

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 532**

21 Número de solicitud: 202230336

51 Int. Cl.:

B01J 19/10 (2006.01)

C11B 1/10 (2006.01)

C12P 21/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

13.04.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.11.2023

Fecha de concesión:

08.04.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

15.04.2024

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT D'ALACANT / UNIVERSIDAD DE
ALICANTE (100.0%)
CARRETERA SAN VICENTE DEL RASPEIG, S/N
03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**MELLINAS CILLER, Ana Cristina;
JIMÉNEZ MIGALLÓN, Alfonso y
GARRIGÓS SELVA, María Del Carmen**

54 Título: **MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE CUTINA A PARTIR DE RESIDUOS VEGETALES Y
CUTINA OBTENIDA**

57 Resumen:

La invención se refiere a un método que permite obtener cutina procedente de residuos vegetales, la cual presenta una estabilidad térmica a temperaturas superiores a 200°C. El método desarrollado requiere la molturación de los residuos vegetales, la adición de una disolución alcalina y calentamiento con ondas microondas a una frecuencia entre 2,20GHz y 2,60GHz con una longitud de onda entre 12 cm y 12,5 cm, durante al menos 105 min y una temperatura de al menos 95°C. El sobrenadante obtenido es separado y se le adiciona un ácido para la obtención de una disolución con un pH entre 3,5 y 5,5. La cutina precipitará tras mantener la disolución durante al menos 4 horas a, al menos, 4°C Así, el precipitado de cutina es separado del sobrenadante y, opcionalmente, secado. Ventajosamente, la cutina obtenida puede ser utilizada en la industria química, cosmética, farmacológica y alimentaria.

ES 2 954 532 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales y cutina obtenida

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención preconiza un procedimiento para la obtención de cutina, basado en la extracción asistida mediante calentamiento por microondas, a partir de los residuos vegetales generados en diferentes industrias de alto interés económico.

10

El objeto de la invención es ofrecer un procedimiento que posibilita la disminución de coste de producción de cutina y genera un valor añadido de los residuos vegetales que se emplean como materia prima en este procedimiento. También es objeto de la presente invención la cutina obtenida por el procedimiento desarrollado, al ser cutina con una reseñable estabilidad térmica por encima de temperatura de 200 °C que podrá ser destinada para su uso en la industria química, cosmética, farmacológica y alimentaria.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

Actualmente, la producción de residuos agroindustriales presenta graves problemas económicos y medioambientales de primera magnitud a nivel mundial con consecuencias de gran alcance para el medio ambiente y la sociedad.

25

Sólo en la Unión Europea (UE) se generan anualmente alrededor de 88 millones de toneladas de residuos alimentarios, con una estimación de costes asociados de 143.000 millones de euros.

30

Con el fin de minimizar el impacto de estos residuos en el medio ambiente, se propone la utilización de residuos agroalimentarios como fuente para obtener un polímero lipídico: cutina. Las hojas, frutos y/o tallos de muchas especies vegetales están recubiertas de una membrana denominada cutícula. Los constituyentes de la cutícula (cutina y ceras) se depositan sobre las capas de polisacáridos de la pared celular epidérmica. La composición de la cutina varía dependiendo de su origen, pero en términos generales ésta puede definirse como un polímero altamente ramificado, compuesto principalmente por ácidos

grasos C₁₆ y C₁₈, que contienen principalmente grupos hidroxilo terminales (ω -hidroxilo) y de cadena media, unidos a través de enlaces éster. Otro tipo de grupos funcionales, tales como aromáticos, ácidos dicarboxílicos y/o glicerol, se pueden encontrar formando parte de la cutina en bajas proporciones.

5

En la patente núm. WO2016168319 se propone el uso de cutina derivada de diferentes especies vegetales tales como *Opuntia ficus-indica*, *Agave americana*, *Cereus peruvianus* y *Rhipsalis* para su aplicación en diferentes sistemas como recubrimiento, debido a su excelente resistencia a los rayos UV, resistencia natural a bacterias y virus, además de ser no corrosiva y poseer gran estabilidad ante cambios bruscos de temperatura y medio ambiente. En esta patente no se señala ningún método definido para la obtención de cutina.

10

15

En la patente núm. WO2007045728 se divulga un método para procesar mezclas de ácidos carboxílicos obtenidos como productos de hidrólisis de suberina y cutina, particularmente aisladas a partir de corteza de abedul, para dar oligo- y poliésteres o los éster-éteres correspondientes, así como el uso de estos productos como lubricantes, componentes de combustibles, plastificantes, agentes tensioactivos, agentes ecológicos para modificar la madera, aglutinantes en revestimientos, adhesivos, tintas de impresión y compuestos, además de diversas aplicaciones cosméticas. Sin embargo, en el documento núm. WO2007045728 no se contempla ningún método para la obtención de cutina.

20

25

Por otro lado, la patente núm. CN110655688 divulga el desarrollo de una película hidrofóbica y el método de preparación de la misma para el envasado de alimentos, basada en cutina, pectina y quitosano. Sin embargo, la citada patente no señala ningún método definido para la obtención de cutina.

30

Los métodos de extracción convencionales tales como 'Soxhlet', maceración o extracciones por reflujo se han utilizado durante mucho tiempo para obtener compuestos bioactivos a partir de fuentes naturales. Estas combinaciones de mezcla, agitación, temperatura y/o maceración ofrecen un método simple y eficaz para extraer dichos compuestos, pero presentan la desventaja de requerir mucho tiempo y sus resultados, a veces, pueden ser inexactos.

Las principales desventajas de las técnicas convencionales conocidas se asocian a largos tiempos de extracción, un elevado consumo de disolvente y la posibilidad de degradación de los compuestos objetivo debido a los efectos de sobrecalentamiento local y la limitada elección de solventes.

5

En este sentido, son conocidos diferentes métodos de extracción que emplean disolventes orgánicos, tales como cloroformo y/o metanol, refiriéndose en la inmensa mayoría de los trabajos publicados a extracciones destinadas al desarrollo de técnicas analíticas con el objetivo de analizar la compleja estructura de este polímero lipídico.

10

Así, Chaudhari y Singhal proponen la extracción de cutina a partir de piel de sandía, dejando el residuo vegetal durante toda la noche en una mezcla cloroformo: metanol (2:1, v/v) a temperatura ambiente con el objetivo de utilizar las cáscaras de sandía como fuente de cutina en la producción de *cutinasa* (Chaudhari & Singhal, 2015).

15

Además, Hernández Velasco y col. proponen una hidrólisis secuencial con ácido trifluoroacético seguido de una hidrólisis alcalina en cáscaras de lima (*Citrus aurantifolia*) y pomelo (*Citrus paradisi*) para determinar su estructura utilizando diferentes técnicas analíticas (Hernández Velasco et al., 2017).

20

Finalmente, Moreira y col. utilizan una combinación de líquidos iónicos para extraer la cutina presente en la piel de tomate durante 6 horas a 100 °C con el objetivo de estudiar su estructura mediante resonancia magnética nuclear (Moreira et al., 2020).

25

Por otro lado, la patente núm. WO2010093320 divulga un método para separar de la corteza de abedul (rica en suberina y/o cutina) una fracción sólida y/o oleosa enriquecida en ácido cis-9,10-epoxi-18-hidroxiocetadecanoico. Este proceso consta de tres etapas: a) someter partes de las plantas que contienen suberina y/o cutina a una hidrólisis alcalina a unas temperaturas finales entre 100-150 °C entre 10 minutos y 3 horas; b) separar la solución acuosa de la fase sólida residual que comprende principalmente triterpenoides, tales como betulina, y monómeros de suberina lipófilos; y c) acidificar la solución acuosa dando como resultado una fase acuosa y una fracción sólida seguida opcionalmente de

30

otra etapa para separar dicha fracción sólida y/o oleosa de la fase acuosa, preferiblemente por centrifugación o por filtración y finalmente secado.

5 La patente núm. WO2015028299A1 explica un método para la obtención de cutina a partir de la piel de tomate. El método consta de un tratamiento térmico de las pieles de tomate que se sumergen en una solución alcalina a 100 °C durante 6 horas; una fase de filtración, para separar el residuo sólido del líquido; y una etapa de acidificación del líquido añadiendo un ácido inorgánico hasta que la solución cambia de color de manera que el pH
10 resultante se encuentre en el intervalo 5-6. Sigue una fase de centrifugación a 10000-14000 rpm durante 15-20 minutos; y a continuación, el sobrenadante se descarta o puede reintroducirse en el proceso para otra extracción, mientras que el residuo sólido se mantiene y se centrifuga con agua 1-3 veces en las mismas condiciones. Estos pasos adicionales tienen el fin de lavar / limpiar el residuo sólido obtenido.

15 La cutina presente en la piel de tomate ha sido objeto de estudio por otros investigadores, pero en todos los casos se han reportado métodos convencionales de extracción que implican elevadas temperaturas (superiores a 100 °C) y/o presiones, con largos tiempos de extracción (José J. Benítez et al., 2018; José Jesús Benítez et al., 2015; Heredia-Guerrero et al., 2017; Manrich et al., 2017).

20 Cabe señalar que, en los métodos convencionales de extracción conocidos, la transferencia de calor se produce a través del disolvente, desde la parte exterior hacia el interior de la muestra, resultando procesos largos y costosos energéticamente. Por lo que la presente invención ofrece un método de extracción alternativo el cual está asistido por
25 microondas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

30 La presente invención preconiza un método de extracción de cutina a partir de residuos vegetales mediante calentamiento por ondas microondas. El objeto de la invención consiste en obtener extractos de cutina utilizando radiación de microondas, resultando en mayores rendimientos de extracción, menor número de etapas y menores requerimientos energéticos que los reportados previamente.

Ventajosamente, el método de extracción asistido por microondas (MAE) posibilita un proceso compacto y más rápido con un alto potencial de escalado, mostrando una mayor eficiencia y protección de los componentes termolábiles, con un menor consumo de disolvente y energía.

5

Así, la presente invención propone un método de obtención de cutina a partir de residuos vegetales donde la extracción tiene lugar como consecuencia de los cambios producidos en la estructura celular debido a la interacción con las ondas electromagnéticas.

10

La alta eficiencia de MAE se explica como el resultado de una combinación sinérgica de dos fenómenos de transporte: los gradientes de calor y masa ocurren en la misma dirección. Las microondas penetran en la pared celular de los residuos vegetales, interactuando con los componentes polares de la muestra y generan calor, actuando directamente sobre las moléculas objetivo por conducción iónica y rotación dipolar. Por esta razón, la masa y la transferencia de calor tienen la misma dirección desde la parte interior hacia el exterior de la muestra.

15

Además, la elevada constante dieléctrica de la disolución alcalina utilizada como extractante en el método de la presente invención (tal como se detallará posteriormente), implica un factor de disipación significativamente bajo, lo que significa que el sistema absorbe más energía de microondas de la que puede disipar. Este fenómeno se llama sobrecalentamiento y ocurre en presencia de agua en la matriz. Esta fuerte absorción induce el aumento de la temperatura de la muestra, provocando la rotura de las células, mejorando la estructura capilar-porosa de los tejidos y facilitando una difusión más rápida fuera de los compuestos activos situados en las paredes celulares o en el citoplasma.

20

25

Por todo lo anterior, la etapa de calentamiento por ondas microondas de los residuos vegetales del método propuesto en la presente invención constituye una etapa esencial para obtener la cutina mediante un proceso corto de extracción, y de mejor coste energético que los conocidos.

30

Por otro lado, cabe señalar que la gran mayoría de residuos vegetales contienen cutina en su estructura y, por ello, pueden ser empleados como materia prima del método que propone la presente invención para la obtención de cutina.

5 En este sentido, debemos destacar que la mayoría de las células epidérmicas de las partes aéreas de las plantas superiores, tales como hojas, frutos y tallos no leñosos, así como algunas briófitas, están recubiertas por una membrana extracelular continua de lípidos solubles y polimerizados denominada cutícula o membrana cuticular. La cutina supone entre el 40-80% de esta membrana; por lo tanto, se pueden encontrar múltiples fuentes de este polímero en la naturaleza.

10 Así, la presente invención permite realizar la extracción de la cutina a partir de residuos vegetales conforme a las siguientes etapas:

- 15 - Molturación de los residuos vegetales, donde preferentemente se muelen los residuos vegetales hasta un tamaño entre 0,5 y 1 mm.
- Adición de una disolución alcalina que, preferentemente, es una disolución de hidróxido de sodio al 3% (m/v).
- Calentamiento por ondas microondas a una frecuencia entre 2,20GHz y 2,60GHz con una longitud de onda entre 12 cm y 12,5 cm, durante al menos 105 min y una temperatura de al menos 95 °C.
- 20 - Primera separación física del sobrenadante respecto el sólido, que preferentemente se realiza mediante centrifugación o filtración a temperatura ambiente.
- Adición al sobrenadante de un ácido, generándose una disolución con un pH entre 3,5 y 5,5, preferentemente con un pH de 4,5.
- Mantenimiento de la disolución obtenida en la etapa anterior a, al menos, 4 °C durante al menos 4 horas y precipitación de la cutina contenida en la disolución en medio ácido.
- 25 - Segunda separación física del precipitado de cutina del sobrenadante, que se realiza preferentemente mediante centrifugación a, al menos, 5300 rpm durante, al menos, 10 min.
- Opcionalmente, el método incluye una etapa de secado del precipitado obtenido en la etapa anterior, obteniendo cutina seca. Preferentemente, el secado del precipitado se realiza mediante liofilización, congelando el precipitado a una temperatura de, al menos, -80 °C durante, al menos, dos horas y, posteriormente, sometiendo el precipitado a, al menos, -80 °C y a, al menos, 0,079 mbar en un equipo liofilizador. En este sentido, el secado se realiza preferentemente hasta
- 30

alcanzar un porcentaje de agua menor del 1% en la cutina obtenida.

La cutina obtenida mediante el método detallado anteriormente presenta una estabilidad térmica frente a temperaturas superiores a 200 °C.

5

Cabe señalar que el ácido adicionado al sobrenadante recuperado en la primera separación física puede ser un ácido inorgánico - tal como el ácido clorhídrico -o un ácido orgánico - tal como el ácido cítrico -. En este sentido, se ha comprobado la eficiencia y eficacia de ácidos orgánicos como el ácido cítrico que permiten llevar a cabo el método de obtención de cutina mejorando la sostenibilidad medioambiental del método propuesto.

10

Opcionalmente, el precipitado de cutina obtenido en la segunda separación física es sometido a una purificación con agua destilada y una centrifugación para dotar de mayor pureza a la cutina obtenida.

15

Ventajosamente, es necesario destacar que mediante el método de la presente invención se elimina la necesidad de realizar un pretratamiento, por ejemplo, de desengrasado de la materia prima de residuo vegetal. Dicha etapa previa era necesaria en los métodos convencionales de extracción e implicaba el uso de disolventes orgánicos, además de un elevado consumo de tiempo y energía.

20

Por todo lo anterior, el método propuesto permite la revalorización de diferentes tipos de residuos vegetales generados en diferentes industrias, con rendimientos cuantitativos, minimizando el impacto medioambiental y económico de estos residuos. En este sentido, el objeto de la presente invención se circunscribe al método de obtención de la cutina a partir de residuos vegetales, así como la propia cutina obtenida por dicho método y que procede de residuos vegetales, presentando una estabilidad térmica frente a temperaturas superiores a 200 °C.

25

Finalmente, cabe señalar que uno de los principales problemas para la extracción de cutina es su disponibilidad, ya que se encuentra en las capas internas de la pared celular (Hernández Velasco et al. 2017). Algunos autores (Heredia-Guerrero et al. 2017) han reportado que cuando se encuentra material péctico próximo a la membrana cuticular se hace aún más difícil acceder a la cutina, siendo necesario degradar la pectina para poder

30

dejar expuesta la cutina y poder extraerla. Este es el caso de la piel de manzana, tomate y sandía. En este sentido, se ha comprobado - tal como y como se detalla en el apartado realización preferente - que el método de la presente invención posibilita la obtención o extracción de cutina incluso para la piel de manzana, tomate y sandía.

5

REALIZACION PREFERENTE

Conforme a los ensayos realizados en tres tipos de residuos vegetales distintos, el procedimiento de la presente invención ha permitido obtener cutina. En este sentido, se detalla a continuación el método seguido para la obtención de cutina a partir de piel de manzana o tomate y a partir de piel de sandía.

10

Las realizaciones preferentes que se detallan en el presente apartado constituyen ejemplos no limitativos de la invención.

15

Así, en una primera realización preferente de la invención se obtiene cutina a partir de un residuo vegetal formado por piel de manzana o de tomate.

20

Para ello, se deposita 1 g de residuo vegetal de piel de manzana o de tomate, previamente molido hasta un tamaño entre 0,5-1 mm, en 50 ml de hidróxido de sodio al 3% (m/v). La mezcla se somete a un calentamiento por microondas durante 105 minutos a 95 °C.

25

A continuación, se separa el residuo sólido mediante filtración a temperatura ambiente. Al sobrenadante recuperado se le adiciona ácido clorhídrico en concentración 3 M hasta un pH final de 4,5. La disolución obtenida se mantiene a 4 °C durante un mínimo de 4 horas.

30

Finalmente, esta disolución se centrifuga a 5300 rpm durante 15 minutos, obteniendo cutina en la fracción sólida. Para purificar la fracción sólida obtenida se añaden 10 ml de agua destilada y se repite el proceso de centrifugación bajo las mismas condiciones. La cutina obtenida es llevada a sequedad (liofilización) antes de su almacenamiento a vacío para mantener todas sus propiedades.

Por otro lado, en una segunda realización preferente de la invención se obtiene cutina a partir de un residuo vegetal formado por piel de sandía.

Para ello, se depositan 10 g de residuo vegetal de piel de sandía, previamente molido hasta un tamaño entre 0,5-1 mm, en 500 ml de hidróxido de sodio al 3% (m/v). La mezcla se somete a un calentamiento por microondas durante 105 minutos a 95 °C.

5

A continuación, se separa el residuo sólido mediante centrifugación a 5300 rpm durante 10 minutos. Al sobrenadante recuperado se le adiciona ácido cítrico en concentración 1M hasta un pH final de 4,5. La disolución obtenida se mantiene a 4 °C durante un mínimo de 4 horas.

10

Finalmente, esta disolución se centrifuga a 5300 rpm durante 15 minutos, obteniendo cutina en la fracción sólida. Para purificar la fracción sólida obtenida se añade la cantidad de agua destilada suficiente para disolver parcialmente el residuo y se repite el proceso de centrifugación bajo las mismas condiciones. La cutina obtenida es llevada a sequedad (liofilización) antes de su almacenamiento a vacío para mantener todas sus propiedades.

15

Referencias bibliográficas:

Benítez, José J., Paula M. Castillo, José C. del Río, Manuel León-Camacho, Eva Domínguez, Antonio Heredia, Susana Guzmán-Puyol, Athanassia Athanassiou, and José A. Heredia-Guerrero. 2018. "Valorization of Tomato Processing By-Products: Fatty Acid Extraction and Production of Bio-Based Materials." *Materials* 11 (11): 2211. <https://doi.org/10.3390/ma11112211>.

20

Benítez, José Jesús, Heredia-Guerrero, J. A., Guzmán-Puyol, S., Barthel, M. J., Domínguez, E., & Heredia, A. (2015). Polyhydroxyester Films Obtained by Non-Catalyzed Melt-Polycondensation of Natural Occurring Fatty Polyhydroxyacids. *Frontiers in Materials*, 2, 24. <https://doi.org/10.3389/fmats.2015.00059>.

25

Chaudhari, S. A., & Singhal, R. S. (2015). Cutin from watermelon peels: A novel inducer for cutinase production and its physicochemical characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 79, 398–404. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2015.05.006>.

30

- Heredia-Guerrero, José A., Antonio Heredia, Eva Domínguez, Roberto Cingolani, Ilker S. Bayer, Athanassia Athanassiou, and José J. Benítez. 2017. "Cutin from Agro-Waste as a Raw Material for the Production of Bioplastics." *Journal of Experimental Botany*. Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx272>.
- 5 Heredia-Guerrero, José A., Antonio Heredia, Rafael García-Segura, and José J. Benítez. 2009. "Synthesis and Characterization of a Plant Cutin Mimetic Polymer." *Polymer* 50 (24): 5633–37. <https://doi.org/10.1016/J.POLYMER.2009.10.018>.
- 10 Hernández Velasco, Brenda Liliana, Daniel Arrieta-Báez, Pedro Iván Cortez Sotelo, Juan Vicente Méndez-Méndez, Blanca Margarita Berdeja Martínez, and Mayra Beatriz Gómez-Patiño. 2017. "Comparative Studies of Cutins from Lime (*Citrus Aurantifolia*) and Grapefruit (*Citrus Paradisi*) after TFA Hydrolysis." *Phytochemistry* 144 (December): 78–86. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.08.017>.
- 15 Manrich, A., Moreira, F. K. V., Otoni, C. G., Lorevice, M. V., Martins, M. A., & Mattoso, L. H. C. (2017). Hydrophobic edible films made up of tomato cutin and pectin. *Carbohydrate Polymers*, 164, 83–91. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2017.01.075>.
- 20 Moreira, C. J. S., Bento, A., Pais, J., Petit, J., Escórcio, R., Correia, V. G., ... Silva Pereira, C. (2020). An Ionic Liquid Extraction That Preserves the Molecular Structure of Cutin Shown by Nuclear Magnetic Resonance. *Plant Physiology*, 184(2), 592–606. <https://doi.org/10.1104/pp.20.01049>.
- 25 Cifarelli, A, I Cigognini, L Bolzoni, and A Montanari. 2014. "Cutin Isolated from Tomato Processing By-Products: Extraction Methods and Characterization." *Uest.Ntua.Gr*, 1–20. http://uest.ntua.gr/cyprus2016/proceedings/pdf/Cifarelli_et_al_Cutin_isolated_from_tomato_processing_by-products.pdf.
- 30 Philippe Glenn, Cédric Gaillard, Johann Petit, Nathalie Geneix, Michèle Dalgarrondo, Cécile Bres, Jean Philippe Mauxion, et al. 2016. "Ester Cross-Link Profiling of the Cutin Polymer of Wild-Type and Cutin Synthase Tomato Mutants Highlights Different Mechanisms of Polymerization." *Plant Physiology* 170 (2): 807. <https://doi.org/10.1104/PP.15.01620>.

REIVINDICACIONES

1. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales que comprende las siguientes etapas:

5

- molturación de los residuos vegetales,
- adición de una disolución alcalina,
- calentamiento por ondas microondas a una frecuencia entre 2,20GHz y 2,60GHz con una longitud de onda entre 12 cm y 12,5 cm, durante al menos 105 min y una

10

- temperatura de al menos 95 °C,
- primera separación física del sobrenadante respecto el sólido,
- adición al sobrenadante de un ácido, generándose una disolución con un pH entre 3,5 y 5,5,

15

- mantenimiento de la disolución obtenida en la etapa anterior a, al menos, 4 °C durante al menos 4 horas y precipitación de la cutina contenida en la disolución en medio ácido,
- segunda separación física del precipitado de cutina del sobrenadante,

20

donde la cutina obtenida presenta una estabilidad térmica frente a temperaturas superiores a 200 °C.

2. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 1ª, caracterizado por que en la etapa de molturación se muelen los residuos vegetales hasta un tamaño entre 0,5 y 1 mm.

25

3. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 1ª, caracterizado por que la disolución alcalina es una disolución de hidróxido de sodio al 3% (m/v).

30

4. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 1ª, caracterizado por que la primera separación física se realiza mediante centrifugación o filtración a temperatura ambiente.

5. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación

1ª, caracterizado por que la segunda separación física se realiza mediante centrifugación a, al menos, 5300 rpm durante, al menos, 10 min.

5 6. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el ácido adicionado al sobrenadante recuperado en la etapa de primera separación física es un ácido orgánico, tal como el ácido cítrico.

10 7. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el precipitado de cutina obtenido en la segunda separación física es sometido a una purificación con agua destilada y una centrifugación.

15 8. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 1ª, caracterizado por que el precipitado de cutina obtenido en la segunda separación física es sometido a una etapa de secado.

20 9. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 8ª, caracterizado por que el secado del precipitado se realiza mediante liofilización, congelando el precipitado a una temperatura de, al menos, -80 °C durante, al menos, dos horas y, posteriormente, sometiendo el precipitado a, al menos, -80 °C y a, al menos, 0,079 mbar en un equipo liofilizador.

25 10. Método para la obtención de cutina a partir de residuos vegetales, según reivindicación 1ª o 8ª, caracterizado por que el secado se realiza hasta alcanzar un porcentaje de agua menor del 1% en la cutina obtenida.

11. Cutina obtenida conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la cutina procede de residuos vegetales y presenta una estabilidad térmica frente a temperaturas superiores a 200 °C.