre dos disipadores de calor metálicos planos gruesos para enfriarla. Las capas antiadherentes de papel de aluminio se desprenden, a continuación, de la muestra y se desechan. El exceso de material acumulado alrededor de la muestra sobre al menos una cara se desprende hacia el borde de moldeado y, a continuación, la muestra se empuja a través del molde. Cada espécimen de ensayo se evalúa visualmente para determinar la presencia de huecos/defectos de burbuja y solo se utilizan muestras sin defectos en el área de medición del color (17,78 mm (0,7 pulg.) de diámetro mínimo) para la medición del color.

El color de cada muestra se caracteriza utilizando el espacio de color tridimensional de la International Commission on Illumination (CIE, por sus siglas en inglés) L^* , a^* , b^* . La dimensión L^* es una medida de la claridad de una muestra, correspondiendo $L^* = 0$ a la muestra negra más oscura y $L^* = 100$ a la muestra blanca más brillante. La dimensión a^* es una medida del color rojo o verde de una muestra, correspondiendo los valores positivos de a^* a un color rojo y los valores negativos de a^* a un color verde. La dimensión b^* es una medida del color azul o amarillo de una muestra, correspondiendo los valores positivos de b^* a un color azul y los valores negativos de b^* a un color amarillo. Los valores $L^*a^*b^*$ de cada muestra de espécimen de ensayo cuadrado de 30 mm de ancho x 30 mm de largo x 1 mm de grosor se miden en un espectrofotómetro HunterLab modelo LabScan XE (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA 20190-5280, EE. UU.). El espectrofotómetro se configura con D65 como iluminante estándar, un ángulo de observador de 10°, una vista de diámetro de área de 44,45 mm (1,75 pulg) y un diámetro de apertura de 17,78 mm (0,7 pulg.).

La opacidad de cada muestra, que es una medida de la cantidad de luz que pasa a través de la muestra (es decir, una medida de la translucencia de la muestra), se determina utilizando el espectrofotómetro HunterLab anteriormente mencionado utilizando el modo de opacidad de índice de contraste. Se realizan dos mediciones para determinar la opacidad de cada muestra. Una para medir el valor de brillo de la muestra que tenía un soporte blanco, $Y_{\text{soporte blanco}}$, y una para medir el valor de brillo de la muestra que tenía un soporte negro, $Y_{\text{soporte negro}}$. La opacidad se calcula entonces a partir de los valores de brillo utilizando la siguiente Ecuación 3:

$$\% \text{ de opacidad} = \frac{Y_{\text{soporte negro}}}{Y_{\text{soporte blanco}}} * 100 \quad \text{Ecuación 3}$$

Análisis elemental:

Muchas fuentes de polímeros recuperados tienen concentraciones excesivamente altas de contaminación por metales pesados. La presencia de metales pesados, por ejemplo, plomo, mercurio, cadmio, y cromo, puede impedir la utilización de polímeros regenerados en determinadas aplicaciones, tales como aplicaciones en contacto con alimentos o medicamentos o aplicaciones para dispositivos médicos. Por lo tanto, la medición de la concentración de metales pesados es importante a la hora de determinar la eficacia de un método para purificar polímeros.

Se lleva a cabo un análisis de elementos mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS, por sus siglas en inglés). Se prepararon soluciones de ensayo en $n = 2$ a $n = 6$ dependiendo de la disponibilidad de las muestras combinando ~0,25 g de muestra con 4 ml de ácido nítrico concentrado y 1 ml de ácido fluorhídrico (HF, por sus siglas en inglés) concentrado. Las muestras se digieren utilizando un protocolo de digestión por microondas Ultrawave que consiste en una rampa de 20 min hasta 125 °C, una rampa de 10 min hasta 250 °C y un mantenimiento de 20 min a 250 °C. Las muestras digeridas se enfrían hasta temperatura ambiente. Las muestras digeridas se diluyen a 50 ml tras añadir 0,25 ml de Ge y Rh a 100 ppm como patrón interno. Para evaluar la precisión de la medición, se preparan adiciones previas a la digestión preparadas por adición de polímero virgen. Las muestras adicionadas con polímero virgen se pesan utilizando el mismo procedimiento mencionado anteriormente y se les adicionó la cantidad adecuada de cada elemento de patrón de interés individual, lo que incluía los siguientes: Na, Al, Ca, Ti, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd y Pb. Las adiciones se prepararon a dos niveles diferentes: una “adición de bajo nivel” y una “adición de alto nivel”. Cada pico se prepara por triplicado. Además de adicionar polímero virgen, también se adiciona un blanco para verificar que no se habían producido errores durante el pipeteado y para hacer un seguimiento de la recuperación durante el proceso. Las muestras adicionadas con blanco también se preparan por triplicado a los dos niveles diferentes y se tratan de la misma manera que el polímero virgen adicionado y las muestras de ensayo. Se prepara una curva de calibración de 9 puntos preparando soluciones de 0,05, 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100 y 500 ppm que contienen Na, Al, Ca, Ti, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd y Pb. Se preparan todos los patrones de calibración mediante la dilución de soluciones de patrón de referencia puras y 0,25 ml de Ge y Rh a 100 ppm como patrón interno con 4 ml de ácido nítrico concentrado y 1 ml de HF concentrado. Los patrones preparados, las muestras de ensayo y las muestras de ensayo adicionadas se analizan utilizando un Agilent 8800 ICP-QQQMS, optimizado según las recomendaciones del fabricante. Los valores m/z monitorizados para cada analito y el gas de celda de colisión utilizado para el análisis son los siguientes: Na, 23 m/z, H₂; Al, 27 m/z, H₂; Ca, 40 m/z, H₂; Ti, 48 m/z, H₂; Cr, 52 m/z, He; Fe, 56 m/z, H₂; Ni, 60 m/z; sin gas; Cu, 65 m/z, sin gas; Zn, 64 m/z, He; Cd, 112 m/z; H₂; Pb, suma de 206 ≥ 206, 207 ≥ 207, 208 ≥ 208 m/z, sin gas; Ge, 72 m/z, todos los modos; Rh, 103 m/z, todos los modos. Se utilizó Ge como patrón interno para todos los elementos <103 m/z y se utilizó Rh para todos los elementos >103 m/z.

Contenido de ceniza residual:

5 Muchas fuentes de polímeros recuperados contienen diversas cargas, por ejemplo, carbonato de calcio, talco y fibra de vidrio. Aunque son útiles en la aplicación original de los polímeros recuperados, estas cargas alteran las propiedades físicas de un polímero de un modo que puede ser no deseable para la siguiente aplicación del polímero recuperado. Por lo tanto, la medición de la cantidad de carga es importante cuando se determina la eficacia de un método para purificar polímeros.

10 Se lleva a cabo un análisis termogravimétrico (TGA, por sus siglas en inglés) para cuantificar la cantidad de materiales no combustibles en la muestra (a veces denominada contenido de ceniza). Se cargan aproximadamente 5-15 mg de muestra en una cubeta de muestra de platino y se calientan hasta 700 °C a una velocidad de 20 °C/min en una atmósfera de aire en un instrumento de TGA TA Instruments modelo Q500. La muestra se mantiene isotérmica durante 10 min a 700 °C. El porcentaje de masa residual se mide a 700 °C después del mantenimiento isotérmico.

15 Análisis de olor:

El análisis sensorial del olor se realiza colocando aproximadamente 3 g de cada muestra en un vial de vidrio de 20 ml y equilibrando la muestra a temperatura ambiente durante al menos 30 min. Después del equilibrio, cada vial se abre y un evaluador entrenado para determinar la intensidad del olor y el perfil del descriptor inhala (inhalación de conejito) el espacio superior. La intensidad del olor se evalúa según la siguiente escala: 5 = muy fuerte; 4 = fuerte; 3 = moderado; 2 = de débil a moderado; 1 = débil; y 0 = sin olor.

Análisis de contaminación polimérica:

25 Muchas fuentes de polímeros recuperados, especialmente, el polipropileno recuperado que se origina a partir de fuentes de corriente mixta, pueden contener una contaminación polimérica no deseable. Sin pretender imponer ninguna teoría, la contaminación polimérica, por ejemplo, la contaminación de polietileno en el polipropileno, puede afectar a las propiedades físicas del polímero debido a la presencia de fases heterogéneas y a las débiles interconexiones resultantes. Además, la contaminación polimérica también puede aumentar la opacidad del polímero e influir en el color. Por lo tanto, la medición de la contaminación polimérica es importante cuando se determina la eficacia de un método para purificar polímeros.

30 La contaminación polimérica semicristalina se evalúa utilizando la calorimetría diferencial de barrido (DSC, por sus siglas en inglés). Para medir la cantidad de contaminación de PE en PP, se prepara un conjunto de cinco mezclas de PE/PP con el 2, 4, 6, 8 y 10 % en peso de Formolene® HB5502F HDPE (Formosa Plastics Corporation, EE. UU.) en polipropileno Pro-fax 6331 (LyondellBasell Industries Holdings, B.V.). Se sellan aproximadamente 5-15 mg de cada muestra en una cubeta de DSC de aluminio y se analizan en un instrumento de DSC TA Instruments modelo Q2000 con el siguiente método: equilibrar a 30,00 °C; rampa de 20,00 °C/min a 200,00 °C; marca final del ciclo 0; rampa de 20,00 °C/min a 30,00 °C; marca final del ciclo 1; rampa de 20,00 °C/min a 200,00 °C; marca final del ciclo 2; rampa de 20,00 °C/min a 30,00 °C; marca final del ciclo 3; rampa de 5,00 °C/min a 200,00 °C; y marca final del ciclo 4.

La entalpía de fusión para el pico de HDPE alrededor de 128 °C se calcula para cada muestra de contenido conocido de HDPE utilizando el termograma de DSC de 5,00 °C/min. Se establece una curva de calibración lineal mediante la representación de la entalpía de fusión frente a la concentración de HDPE conocida (% en peso).

45 Las muestras, que tienen un contenido de PE desconocido, se analizan utilizando el mismo equipo y método de DSC anteriormente mencionado. Se calcula el contenido de PE utilizando la curva de calibración anteriormente mencionada. El HDPE específico utilizado para generar la curva de calibración tendrá con gran probabilidad un grado diferente de cristalinidad que la contaminación de polietileno (o mezcla de polietileno) que pueda estar presente en una muestra de polipropileno recuperado. El grado de cristalinidad puede influir independientemente en la entalpía de fusión medida para el polietileno e influir por lo tanto en el cálculo resultante del contenido de polietileno. Sin embargo, el método de prueba de DSC descrito en la presente memoria es para usar como medición relativa para comparar la eficacia de diferentes métodos para purificar polímeros y no debe considerarse una cuantificación rigurosa del contenido de polietileno en una mezcla de polímeros. Aunque el método anteriormente mencionado describió la medición de contaminación de PE en PP, este método se puede aplicar a la medición de otros polímeros semicristalinos utilizando diferentes intervalos de temperatura y picos en el termograma de DSC. Además, también se pueden utilizar métodos alternativos, tales como espectroscopía de nuclear magnetic resonance (resonancia magnética nuclear - NMR) para medir la cantidad tanto de contaminación polimérica semicristalina como amorfa en una muestra.

60 Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones particulares de la presente invención, resulta obvio para los expertos en la técnica que es posible realizar diferentes cambios y modificaciones sin abandonar el ámbito de la invención. Por lo tanto, las reivindicaciones adjuntas pretenden cubrir todos estos cambios y modificaciones que se encuentran dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para separar y purificar polímeros de un producto recuperado (rP), en donde el rP comprende los polímeros y contaminantes; en donde el polímero comprende un polímero de base, aditivos en forma de partículas asociados al polímero y materiales extraíbles asociados al polímero; en donde los aditivos en forma de partículas asociados a cada polímero se dispersan en el polímero de base en una concentración; en donde el polímero se selecciona del grupo que consiste en un polímero soluble, y mezclas de un polímero soluble y un polímero no soluble; en donde los contaminantes comprenden materia en forma de partículas asociada a los contaminantes y materiales extraíbles asociados a los contaminantes; en donde los materiales extraíbles en el rP comprenden los materiales extraíbles asociados a los polímeros y los materiales extraíbles asociados a los contaminantes; en donde los materiales extraíbles en el rP están en una concentración en el rP; en donde el método comprende:

a. obtener el rP; en donde el rP se selecciona del grupo que consiste en productos de uso posconsumo, productos de uso posindustrial y combinaciones de los mismos;

b. extraer el rP con un disolvente de extracción a una temperatura superior a 100 °C y a una presión superior a 1 MPa (150 psig); en donde el disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a 70 °C; donde se produce un rP extraído (erP); y en donde los materiales extraíbles tienen una concentración en el erP que es inferior a la concentración de los materiales extraíbles en el rP;

c. disolver un primer polímero de base soluble del rP poniendo en contacto el erP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que el primer polímero de base soluble se solubilice en el disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; en donde la suspensión inicial comprende una suspensión de los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble en una primera solución de polímero de base soluble; en donde el primer polímero de base soluble tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de los polímeros de base solubles restantes; y en donde el material residual de la etapa de disolución comprende todos los polímeros excepto el primer polímero de base soluble;

d. precipitar la suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados y una primera suspensión intermedia; en donde la acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble; y en donde la primera suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitados asociados al primer polímero soluble en la primera solución de polímero de base soluble;

e. filtrar la primera suspensión intermedia a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una segunda suspensión intermedia; en donde una fracción de los aditivos en forma de partículas asociados a los primeros polímeros solubles es retenida por un medio de filtro; y en donde la segunda suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados al primer polímero soluble en la primera solución de polímero de base soluble;

f. purificar la segunda suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble es retenida por un medio sólido; y en donde la suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados al primer polímero soluble en la primera solución de polímero de base soluble;

en donde el medio sólido se selecciona del grupo que consiste en sustancias inorgánicas, sustancias a base de carbono, vidrio reciclado y mezclas de las mismas; siendo las sustancias inorgánicas seleccionadas del grupo que consiste en óxido de silicio (sílice), gel de sílice, óxido de aluminio (alúmina), óxido de hierro, silicato de aluminio, silicato de magnesio, vidrio volcánico amorfo, vidrio recuperado, arena, cuarzo, tierra de diatomeas, zeolita, perlita, arcilla, tierras de batán, arcilla de bentonita, estructura orgánica metálica (MOF), estructura orgánica covalente (COF) y estructura de imidazolato zeolítico (ZIF) y mezclas de los mismos; y siendo las sustancias a base de carbono seleccionadas del grupo que consiste en carbón de antracita, negro de carbón, coque y carbón activado y mezclas de los mismos;

g. separar el disolvente de la etapa de disolución de la suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un primer polímero soluble separado y purificado; y en donde el primer polímero soluble separado y purificado comprende el primer polímero de base soluble y los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble disperso en el primer polímero soluble separado y purificado en una

- concentración inferior a la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble en el primer polímero soluble en el rP; y
- h. repetir las etapas c (etapa de disolución), d (etapa de precipitación), e (filtración), f (etapa de purificación) y g (etapa de separación) con cada material residual de la etapa de disolución de la repetición anterior de las etapas c a g para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando los polímeros de base solubles individualmente y en secuencia, procediendo a partir del segundo polímero soluble a través de los polímeros solubles adicionales, procediendo la secuencia a partir del polímero de base soluble con el intervalo de solubilización más bajo hasta el intervalo de solubilización más alto hasta que cada polímero soluble individual del rP se produce en su forma separada y purificada y se produce un material residual final que comprende todos los polímeros de base no solubles.
2. El método según la reivindicación 1, en donde el rP es una película recuperada (rF).
3. El método según la reivindicación 2, en donde la rF comprende al menos 2 polímeros.
4. El método según la reivindicación 1, en donde el rP es un producto higiénico absorbente recuperado (rAHP).
5. El método según la reivindicación 4, en donde el método comprende:
- a. obtener un rAHP; en donde el rAHP se selecciona del grupo que consiste en productos de uso posconsumo, productos de uso posindustrial y combinaciones de los mismos;
- b. extraer el rAHP con un disolvente de extracción a una temperatura superior a 100 °C y a una presión superior a 1 MPa (150 psig); en donde el disolvente de extracción tiene un punto de ebullición estándar inferior a 70 °C; donde se produce un rAHP extraído (erAHP); y en donde los materiales extraíbles tienen una concentración en el erAHP que es inferior a la concentración de los materiales extraíbles en el rAHP;
- c. disolver un primer polímero de base soluble del rAHP poniendo en contacto el erAHP con un disolvente de la etapa de disolución a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para hacer que el primer polímero de base soluble se solubilice en el disolvente de la etapa de disolución; donde se produce una suspensión inicial y un material residual de la etapa de disolución; en donde la suspensión inicial comprende una suspensión de los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble en una primera solución de polímero de base soluble; en donde el primer polímero de base soluble tiene un intervalo de solubilización inferior al intervalo de solubilización de los polímeros de base solubles restantes; y en donde el material residual de la etapa de disolución comprende todos los polímeros excepto el primer polímero de base soluble;
- d. precipitar la suspensión inicial a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados y una primera suspensión intermedia; en donde la acumulación de aditivos en forma de partículas precipitados comprende aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble; y en donde la primera suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no precipitados asociados al primer polímero soluble en la primera solución de polímero de base soluble;
- e. filtrar la primera suspensión intermedia a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una segunda suspensión intermedia; en donde una fracción de los aditivos en forma de partículas asociados a los primeros polímeros solubles es retenida por un medio de filtro; y en donde la segunda suspensión intermedia comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados al primer polímero soluble en la primera solución de polímero de base soluble;
- f. purificar la segunda suspensión intermedia con un medio sólido a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir una suspensión final; en donde una fracción de los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble es retenida por un medio sólido; y en donde la suspensión final comprende una suspensión de aditivos en forma de partículas no retenidos asociados al primer polímero soluble en la primera solución de polímero de base soluble;
- g. separar el disolvente de la etapa de disolución de la suspensión final a un intervalo de temperatura y un intervalo de presión suficientes como para producir un primer polímero soluble separado y purificado; y en donde el primer polímero soluble separado y purificado comprende el primer polímero de base soluble y los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble disperso en el primer polímero soluble separado y purificado en una concentración inferior a la concentración de los aditivos en forma de partículas asociados al primer polímero soluble en el primer polímero soluble en el rAHP; y
- h. repetir las etapas c (etapa de disolución), d (etapa de precipitación), e (filtración), f (etapa de purificación) y g (etapa de separación) con cada material residual de la etapa de disolución de la

- 5 repetición anterior de las etapas c a g para producir polímeros solubles separados y purificados disolviendo, precipitando, filtrando, purificando y separando los polímeros de base solubles individualmente y en secuencia, procediendo a partir del segundo polímero soluble a través de los polímeros solubles adicionales, procediendo la secuencia a partir del polímero de base soluble con el intervalo de solubilización más bajo hasta el intervalo de solubilización más alto hasta que cada polímero soluble individual del rAHP se produce en su forma separada y purificada y se produce un material residual final que comprende todos los polímeros de base no solubles.
- 10 6. El método según la reivindicación 5, en donde el rAHP se selecciona del grupo que consiste en pañales para bebés, productos de protección femenina, productos para la incontinencia de adultos y mezclas de los mismos.
- 15 7. El método según la reivindicación 5 o 6, en donde el método comprende además esterilizar el rAHP después de la etapa de obtención.
8. El método según las reivindicaciones 5 a 7, en donde el método comprende además reducir el tamaño del rAHP después de la etapa de obtención y antes de la etapa de extracción.
- 20 9. El método según la reivindicación 8, en donde la etapa de reducción comprende la molienda, el corte, la cizalladura o mezclas de los mismos.
10. El método según las reivindicaciones 5 a 9, en donde el erAHP está prácticamente exento de los materiales extraíbles.
- 25 11. El método según las reivindicaciones 5 a 10, en donde los polímeros solubles se seleccionan del grupo que consiste en polipropileno (PP), polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET), adhesivos (ADH), elastómeros termoplásticos (TPE) y mezclas de los mismos.
- 30 12. El método según la reivindicación 11, en donde el primer polímero soluble es ADH, el segundo polímero soluble es TPE, el tercer polímero soluble es PP, el cuarto polímero soluble es PE y el quinto polímero soluble es PET.
- 35 13. El método según las reivindicaciones 5 a 12, en donde los aditivos en forma de partículas asociados con cada polímero soluble se seleccionan del grupo que consiste en clarificadores, agentes ignífugos, cargas, refuerzos, antiácidos, estabilizadores, antioxidantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueantes, lubricantes, agentes de liberación de moldes, agentes de nucleación, pigmentos y mezclas de los mismos.
- 40 14. El método según las reivindicaciones 5 a 13, en donde los polímeros no solubles se seleccionan del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa, lignina, poli(ácido acrílico) (PAA) y mezclas de los mismos.
15. El método según la reivindicación 14, en donde los polímeros no solubles son celulosa y PAA.

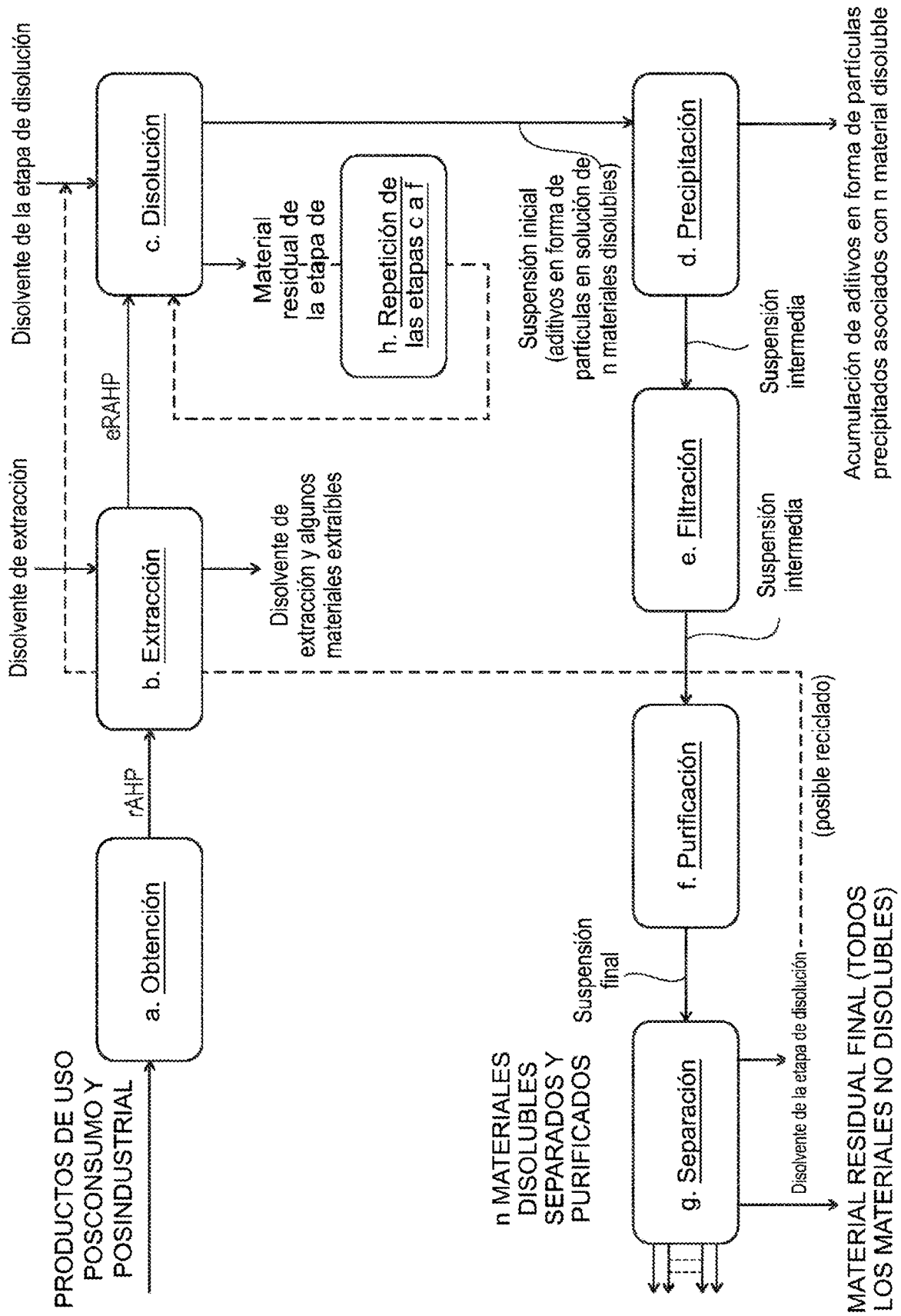


Figura 1