

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 605**

51 Int. Cl.:

**C08L 5/00** (2006.01)

**B65D 65/46** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2020** **PCT/GB2020/050455**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2020** **WO20174234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2020** **E 20724896 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 3931253**

54 Título: **Composición biodegradable**

30 Prioridad:

**26.02.2019 GB 201902558**

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

**12.11.2024**

73 Titular/es:

**SEARO LABS LTD (100.0%)**  
**181 Cambridge Science Park, Milton Road**  
**Cambridge CB4 0GJ, GB**

72 Inventor/es:

**DUNDAR FIELD, AYCA**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 986 605 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

Composición biodegradable

Campo técnico

5 Esta invención se refiere a una composición biodegradable. En particular, la invención se refiere a una composición biodegradable para su uso como sustituto de plástico derivado del petróleo, y bioplástico en productos, como productos de un solo uso o desechables. La invención también se refiere a: productos, incluido el material de envasado, formados a partir de la composición, un método de disolución, compostaje y biodegradación de la composición o los productos, un método de producción de la composición y los productos, y un método de reelaboración de la composición.

10 Antecedentes

Los productos plásticos convencionales están hechos de plásticos derivados del petróleo o de bioplásticos de origen vegetal. Dichos materiales son ligeros, duraderos, tienen altas propiedades de barrera, poseen una alta resistencia a la tracción y pueden tener propiedades visuales transparentes o translúcidas. Además, estos materiales pueden tener características de termosellabilidad y moldeabilidad adecuadas para la fabricación en masa. Esto los hace muy deseables, por ejemplo, para su uso como materiales de envasado.

15 Existe un deseo generalizado de alejarse de los plásticos derivados del petróleo. Esto se debe en gran medida al elevado impacto medioambiental de dichos productos, tanto durante su producción como en el flujo de eliminación tras su uso. Además, los bioplásticos no biodegradables que no se someten a compostaje industrial, o a otros procesos específicos de tratamiento de residuos, tienden a desintegrarse en la naturaleza dando lugar a material plástico particulado (microplásticos o nanoplásticos) que puede permanecer en el medio ambiente, teniendo un impacto perjudicial, durante cientos de años.

20 Si no se controla, se prevé que la contaminación por plásticos se multiplique por cuatro de aquí a 2050, fecha en la que se calcula que habrá más plástico en los océanos en peso que peces. Uno de los principales responsables de este creciente problema son los plásticos de un solo uso utilizados como unidades de mantenimiento de existencias estructurales [SKU] (aquellas que pueden formarse en recipientes rígidos y que soportan cargas), como los utilizados en envases y vasos desechables o cestas de fruta.

25 En vista de estos problemas, ha habido una tendencia reciente hacia el uso de plásticos biodegradables. Sin embargo, los plásticos biodegradables tradicionales tienden a descomponerse lentamente, a menudo en un periodo de tiempo muy superior a la vida útil del producto. Como resultado, incluso estos plásticos llamados biodegradables, que se denominan respetuosos con el medio ambiente, requieren complejos sistemas de gestión de residuos o, si se desechan de forma inadecuada, pueden permanecer en el medio ambiente durante un tiempo considerable, causando potencialmente daños ecológicos significativos durante decenas de años e incluso cientos de años.

30 GUOHOU SUN ET AL., Food Hydrocolloids, 85(1), 2018, pp 61-68; SUN GUOHOU ET AL., Food Hydrocolloids, 95, 2019, pp 345-353; MAKWANA DIPAK ET AL, Arabian Journal of Chemistry, 13(1), 2018, pp 3092-3099; y CN 107 629 226 A, todos describen diversas composiciones basadas en un extracto de algas marinas.

35 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de sustituir el plástico y el bioplástico en los productos por materiales inocuos para el medio ambiente que se biodegraden rápida y completamente en el medio ambiente o en los flujos de residuos sin dañar, o con un daño mínimo, al medio ambiente o a los ecosistemas. Es conveniente que el tiempo de biodegradación se adapte mejor a la escala temporal de uso (en concreto, de un solo uso), al tiempo que se mantiene al menos una de las propiedades deseables de los materiales plásticos convencionales mencionadas anteriormente.

Resumen de la invención

40 En un primer aspecto, la invención proporciona una composición que consiste en un extracto de algas marinas en una cantidad del 60-90 % en peso, un derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 10-40 % en peso y agua en una cantidad del 1-20 % en peso, del peso total de la composición.

45 En un segundo aspecto, la invención proporciona una composición que comprende un extracto de algas marinas en una cantidad del 60-90 % en peso, un derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 10-40 % en peso y agua en una cantidad del 1-20 % en peso, del peso total de la composición; en la que la composición comprende además uno o más aditivos, y en la que el uno o más aditivos están presentes en no más del 5 % en peso del peso total de la composición.

50 Una composición alternativa, que no forma parte de la presente invención pero que comparte muchas de las propiedades beneficiosas, comprende el extracto de algas marinas en una cantidad del 2-5 % en peso, el

derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 80-95 % en peso y agua en una cantidad del 4-15 % en peso. Cada una de las realizaciones que siguen también puede aplicarse a esta composición.

En algunas realizaciones, los porcentajes en peso del extracto de algas, el derivado de celulosa soluble en agua y el agua totalizan el 100 % en peso del peso total de la composición.

- 5 En algunas realizaciones, el extracto de algas se selecciona del grupo que consiste en: una carragenina; agar; y una mezcla de los mismos. De manera adecuada, el extracto de algas es una carragenina. Más adecuadamente, la carragenina es carragenina kappa.

La composición puede carecer de uno o más del grupo que consiste en: un almidón; carragenina iota; agar; alginato; y quitosano.

- 10 En algunas realizaciones, el derivado de celulosa soluble en agua se selecciona del grupo que consiste en: metilcelulosa (MC); hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC); y una mezcla de los mismos. Es conveniente que el derivado de celulosa soluble en agua sea metilcelulosa (MC).

- 15 En realizaciones de la composición del segundo aspecto, el uno o más aditivos se seleccionan del grupo que consiste en: sal inorgánica; serrín, papel, fibra de cáñamo; carbonato cálcico; glicerina; puré de manzana; almidón; montmorillonita (MMT); aceite de corteza de canela; aceite de soja; glicerol; glucosa; nanopartículas de plata; extracto de semilla de pomelo; aceite esencial de zataria multiflora; nanoarcilla o arcilla mineral; polietilenglicol (PEG); quitina; arabinoxilano; plátano en polvo; gelatina; nanopartículas de óxido de titanio; colorantes; y aromatizantes.

- 20 En las realizaciones en las que el aditivo es una sal inorgánica, la sal inorgánica es una sal de un metal alcalino o alcalinotérreo. De manera adecuada, la sal inorgánica se selecciona del grupo que consiste en: una sal de litio; una sal de sodio; una sal de calcio; y una sal de potasio. Más adecuadamente, la sal inorgánica es cloruro de potasio.

- 25 En las realizaciones, la composición del primer aspecto de la invención, con un espesor estándar de 0.5 mm, al menos el 30 % de la luz incidente pasa sin absorción ni dispersión. De forma adecuada, con un espesor estándar de 0.5 mm, al menos el 50 % de la luz incidente pasa sin absorción ni dispersión.

En algunas realizaciones, la composición es totalmente biodegradable. De forma adecuada, la composición se biodegrada completamente en menos de seis meses en un entorno externo no industrial. Es conveniente que la composición se biodegrade completamente en una atmósfera anaeróbica.

- 30 En algunas realizaciones, la composición es totalmente compostable. De forma adecuada, la composición es compostable en menos de seis meses en una pila de compost doméstico.

En algunas realizaciones, la composición es comestible.

En algunas realizaciones, la composición es moldeable. De manera adecuada, la composición es moldeable por moldeo a presión, moldeo por inyección o fundición. En algunas realizaciones, la composición se reelabora después del moldeo.

- 35 En un tercer aspecto, la invención proporciona un producto formado a partir de la composición del primer aspecto de la invención.

- 40 En algunas realizaciones, el producto tiene una forma seleccionada del grupo que consiste en: una placa; una lámina plana; una esfera regular o irregular; un esferoide regular o irregular; un cubo regular o irregular; un cuboide regular o irregular; un elipsoide regular o irregular; un cilindro regular o irregular; un cono regular o irregular; un prisma regular o irregular; una pirámide regular o irregular; y cualquier combinación de los mismos.

- 45 En algunas realizaciones, el producto se selecciona del grupo que consiste en: una unidad estructural de mantenimiento de existencias (SKU); un material de envasado; una película; una lámina; una pajita para beber; un tubo; un tampón y un aplicador; cubiertos; un plato; una bandeja; y un agitador. De forma más adecuada, el envase o parte del mismo se selecciona del grupo formado por: un vaso; una bandeja; un recipiente; una concha; una caja; una botella; un tubo; y una tapa. En algunas realizaciones, el producto es tridimensional, rígido y resistente.

En algunas realizaciones, el espesor máximo de la composición del producto oscila entre 0.01 mm y 5 mm. En algunas realizaciones, el producto es translúcido.

- 50 En un cuarto aspecto, la invención proporciona un método para producir la composición del primer aspecto de la invención, el método comprende las etapas de:

(a) Poner en contacto el extracto de algas marinas con agua para formar un hidrogel de extracto de algas marinas,

(b) poner en contacto por separado el derivado de celulosa soluble en agua con agua para formar una solución de derivado de celulosa soluble en agua,

(c) mezclar el hidrogel de extracto de algas marinas y la solución de derivado de celulosa soluble en agua para formar una mezcla, y

5 (d) dejar secar la mezcla para formar la composición.

En algunas realizaciones, la etapa (a) comprende (i) poner en contacto el extracto de algas marinas con agua a una temperatura comprendida entre aproximadamente 5 °C y aproximadamente 40 °C; y a continuación (ii) calentar la mezcla del extracto de algas marinas en agua a una temperatura comprendida entre aproximadamente 70 °C y aproximadamente 100 °C para formar el hidrogel de extracto de algas marinas.

10 En algunas realizaciones, en la etapa (b) el derivado de celulosa soluble en agua se pone en contacto con agua a una temperatura de aproximadamente 70 °C a aproximadamente 100 °C.

En realizaciones, la etapa (c) comprende mezclar la solución de extracto de algas marinas y la solución de derivado de celulosa a una temperatura de aproximadamente 70 °C a aproximadamente 100 °C.

15 En realizaciones, el método comprende las etapas (a) a (d) del método de producción de una composición del tercer aspecto de la invención, y entre las etapas (c) y (d) la etapa adicional de: formar la mezcla en una forma o una forma tridimensional del producto. De manera adecuada, el producto es un producto del segundo aspecto de la invención.

En algunas realizaciones, la etapa de conformación comprende el moldeo. De manera adecuada, el moldeo comprende moldeo por presión, moldeo por inyección o fundición.

20 En algunas realizaciones, durante la etapa (d), la composición sólida se apoya en al menos parte de un molde que se utilizó en el moldeo.

En un quinto aspecto, la invención proporciona un método de reelaboración de una composición biodegradable, que comprende producir un producto por el método del tercer aspecto de la invención, en el que el método comprende además:

25 f) ablandar o fundir el producto poniéndolo en contacto con agua o vapor para obtener un producto ablandado;

g) seguir manipulando el producto ablandado para obtener un producto reelaborado, en el que el producto reelaborado tiene una forma diferente a la del producto;

h) dejar secar el producto reelaborado para obtener un producto reelaborado seco.

En algunas realizaciones, el agua de la etapa (f) está a una temperatura superior a 80 °C, o es vapor.

30 En algunas realizaciones, la manipulación en la etapa (g) comprende la reelaboración del producto ablandado para darle la forma de un molde.

En algunas realizaciones, tras el secado de la etapa (h), el producto moldeado seco se retira del molde.

En algunas realizaciones, la manipulación en la etapa (g) sella al menos un borde o parte de un borde del producto ablandado.

35 En el presente documento se describe además un método para disolver la composición del primer aspecto de la invención, o el producto del segundo aspecto de la invención, que comprende la etapa de poner en contacto la composición o el producto con agua líquida. Es conveniente que el agua líquida esté a una temperatura de al menos 50 °C durante al menos 1 hora. Es conveniente que el agua líquida esté a una temperatura de al menos 70 °C.

40 Se describe además en el presente documento un método de biodegradación industrial de la composición del primer aspecto de la invención, o del producto del segundo aspecto de la invención, que comprende la etapa de exponer la composición o el producto a condiciones en las que se aumenta la tasa de biodegradación. De manera adecuada, las condiciones se seleccionan del grupo que consiste en: calentamiento; exposición al agua; exposición a microorganismos; enzimas; y rotura mecánica.

45 Se describe además en el presente documento un método de compostaje de la composición del primer aspecto de la invención, o del producto del segundo aspecto de la invención, el método comprende la etapa de exponer la composición o el producto a condiciones en las que la composición o el producto se degrada para formar compost o material adecuado para su uso en compost o como aditivo al suelo como fertilizante. De manera adecuada, las condiciones consisten en añadir la composición o el producto a material previamente compostado o compostable.

50

En un sexto aspecto, la invención proporciona un método para extender la vida útil de productos perecederos, en el que el método comprende colocar los productos perecederos en un contenedor o unidad estructural de almacenamiento formada por la composición del primer aspecto de la invención. De manera adecuada, los productos perecederos se seleccionan del grupo que consiste en frutas, verduras, productos lácteos, queso, pan, pasteles, galletas y productos de confitería.

En algunas realizaciones, la vida útil de los productos perecederos se prolonga al menos un 25 %.

En el presente documento se describe además el uso de la composición del primer aspecto o del segundo aspecto de la invención, o del producto del tercer aspecto de la invención, como material de envasado o como productos de un solo uso, como envases de bebidas, tampones o aplicadores de tampones.

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán, a modo de ejemplo únicamente, una o más realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1A muestra una vista lateral de una tira de la composición (realización con alto contenido en algas) de la presente invención antes (A) y después (B) de entrar en contacto con agua (sumergida) durante 24 horas. La absorción de agua por la composición se evidencia por el hinchamiento desde un espesor de 0.3 mm hasta 7 mm.

La Figura 1B muestra una forma de realización de una taza formada por la composición (forma de realización con alto contenido en algas) de la presente invención que contiene agua a temperatura ambiente. (A) muestra la taza inmediatamente después de verter el agua en la taza ( $T=0$ ); (B) muestra la taza 1.5 horas después de verter el agua en la taza ( $T=1.5$ ); (C) muestra la taza 8.0 horas después de verter el agua en la taza ( $T=8.0$ ); puede observarse que la composición absorbe agua a temperatura ambiente y comienza a deformarse, pero mantiene su integridad estructural y sigue siendo impermeable. La composición, al absorber el agua, adquiere una textura y una consistencia parecidas a las de la silicona.

La Figura 2 muestra una realización de una copa formada por una composición de algas de alto contenido en algas (tal como se define en el presente documento) de la presente invención. (A) es una copa que ha sido sometida a secado en la parte macho de un molde de prensa antes de su liberación, mientras que (B) es una copa preparada de la misma manera que fue liberada del molde antes del secado. La copa mostrada en (B) se ha encogido/deformado considerablemente al secarse. La tendencia del material a deformarse cuando no se apoya durante el secado se debe al alto contenido de agua ( $>90\%$  en peso de agua) al final del proceso de preparación.

La Figura 3 muestra un molde (a la izquierda) y un material de envasado (a la derecha) que comprende una lámina de material de una composición con alto contenido de algas (tal como se define en el presente documento) de la presente invención que se reelabora de acuerdo con la invención plegándola sobre el molde y dejándola secar antes de soltarla. En el ejemplo mostrado, el material de la hoja se hidrató para ser formado sumergiendo la hoja en agua caliente ( $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante 5 segundos y luego formándola alrededor de un molde. A continuación, la lámina sobre el molde se secó durante 5 horas en condiciones ambientales. Al sumergir la lámina en el agua caliente, la superficie de la lámina se ablanda y/o se funde. Este material reblandecido y/o fundido en la superficie de la lámina es pegajoso y puede actuar como adhesivo. Por ejemplo, cuando las superficies de la lámina se pliegan unas sobre otras, el material fundido de la superficie puede hacer que las superficies que se tocan se peguen entre sí. Esta pegajosidad puede ayudar a volver a trabajar el material.

La Figura 4 muestra la degradación del material de una taza formada por una composición con alto contenido en algas (tal como se define en el presente documento) de la presente invención en compost casero después de 0 meses (A); 1 mes (B); y 2 meses (C). El vaso está rodeado de una red de plástico no biodegradable para retener el material degradado del vaso. La biodegradación es evidente después de 1 mes, y se muestra que continúa hasta casi completarse a los 2 meses.

La Figura 5 muestra la degradación del material de una copa formada por la composición de la presente invención después de haber estado sumergida en agua de mar durante 0 semanas (A); 1 semana (B); 2 semanas (C); y 4 semanas (D). La copa está rodeada por una red de plástico no biodegradable para retener el material degradado del vaso. La biodegradación es evidente después de 2 semanas, y sólo queda la red después de 4 semanas.

La Figura 6 muestra la degradación del material de un vaso formado con la composición de la presente invención al aire libre (simulando un entorno urbano o de carretera) después de 0 semanas (A); 1 semana (B); y 4 semanas (C). La biodegradación clara es evidente después de 1 semana, y continúa hasta 4 semanas, donde la biodegradación significativa es visible.

La Figura 7 muestra el vaso de la figura 6 después de 4 semanas en comparación con un vaso de papel forrado de PLA de la técnica anterior (blanco) y un vaso de plástico PET (transparente), los cuales no muestran signos de degradación.

5 La Figura 8 muestra la biodegradación de una copa que contiene agua formada de la composición de la presente invención en el aire a temperatura ambiente después de 10 segundos (A); 3 horas (B); 3 días (D); 9 días (E); 14 días (F) y 21 días (G). Durante este lapso de tiempo, la deformación del vaso es evidente, pero la rigidez estructural se mantiene y el vaso permanece de pie y estanca. A partir de los 9 días es evidente el crecimiento bacteriano, mientras que el proceso de biodegradación continúa durante 14 y 21 días.

10 La Figura 9 muestra los resultados de un ensayo de biodigestión. De izquierda a derecha, se muestran tiras trituradas de la composición de la presente invención en sales biliares (A); Proteasa HCl (B); Amilasa (C); Saliva (D) y agua desionizada (E). Las tiras trituradas se desintegran completamente o se disuelven en la solución dada a temperatura ambiente durante 3 horas.

15 La Figura 10 muestra un ejemplo comparativo del almacenamiento de frutos rojos (fresas) en condiciones ambientales no refrigeradas, en material de envasado formado por la composición de la presente invención (línea inferior) en comparación con material de envasado formado por PET derivado del petróleo (línea superior), después de 1-2 días (columna A), 3 días (columna B) y 4 días (columna C). Es evidente que hay condensación en la pared interior del envase de PET después de 3 días, que aumenta a los 4 días. No se observa condensación en el envase de la presente invención. Dado que la condensación implica una humedad elevada que favorece el crecimiento de bacterias y hongos, esto sugiere que el envase de la presente invención conduciría a tasas más bajas de crecimiento bacteriano o fúngico en el producto alimenticio contenido en el mismo.

20 La Figura 11 muestra un ejemplo comparativo del almacenamiento de frutos rojos (frambuesas) en condiciones ambientales no refrigeradas en material de envasado formado por la presente invención (columna derecha) comparado con material de envasado formado por PET derivado del petróleo (columna izquierda) después de 1 día (fila A), 2 días (fila B); 3 días (fila C); 4 días (fila D); 5 días (fila E); y 6 días (fila F). Es evidente que las frambuesas en el vaso de PET empiezan a desarrollar moho al tercer día, mientras que las frambuesas en el vaso formado con la composición de la presente invención están libres de moho hasta el sexto día, lo que supone un aumento del 100 % en la vida útil.

25 La Figura 12 muestra una loncha de queso cheddar que ha sido termosellada en una bolsa fabricada con la composición de la presente invención. La Figura superior muestra el queso inmediatamente después del sellado, y la inferior muestra el mismo queso después de 1.5 años de almacenamiento. No hay signos visibles de deterioro del queso después de este periodo de tiempo.

La Figura 13 muestra la degradación del material de una copa formada por la composición de la presente invención en condiciones anaeróbicas.

30 La Figura 14 muestra la variación en la pigmentación de composiciones de acuerdo con la presente invención que tienen diferentes, o diferentes proporciones de extractos de algas marinas como se define en el Ejemplo 6.

35 La Figura 15 muestra una copa formada a partir de: (A) una composición que comprende carragenina kappa y metilcelulosa de acuerdo con la presente invención; (B) una composición que comprende carragenina iota y metilcelulosa de acuerdo con la presente invención; y (C) una composición que comprende agar y metilcelulosa de acuerdo con la presente invención. Las proporciones del extracto de algas, metilcelulosa y agua dadas son constantes en cada vaso. Puede verse claramente que todas las composiciones pueden moldearse para formar estructuras rígidas y soportan cargas. La copa formada a partir de carragenina kappa (A) no presenta defectos de moldeo, mientras que las copas formadas a partir de agar (B) muestran una fisura que se produjo al secarse, y la carragenina iota (C) que mostró inestabilidad al solidificarse, lo que dio lugar a un borde superior ondulado. También es evidente que el vaso formada con agar (B) tiene una alta pigmentación.

#### Descripción detallada

40 Esta invención se refiere generalmente a una composición biodegradable. En algunas realizaciones, la composición es adecuada para su uso como material moldeable para formar productos con forma, como productos estructurales tridimensionales. Dichos productos pueden ser, por ejemplo, materiales de envasado; vajillas como platos, bandejas, cestas, almejas o vasos; otros aparatos para comer o beber como pajitas, cubiertos o agitadores; u otras películas, láminas o productos estructurales conformados. En algunas realizaciones, la composición puede utilizarse como alternativa o sustituto de plásticos derivados del petróleo, bioplásticos y plásticos biodegradables del estado de la técnica.

55 Por conveniencia, antes de una mayor descripción de la presente divulgación, ciertos términos empleados en la especificación, y ejemplos, se delinean aquí. Estas definiciones deben leerse a la luz del resto de la divulgación y entenderse como por una persona experta en la técnica. Los términos utilizados en el presente

documento tienen los significados reconocidos y conocidos por los expertos en la materia, sin embargo, por conveniencia y exhaustividad, los términos particulares y sus significados se exponen a continuación.

Los artículos “un”, “una” y “el” se utilizan para referirse a uno o a más de uno (es decir, al menos a uno) del objeto gramatical del artículo.

- 5 Tal como se utiliza en el presente documento, el término “que comprende” significa que cualquiera de los elementos citados está necesariamente incluido y que otros elementos también pueden incluirse opcionalmente. Consta esencialmente de” significa que se incluye necesariamente cualquiera de los elementos enumerados, se excluyen los elementos que afectarían materialmente a las características básicas y novedosas de los elementos enumerados y, opcionalmente, pueden incluirse otros elementos. Consistente en”
- 10 significa que se excluyen todos los elementos distintos de los enumerados. Las realizaciones definidas por cada uno de estos términos están dentro del ámbito de esta invención. El término “que comprende”, cuando se utiliza con respecto a determinados componentes de la composición, debe entenderse que proporciona una base literal explícita para el término “que consiste esencialmente en” y “que consiste en” esos mismos componentes.

- 15 Tal como se utiliza aquí, el término “biodegradable” significa capaz de descomponerse química y/o físicamente en la naturaleza y/o por la acción de seres vivos. El término se utiliza aquí para referirse a composiciones, o componentes dentro de composiciones, que se descomponen de forma natural en componentes inocuos en agua o medios acuosos o húmedos, normalmente a través de la acción de microorganismos como bacterias u hongos. La composición puede cumplir la norma europea EN 13432 o, de forma más general, que el 90 % del
- 20 material se desintegre en fragmentos de partículas de un tamaño no superior a 2 mm al cabo de doce semanas y se biodegrade al menos en un 90 % al cabo de seis meses (método de ensayo de laboratorio EN 14046). El término “hiperbiodegradable”, tal como se define en el presente documento, puede utilizarse para referirse a un material que tiene una tasa de biodegradación particularmente rápida, por ejemplo, menos de 6 meses, convenientemente menos de 3 meses, para biodegradarse completamente en un entorno natural, no adaptado,
- 25 o en un flujo de residuos. En este contexto, el término “naturaleza” o “natural” se refiere a un entorno no industrial y/o a un entorno que no está adaptado para promover la biodegradación, como el aire libre o una pila de compost doméstico.

- Tal como se utiliza en el presente documento, el término “compostable” significa capaz de descomponerse en la naturaleza y/o por la acción de seres vivos para su uso como compost. De manera adecuada, el término
- 30 “compostable” puede utilizarse para referirse a composiciones o productos que pueden añadirse aceptablemente a un lugar de compostaje. El término “compostable en el hogar” puede utilizarse para referirse a composiciones o productos que pueden compostarse aceptablemente en un entorno doméstico, por ejemplo, añadidos a una pila de compost establecido en un jardín doméstico. El término puede referirse a un plástico que cumpla la norma australiana AS 5810 “Plásticos biodegradables - plásticos biodegradables adecuados para el compostaje doméstico”; el sistema de certificación de compostaje doméstico TÜV OK, con certificación
- 35 belga, que exige al menos un 90 % de degradación en 12 meses a temperatura ambiente; y/o la norma francesa NF T 51-800 “Plásticos - Especificaciones para plásticos adecuados para el compostaje doméstico”. El término “compostable industrialmente” puede utilizarse para referirse a composiciones o productos que pueden añadirse aceptablemente a un flujo de residuos de compostaje industrial. Un flujo de residuos de compostaje industrial puede, por ejemplo, incluir una fase de compostaje activo seguida de un curado. La fase de compostaje activo suele durar un mínimo de 21 días y mantiene una temperatura en la pila de compost de aproximadamente 50 °C a 60 °C durante todo este período. A efectos de higienización, las temperaturas pueden permanecer por encima de 60 °C durante al menos una semana para eliminar los microorganismos patógenos. Durante la fase de curado, el ritmo de descomposición disminuye y la temperatura baja a < 40 °C
- 40 con síntesis de sustancias húmicas.
- 45

- Tal como se utiliza en el presente documento, el término “no peligroso” significa que no es tóxico ni presenta riesgos para las personas, los animales o el medio ambiente. En términos de compuestos químicos, no peligroso puede significar que cumple uno o varios de los Reglamentos EC No. 1907/2006, EC No. 1272/2008, REACH 1999/45/EC, No. 76/769/EEC, Directiva 793/93 y 91/155/EEC del Consejo Europeo, 93/67/EEC o
- 50 67/548/EEC; o que alcanza una categoría de toxicidad IV (prácticamente no tóxico y no irritante) de conformidad con el Título 40 del Código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos (156.62), o equivalentes.

Tal como se utiliza aquí, el término “comestible” significa una sustancia no peligrosa que puede ser ingerida por un ser humano o un animal sin efectos adversos o sin presentar un riesgo para la salud.

- El término “bioplásticos” se utiliza aquí para referirse a materiales plásticos producidos a partir de fuentes renovables de biomasa, como grasas y aceites vegetales, almidón de maíz, paja, astillas de madera, serrín, residuos alimentarios reciclados, etc. El bioplástico puede fabricarse a partir de subproductos agrícolas. Bioplástico indica que la fuente del material con el que se fabrica el plástico es biológica. Bioplástico no implica que el material sea biodegradable, aunque algunos bioplásticos también pueden ser biodegradables.
- 55

Tal como se utiliza aquí, el término “alga marina” se refiere al término comúnmente utilizado para varios grupos de algas multicelulares que se encuentran típicamente en o cerca del mar o cuerpos de agua dulce. Los tipos de algas incluyen las macroalgas *Rhodophyta* (rojas), *Phaeophyta* (pardas) y *Chlorophyta* (verdes). Muchas de las algas pardas se denominan simplemente algas kelp.

- 5 Tal como se utiliza aquí, el término “extracto de algas marinas” se refiere a un componente separado o aislado o a una parte constituyente de las algas marinas. Es conveniente que el método de separación o aislamiento sea mediante extracción química o física (es decir, prensado en gel o precipitación en alcohol e hidrólisis alcalina). Por ejemplo, el extracto de algas puede obtenerse triturando la planta de algas, o parte de ella, seguido de filtración para eliminar el material sólido residual de algas; o alternativamente, lavando las algas  
10 con un disolvente adecuado, por ejemplo una solución acuosa alcalina, y recogiendo el extracto deseado como la materia insoluble que queda, o parte de ella. El extracto puede someterse a otras etapas de purificación/separación. Ejemplos de extracto de algas marinas de acuerdo con el significado del presente documento son los extractos carragenina, agar y alginato, convenientemente carragenina.

- 15 Tal como se utiliza aquí, el término “carragenina” se refiere a una familia de polisacáridos sulfatados lineales extraídos de algas rojas. Existen tres variedades principales de carragenina, que difieren en su grado de sulfatación. La carragenina kappa tiene un grupo sulfato por disacárido, la carragenina iota tiene dos y la carragenina lambda tiene tres.

- 20 Tal como se utiliza aquí, el término “polisacáridos” se refiere a moléculas de carbohidratos de cadena larga, específicamente carbohidratos poliméricos compuestos de unidades de monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos. Algunos ejemplos son los “polisacáridos de almacenamiento”, como el almidón y el glucógeno, y los “polisacáridos estructurales”, como la celulosa y la quitina. El almidón es un polímero de glucosa en el que las unidades de glucopiranososa están unidas por enlaces alfa; la celulosa es un polímero formado por unidades repetidas de glucosa unidas por enlaces beta. La celulosa puede modificarse químicamente, por ejemplo  
25 alquilando los grupos hidroxilo libres de la celulosa con diversos grupos alquilo, como el metilo, para producir metilcelulosa; o hidroxipropilo para producir hidroxipropilcelulosa (No. CAS: 9004-64-2) o hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) (No. CAS: 9004-65-3).

- 30 Como se usa aquí, el término “derivado de celulosa soluble en agua” se refiere a un material o compuesto químico derivado de la celulosa que es fácilmente soluble en agua a temperatura ambiente. Convenientemente, el término se refiere a un material o compuesto químico derivado de la celulosa. Por ejemplo, la metilcelulosa es fácilmente soluble en agua por debajo de 40 °C a 50 °C; la hidroxipropilcelulosa es fácilmente soluble en agua por debajo de 45 °C. Tanto la metilcelulosa como la hidroxipropilcelulosa presentan el comportamiento atípico de volverse menos solubles a temperaturas más altas.

- 35 Los plásticos derivados del petróleo se utilizan ampliamente en la industria por sus ventajas de rigidez estructural, translucidez, su capacidad para retener líquidos y para ser moldeados en productos con forma. Esto ha llevado a la proliferación del uso de plásticos derivados del petróleo en muchas industrias, por ejemplo, en el envasado de alimentos y otros artículos relacionados con la alimentación o la bebida, como vasos, platos y cubiertos. Estos productos pueden moldearse (por ejemplo, mediante inyección, soplado, prensado, extrusión, etc.) o fundirse, o bien formando láminas que luego se reelaboran para obtener productos con forma y/o tridimensionales.

- 40 Como ya está bien documentado, aunque los plásticos derivados del petróleo y algunos bioplásticos tienen muchas propiedades materiales deseables, los problemas con su uso están relacionados con su longevidad en el medio ambiente o en los flujos de residuos, que se sugiere que oscila entre 10 años y 1.000 años. Este plazo de descomposición es totalmente desproporcionado con respecto a la vida útil típica del plástico, que en el caso de los envases alimentarios, por ejemplo, puede ser cuestión de horas o días. El hecho de que los  
45 plásticos utilizados para fabricar productos de un solo uso puedan persistir hasta 1.000 años después de que el producto sea desechado es claramente muy problemático desde el punto de vista medioambiental o ecológico.

- 50 Incluso los plásticos denominados biodegradables, por ejemplo el ácido poliláctico (PLA) o los polihidroxialcanoatos (PHA), pueden tardar meses o incluso años en biodegradarse completamente. Esto significa que el plástico permanecerá intacto en el medio ambiente durante este periodo, teniendo en gran medida los mismos efectos negativos sobre los ecosistemas y la fauna que los plásticos derivados del petróleo.

- 55 El uso cada vez mayor de plásticos, ya sean derivados del petróleo, de plantas, bioplásticos derivados de plantas o los denominados biodegradables, y la lenta, o relativamente lenta, tasa de descomposición de estos materiales en relación con su uso como productos ha dado lugar a una creciente abundancia de residuos plásticos en nuestros vertederos, y en el medio ambiente en general, incluyendo material particulado en los mares y océanos. Esto ha causado y sigue causando daños sin precedentes en los entornos y ecosistemas terrestres, marinos y aéreos. La persistencia de los plásticos y bioplásticos en el medio ambiente también significa que, si no se eliminan mediante un flujo de residuos adecuado, pueden permanecer como basura antiestética en las calles, y pueden causar obstrucciones de los cursos de agua y alcantarillas, lo que conlleva

costosas medidas y operaciones de limpieza para recuperar estos materiales. Además, se sabe que la lenta pero eventual descomposición de los plásticos y bioplásticos en el medio ambiente provoca la liberación de los llamados "microplásticos" o "nanoplásticos" (partículas de plástico de tamaño micrométrico o nanométrico), que causan más daños a los ecosistemas. Recientemente se ha constatado que los "nanoplásticos" contaminan el  
 5 aire y, como consecuencia, son inhalados por los seres humanos y otros organismos vivos. Aún se desconocen todos los efectos de este tipo de contaminación por plásticos, aunque se sabe que muchos de ellos liberan sustancias químicas peligrosas a medida que envejecen y se descomponen, lo que puede irritar los pulmones y otros órganos corporales y provocar molestias y enfermedades. Cuando los animales ingieren plásticos o bioplásticos que no son capaces de digerir, su sistema digestivo puede bloquearse y, en algunos casos, el  
 10 animal puede morir de inanición.

Otros problemas ecológicos de los plásticos y bioplásticos pueden identificarse en el hecho de que se descomponen lentamente y, a menudo, no se biodegradan, o al menos no lo hacen completamente, en las instalaciones de compostaje. Esto puede dar lugar a que los contaminantes plásticos se apliquen al suelo como parte del compost, con la consiguiente disminución de la calidad del suelo. Se prevé que la población mundial  
 15 pase de los 7.600 millones actuales a unos 10.000 millones en los próximos 30 años. Esto supondrá una mayor presión sobre la industria agrícola y sobre el uso de la tierra para cultivar alimentos para las personas y el ganado. Cualquier reducción de la fertilidad del suelo en la actualidad o a lo largo del presente siglo va directamente en contra de las necesidades de una población mundial en expansión que depende de este recurso fundamental.

La presente invención se refiere a una composición biodegradable que se descompone completa y rápidamente (hiper biodegradable) en el medio ambiente, particularmente en medios acuosos o no secos de diversos tipos, o en flujos de residuos, pero que mantiene uno, más o todos los beneficios de los plásticos derivados del petróleo o de los bioplásticos derivados de plantas, durante su vida de uso.

La composición de la presente invención comprende generalmente un extracto de algas marinas y un derivado de celulosa soluble en agua. La composición puede comprender además agua. De manera adecuada, la composición comprende un extracto de algas marinas, un derivado de celulosa soluble en agua y agua. La composición consiste esencialmente en un extracto de algas, un derivado de celulosa soluble en agua y agua. Es posible que la composición consista en un extracto de algas, un derivado de celulosa soluble en agua y agua.

En algunas realizaciones, el extracto de algas puede ser carragenina, agar o una mezcla de los mismos. La familia de los compuestos de carragenina y agar son bien conocidos en los campos de la alimentación, farmacia y productos de cuidado personal; sin embargo, son químicamente distintos. Los carrageninas comprenden unidades repetidas de  $\beta$ -D-galactosa-cc-D-galactosa, mientras que el agar comprende  $\beta$ -D-galactosa-a-L-galactosa repetida. De manera adecuada, el extracto de algas marinas utilizado en la composición de la  
 35 presente invención es un carragenina. Más adecuadamente, la carragenina puede ser carragenina kappa.

Se contempla que cualquier extracto de alga marina puede ser útil en la presente invención. Sin embargo, como era de esperar, mientras que las carrageninas, el agar y otros extractos de algas marinas tienen una fuente común (algas marinas) y estructuras químicas relacionadas, cada sustancia tiene propiedades significativamente diferentes cuando se forman a partir de ellas materiales sustitutivos de plástico  
 40 hiperbiodegradables. Por ejemplo, la carragenina, en particular la carragenina kappa, cuando se mezcla con un derivado de celulosa soluble en agua, por ejemplo metilcelulosa, como en la presente invención, muestra propiedades mecánicas y visuales sorprendentemente beneficiosas en comparación con el agar y otros extractos de algas marinas.

En algunas realizaciones, el derivado de celulosa soluble en agua puede ser cualquier material o compuesto adecuado derivado de la celulosa. De forma adecuada, el derivado de celulosa soluble en agua puede ser metilcelulosa (MC), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) o una mezcla de los mismos. De forma adecuada, el derivado de celulosa soluble en agua puede ser metilcelulosa (MC).

En algunas realizaciones, la composición comprende únicamente un extracto de alga, como una carragenina, y un derivado de celulosa soluble en agua, como la metilcelulosa, siendo el resto de la composición agua. En otras palabras, y tal como se define en el presente documento, la composición puede consistir en un extracto de algas y un derivado de celulosa soluble en agua, o un extracto de algas y un derivado de celulosa soluble en agua y agua. En otras palabras, los porcentajes en peso de estos componentes pueden sumar hasta el 100 % en peso basado en el peso total de la composición.

En algunas realizaciones, se contempla la posibilidad de incluir otros aditivos menores que puedan proporcionar uno o más beneficios sin afectar negativamente a las propiedades generales de la composición. En otras palabras, y tal como se define en el presente documento, la composición puede consistir esencialmente en un extracto de algas marinas y un derivado de celulosa soluble en agua, o un extracto de algas marinas y un derivado de celulosa soluble en agua y agua. El término "aditivos menores" o "aditivos" se refiere a aditivos distintos del extracto de algas y el derivado de celulosa soluble en agua, que pueden estar presentes en la

composición en una cantidad igual o inferior al 20 % en peso. Por ejemplo, menos del 15 % en peso, 10 % en peso, 5 % en peso, 2 % en peso, 1 % en peso. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición. En otras palabras, los porcentajes en peso del extracto de algas, el derivado de celulosa soluble en agua, el agua y el aditivo o aditivos menores pueden sumar hasta el 100 % en peso basado en el peso total de la composición.

Los aditivos o aditivos menores pueden ser, aunque no exclusivamente: sales inorgánicas como cloruro potásico o cloruro cálcico; serrín, papel, fibra de cáñamo; carbonato cálcico; glicerina; puré de manzana; almidón; montmorillonita (MMT); aceite de corteza de canela; aceite de soja; glicerol; nanopartículas de plata; extracto de semilla de pomelo; aceite esencial de zataria multiflora; nanoarcilla o mineral de arcilla; polietilenglicol (PEG); quitina; arabinosilano; plátano en polvo; gelatina; nanopartículas de óxido de titanio. Alternativamente, en las realizaciones, la composición de la presente invención, y los productos formados a partir de la misma, pueden carecer de cualquier aditivo menor, que incluyen pero no se limitan a uno o más de los enumerados anteriormente.

En algunas realizaciones, la composición puede comprender una sal, más adecuadamente una sal de metal alcalino o un metal alcalinotérreo, incluso más adecuadamente una sal de litio, sodio, calcio o potasio. Lo más adecuado es que la composición contenga una sal de potasio. En algunas realizaciones, la sal de potasio es cloruro de potasio. De manera adecuada, la composición puede incluir la sal en una cantidad comprendida entre el 0.1 y el 5 % en peso, más adecuadamente entre el 0.5 y el 3 % en peso, y aún más adecuadamente entre el 0.5 y el 1.5 % en peso. De manera adecuada, la sal puede estar presente en la composición en una cantidad de al menos 0.1 % en peso, 0.2 % en peso, 0.3 % en peso, 0.4 % en peso, 0.5 % en peso, 0.6 % en peso, 0.7 % en peso, 0.8 % en peso, 0.9 % en peso, 1.0 % en peso, 2.0 % en peso, 3.0 % en peso, 4.0 % en peso o superior. De manera adecuada, la sal puede estar presente en la composición en una cantidad máxima del 5.0 % en peso, 4.0 % en peso, 3.0 % en peso, 2.0 % en peso, 1.9 % en peso, 1.8 % en peso, 1.7 % en peso, 1.6 % en peso, 1.5 % en peso o inferior; todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición. Sin querer estar limitado por la teoría, se considera que la inclusión de dichas sales puede aumentar la rigidez de la composición resultante y de los productos formados a partir de la misma.

En algunas realizaciones, la composición puede comprender glicerol. Más adecuadamente, la composición puede comprender glicerol en una cantidad en el rango de 0.1-5 % en peso, aún más adecuadamente en el rango de 1-3 % en peso, más particularmente 1.5-2.5 % en peso, todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición. Sin querer estar limitado por la teoría, se considera que la inclusión de glicerol puede aumentar la flexibilidad de los productos resultantes.

En las realizaciones que pueden denominarse, sólo a efectos de referencia, "composiciones con bajo contenido en extracto de algas marinas", la composición puede comprender el extracto de algas marinas en una cantidad del 1-10 % en peso, convenientemente del 2-5 % en peso. Es conveniente que la composición contenga el extracto de algas en una cantidad de al menos el 1 % en peso, el 2 % en peso, el 3 % en peso, el 4 % en peso, el 5 % en peso, el 6 % en peso, el 7 % en peso, el 8 % en peso o el 9 % en peso. De manera adecuada, la composición puede incluir el extracto de algas marinas en una cantidad máxima del 10 % en peso, 9 % en peso, 8 % en peso, 7 % en peso, 6 % en peso, 5 % en peso, 4 % en peso, 3 % en peso o 2 % en peso. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición.

En algunas realizaciones, la composición baja en extracto de algas puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 70-95 % en peso, más particularmente del 80-95 % en peso. De manera adecuada, la composición puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad de al menos el 70 % en peso, el 75 % en peso, el 80 % en peso, el 85 % en peso o el 90 % en peso. De manera adecuada, la composición puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad de, como máximo, el 95 % en peso, el 90 % en peso, el 85 % en peso, el 80 % en peso o el 75 % en peso. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición.

En algunas realizaciones, la composición baja en extracto de algas puede comprender 2-20 % en peso de agua, incluso más particularmente 4-15 % en peso, todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición. La composición puede comprender agua en una cantidad de al menos el 2 % en peso, el 3 % en peso, el 4 % en peso, el 5 % en peso, el 6 % en peso, el 7 % en peso, el 8 % en peso, el 9 % en peso, el 10 % en peso, el 11 % en peso, el 12 % en peso, el 13 % en peso o el 14 % en peso. La composición puede contener agua en una cantidad máxima del 15 % en peso, 14 % en peso, 13 % en peso, 12 % en peso, 11 % en peso, 10 % en peso, 9 % en peso, 8 % en peso, 7 % en peso, 6 % en peso, 5 % en peso, 4 % en peso o 3 % en peso. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición.

En una realización específica de una composición baja en extracto de algas de acuerdo con la presente invención, la composición puede comprender carragenina kappa en una cantidad de 2-5 % en peso, metilcelulosa en una cantidad de 80-95 % en peso, agua en una cantidad de 4-15 % en peso. En una realización, la composición puede comprender además 1-5 % en peso de cloruro potásico. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición. En algunas realizaciones, los porcentajes en

peso de carragenina kappa, metilcelulosa, agua y opcionalmente cloruro de potasio pueden sumar hasta el 100 % en peso basado en el peso total de la composición.

En realizaciones alternativas que pueden denominarse, sólo a efectos de referencia en el presente documento, "composiciones con alto contenido de extracto de algas marinas", la composición puede comprender el extracto de algas marinas en una cantidad del 40-95 % en peso, convenientemente del 50-95 % en peso, más convenientemente del 60-90 % en peso. La composición puede comprender el extracto de algas en una cantidad de al menos el 40 % en peso, el 45 % en peso, el 50 % en peso, el 55 % en peso, el 60 % en peso, el 65 % en peso, el 70 % en peso, el 75 % en peso, el 80 % en peso, el 85 % en peso o el 90 % en peso. De forma adecuada, la composición puede incluir el extracto de algas en una cantidad máxima del 95 % en peso, 90 % en peso, 85 % en peso, 80 % en peso, 75 % en peso, 70 % en peso, 65 % en peso, 60 % en peso, 55 % en peso, 50 % en peso o 45 % en peso. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición.

En algunas realizaciones, la composición con alto contenido en extracto de algas puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 5-50 % en peso, más adecuadamente del 10-40 % en peso. De forma adecuada, la composición puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad de al menos el 5 % en peso, el 10 % en peso, el 15 % en peso, el 20 % en peso, el 25 % en peso, el 30 % en peso, el 35 % en peso, el 40 % en peso o el 45 % en peso. De manera adecuada, la composición puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad de, como máximo, el 50 % en peso, el 45 % en peso, el 40 % en peso, el 35 % en peso, el 30 % en peso, el 25 % en peso, el 20 % en peso, el 15 % en peso o el 10 % en peso. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición.

En algunas realizaciones, la composición con alto contenido de extracto de algas marinas puede comprender 1-20 % en peso de agua, incluso más particularmente 2-15 % en peso, todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición. La composición puede contener agua en una cantidad de al menos el 2 % en peso, el 3 % en peso, el 4 % en peso, el 5 % en peso, el 6 % en peso, el 7 % en peso, el 8 % en peso, el 9 % en peso, el 10 % en peso, el 11 % en peso, el 12 % en peso, el 13 % en peso o el 14 % en peso. La composición puede contener agua en una cantidad máxima del 15 % en peso, 14 % en peso, 13 % en peso, 12 % en peso, 11 % en peso, 10 % en peso, 9 % en peso, 8 % en peso, 7 % en peso, 6 % en peso, 5 % en peso, 4 % en peso o 3 % en peso. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición.

En una realización específica de una composición con alto contenido de extracto de algas marinas de acuerdo con la presente invención, la composición puede comprender carragenina kappa en una cantidad del 50-90 % en peso o, de forma adecuada, del 66-85 % en peso, metilcelulosa en una cantidad del 25-35 % en peso o, de forma adecuada, del 11-33 % en peso, agua en una cantidad del 4-25 % en peso o, de forma adecuada, del 2-11 % en peso. En algunas realizaciones, la composición puede comprender además 1-5 % en peso de cloruro potásico. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición. En algunas realizaciones, los porcentajes en peso de carragenina kappa, metilcelulosa, agua y, opcionalmente, cloruro de potasio, pueden sumar hasta un 100 % en peso basado en el peso total de la composición.

La composición de la presente invención es higroscópica, es decir, absorbe agua. Las composiciones con alto contenido en extracto de algas son más higroscópicas que las composiciones con bajo contenido en extracto de algas, aunque ambas absorben agua al menos en cierta medida. Sin querer estar limitado por la teoría, se considera que la biodegradabilidad excepcional, o hiper biodegradabilidad, de la composición de la presente invención se debe, al menos en parte, a su capacidad para absorber agua que, junto con los principales componentes de la composición que son una fuente de alimento natural, fomenta y facilita el crecimiento de microorganismos tales como bacterias u hongos en la composición que conducen a su biodegradación.

La composición de alto contenido en extracto de algas de la presente invención puede absorber cantidades significativas de agua sin perder su integridad ni gotear o partirse cuando se utiliza como recipiente para agua o líquidos a base de agua. La composición de alto contenido en extracto de algas de la presente invención puede absorber agua a temperaturas iguales o inferiores a unos 60 °C; por encima de esta temperatura, la composición de alto contenido en extracto de algas comienza a disolverse. Por ejemplo, el material puede absorber aproximadamente 10-13 gramos de agua por gramo de material, lo que produce un cambio de peso del material de aproximadamente 1.000 % a 1.300 % al exponerse al agua. La composición que ha absorbido el agua tiene una sensación al tacto similar a la silicona. La Figura 1A muestra el hinchamiento visual de una tira de material formada por la composición rica en extracto de algas marinas antes y después de sumergirla en agua durante 1 día, la figura 1B muestra el hinchamiento visual de una copa formada por la composición rica en extracto de algas marinas al exponerla al agua durante un periodo de 8 horas. Como puede observarse, el vaso, aunque absorbe el agua por contacto, mantiene suficiente integridad estructural para conservar su forma general y el agua en el vaso.

La propensión de la composición a absorber agua en contacto favorece el crecimiento de microorganismos y, por tanto, promueve una biodegradación rápida (<2 meses para la composición con alto contenido en extracto de algas) y significativa en contacto con el agua del aire [por ejemplo, humedad o precipitaciones] (entorno urbano tipo carretera), en el compost, en los flujos de residuos, o en las alcantarillas, el mar o los ríos. Además,

y sin querer atarse a la teoría, se postula que la capacidad del material para absorber agua de esta manera, y luego liberarla de nuevo por evaporación es un factor en su rápida degradación física debido a las tensiones creadas en el material a través de los ciclos de humectación y secado que conducen al colapso y la fragmentación de la estructura del material.

- 5 La composición de la presente invención también se desintegra y/o disuelve en fluidos del tracto digestivo. Como se muestra en la Figura 9, la composición de la presente invención se desintegra y/o disuelve en fluidos digestivos típicos de mamíferos, como sales biliares, solución de proteasa ácida, amilasa, saliva a temperatura ambiente. Por lo tanto, en vista de los componentes inocuos y seguros para los alimentos, se prevé que la  
10 composición no es peligrosa para el consumo humano y/o animal, es decir, el material es, en principio al menos, comestible. Como el extracto de algas marinas, en particular, las carrageninas y el agar, por ejemplo, son aditivos comunes en muchos productos alimenticios, es una característica de las composiciones de la presente invención que la composición sea segura para los alimentos. Se contempla que los productos formados a partir de la composición puedan ser consumidos por el usuario final. En vista de las propiedades sorprendentemente  
15 beneficiosas en la descomposición de la composición en fluidos digestivos, esto proporciona un medio de eliminación del material sin necesidad de un flujo de residuos especializado.

En las realizaciones con bajo contenido de extracto de algas, la composición puede ser soluble en agua líquida a una temperatura de 40 °C o menos, más particularmente 30 °C o menos, incluso más particularmente 25 °C o menos. El tiempo necesario para la disolución depende de la forma y del grosor del material. Por ejemplo, en  
20 el caso de un material en láminas con un espesor aproximado de 1 mm, se esperaría una disolución completa en 3 horas a temperatura ambiente con mezclado continuo.

En las realizaciones con alto contenido de extracto de algas, la composición puede ser soluble en agua a una temperatura de al menos 50 °C, más particularmente al menos 75 °C, incluso más particularmente al menos 85 °C. El tiempo necesario para la disolución depende de la forma y del grosor de la lámina de material, con  
25 un grosor de pared de aproximadamente 1 mm, se esperaría una disolución completa en 1 hora a 85 °C con mezclado continuo.

Mientras que la composición de la presente invención, o los productos formados a partir de ella, exhiben propiedades sorprendentemente beneficiosas en términos de biodegradabilidad en el medio ambiente o en agua, las composiciones, o los productos formados a partir de ellas, cuando se almacenan en condiciones de  
30 humedad relativa del 70 % o menos pueden exhibir una vida útil antes de su uso de hasta 3 años, más particularmente 2-3 años.

En otro aspecto, la invención se refiere a productos que comprenden o están formados por la composición biodegradable descrita anteriormente. En algunas realizaciones, el producto puede ser un artículo con forma, como una lámina o película, o el producto puede ser un artículo con forma tridimensional. De manera adecuada,  
35 el artículo con forma tridimensional puede tener forma general de placa o lámina plana, o de esfera o esferoide regular o irregular, cubo o cuboide, elipsoide, cilindro, cono, prisma, pirámide, o una combinación de los mismos. El producto puede ser un material de envasado. El material de envasado puede ser un recipiente o una parte del mismo. El envase o parte del mismo puede ser un vaso, una bandeja, un recipiente, una concha, una caja, una botella, un tubo o una tapa. El recipiente o parte del mismo puede ser material de envasado, en particular, material de envasado para productos perecederos como alimentos. Además de envases, la  
40 invención también se refiere a otros productos de consumo de un solo uso, como pajitas para beber, tazas, tubos para tampones y aplicadores de tampones, como las varillas de los bastoncillos de algodón, un plato o una bandeja para alimentos formada a partir de la composición descrita anteriormente. La sorprendente rigidez estructural de la y otras propiedades materiales de la composición la hacen especialmente adecuada para su uso en productos tridimensionales estructurales con paredes finas, como material de envasado y vasos.

45 En algunas realizaciones, el grosor del producto puede ser apropiado para el uso, por ejemplo, un tampón puede tener un grosor de 1 cm o más. De forma adecuada, los productos de la invención, cuando por ejemplo los productos son material de envasado o vasos biodegradables, pueden tener un grosor (distancia mínima entre dos superficies del producto) de 5 mm o menos. De forma adecuada, los productos pueden tener un grosor máximo de 4.5 mm, 4.0 mm, 3.5 mm, 3.0 mm, 2.5 mm, 2.0 mm, 1.5 mm, 1.0 mm, 0.5 mm, 0.4 mm,  
50 0.3 mm, 0.2 mm o 0.1 mm o menos. Los productos pueden tener un grosor de al menos 0.05 mm, 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm, 0.5 mm, 0.6 mm, 0.7 mm, 0.8 mm, 0.9 mm o 1.0 mm o más. Cada uno de estos grosores puede utilizarse en productos tridimensionales estructurales y soportan cargas.

En algunas realizaciones, y en los espesores arriba indicados, el material de envasado puede ser adecuado para el sellado térmico mediante técnicas estándar de la industria, como con humectación o vapor y/o presión.  
55 La composición con alto contenido de extracto de algas puede necesitar tanto vapor como presión, ya que el vapor fundiría la superficie del material y crearía una superficie adhesiva que permitiría que el material se adhiriera entre sí. Por otro lado, la composición con bajo contenido en extracto de algas sólo necesitaría agua fría y presión, ya que el material se reblandecería en agua fría para crear una superficie adhesiva en el material que permitiría que las superficies se adhirieran y moldearan contiguamente entre sí.

A diferencia de algunos plásticos biodegradables o bioplásticos del estado de la técnica, que tienen una rigidez estructural limitada y se utilizan generalmente como películas o láminas, por ejemplo recubrimientos para comprimidos farmacéuticos, la composición de la presente invención forma al moldearse y secarse posteriormente una estructura dura, rígida y autoportante con capacidad para soportar cargas y/o mantener bebidas con propiedades similares a las de los plásticos derivados del petróleo, como el PET o el poliestireno. Las propiedades rígidas y de alta resistencia a la tracción de la composición de la presente invención permiten utilizar el material para formar "envases estructurales", es decir, envases o productos que forman una estructura tridimensional que soporta cargas sin soporte exterior de estructuras, así como películas o láminas envueltas y soportadas por otras estructuras o productos. Sin querer estar limitado por la teoría, se considera que el extracto de alga marina, convenientemente carrageninas, en particular carragenina kappa, que proporciona las propiedades sorprendentemente beneficiosas en términos de estructura y soporte de carga a la composición.

La composición de la presente invención, o los productos formados a partir de la misma pueden aceptar medios impresos, por ejemplo tintas a base de agua o a base de aceite. La composición de la presente invención, y los productos formados a partir de la misma pueden moldearse adecuadamente para mostrar detalles en relieve presentes en el molde. La rigidez estructural de los productos, similar a la de los plásticos a base de petróleo, significa que cabría esperar que las formas de producto de la composición de la presente invención pudieran utilizarse en la maquinaria de impresión actual sin modificaciones.

Además, en algunas realizaciones, una ventaja particular de los productos formados a partir de la composición de la presente invención o que la comprenden es que pueden ser transparentes (permiten la etapa de la luz sin dispersión o absorción mínima) o al menos translúcidos (permiten la etapa de la luz con cierta dispersión o absorción). De forma adecuada, más del 30 % de la luz incidente puede transmitirse a través de la composición a un grosor estándar (distancia mínima entre dos superficies) de 0.5 mm sin dispersión ni pérdida. De manera adecuada, más del 35 %, 40 %, 45 %, 50 %, 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, 90 %, 95 % o 100 % de la luz incidente puede pasar a través del material sin dispersión o pérdida en un espesor estándar (distancia mínima entre dos superficies) de 0.5 mm. La medición de la transmitancia luminosa puede realizarse de acuerdo con la norma ASTM D1746.

La transparencia o translucidez proporciona un aspecto atractivo similar al plástico PET transparente o al bioplástico PLA. Sin querer estar limitado por la teoría, se considera que la adición del derivado de celulosa soluble en agua, por ejemplo metilcelulosa, actúa para reducir la viscosidad de la solución de extracto de algas marinas, convenientemente la solución de carragenina kappa, permitiendo una antiespumación más eficaz (eliminación de las burbujas de aire atrapadas) durante la fabricación. Esto mejora la transmisión de la luz a través del producto final seco y moldeado. También se considera que la adición del derivado de celulosa soluble en agua, por ejemplo metilcelulosa, también diluye la coloración natural de la solución de extracto de algas marinas, en su caso la solución de carragenina kappa, de modo que el producto moldeado seco es prácticamente incoloro, o sólo tiene una coloración menor que hace que el material no absorba o disperse una cantidad mínima de luz.

El extracto de algas como la carragenina kappa tiene una pigmentación amarilla/marrón. Aumentar el contenido de extracto de algas intensificaría la coloración amarilla/marrón del material final.

La translucidez de la composición de la invención, o de los productos formados a partir de ella, depende al menos en parte del grosor (distancia mínima entre dos superficies) del material formado. En algunas realizaciones, los productos de la invención que se espera que sean transparentes o translúcidos pueden tener un grosor (distancia mínima entre dos superficies del producto) de 5 mm o menos. De manera adecuada, los productos pueden tener un grosor máximo de 4.5 mm, 4.0 mm, 3.5 mm, 3.0 mm, 2.5 mm, 2.0 mm, 1.5 mm, 1.0 mm o 0.5 mm o menos. Convenientemente, los productos pueden tener un grosor de al menos 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm, 0.5 mm, 0.6 mm, 0.7 mm, 0.8 mm, 0.9 mm o 1.0 mm o más.

En las realizaciones en las que la composición, o los productos formados a partir de la misma, tienen un grosor superior a 5 mm, o convenientemente, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm o 10 mm, el producto puede ser sustancialmente opaco (es decir, prácticamente no puede pasar la luz). De este modo, el producto resultante puede tener un aspecto y un tacto similares a los del tereftalato de polietileno (PET) o el ácido poliláctico (PLA) opacos. En algunas realizaciones, para aumentar la opacidad de la composición, puede utilizarse un enfoque compuesto, añadiendo un agregado como serrín o fibra de papel, etc.

Los productos de la invención, por ejemplo los materiales de envasado, pueden presentar propiedades útiles de barrera al oxígeno. Esto puede significar que el material de envasado mantendrá los artículos contenidos frescos durante más tiempo y aumentará su vida útil.

Otra ventaja sorprendente de la presente invención es que los envases para alimentos fabricados a partir de la composición de la presente invención o que la contienen pueden prolongar la vida útil de los alimentos, especialmente los alimentos frescos, las verduras o los productos lácteos, como el queso, que contienen, en comparación con los plásticos tradicionales a base de petróleo como, por ejemplo, el tereftalato de polietileno (PET) o los bioplásticos como el PLA. La naturaleza higroscópica de la composición significa que cualquier

humedad ambiental en el interior del envase es absorbida y retenida por la composición, lo que significa que el entorno en el que se almacenan los alimentos se vuelve menos adecuado para el crecimiento de microorganismos que son típicamente responsables del crecimiento de moho y la descomposición. Esto, junto con las propiedades de barrera al oxígeno de la composición, retrasa la descomposición de los alimentos dentro del envase y, como resultado, alarga la vida útil de los alimentos.

En algunas realizaciones, la vida útil (definida como el periodo de tiempo durante el cual un artículo sigue siendo apto para el consumo o vendible) de los productos o bienes perecederos contenidos en un producto o unidades de mantenimiento de existencias estructurales (SKU) puede prolongarse al menos un 10 % a una temperatura determinada. De manera adecuada, la vida útil puede prolongarse al menos un 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 100 %, 200 %, 300 %, 400 %, 500 % o más.

Como se muestra mejor en las Figuras 10 a 12, la fruta blanda, específicamente fresas y frambuesas, y los productos lácteos, por ejemplo queso cheddar, mantenidos en envases hechos de la composición de la presente invención muestran una condensación reducida en las paredes del envase en comparación con envases anteriores hechos de PET. También se ha demostrado que disminuye la velocidad de descomposición de la fruta almacenada en el envase.

Como la composición está formada por materiales naturales que ya se encuentran comúnmente en productos alimenticios como espesantes o gelificantes, los productos de la invención son comestibles, es decir, no son tóxicos para los seres humanos y/o los animales por contacto o ingestión. La composición puede contener aromatizantes u otros componentes menores para mejorar la palatabilidad de los materiales. Esto, en consonancia con la evidencia de que la composición de la presente invención se disuelve o se desintegra en los fluidos del tracto digestivo, representa otro medio ecológico de eliminación de la composición.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método de preparación de una composición como la definida anteriormente, que comprende las etapas de:

(a) Poner en contacto un extracto de algas marinas con agua, u otro disolvente polar adecuado, para formar un hidrogel de extracto de algas marinas;

(b) Poner en contacto por separado un derivado de celulosa soluble en agua con agua, u otro disolvente polar adecuado, para formar una solución, o gel o suspensión, del derivado de celulosa;

(c) mezclar el hidrogel de extracto de algas marinas y la solución de derivado de celulosa para formar una mezcla;

(d) dejar secar la mezcla para formar la composición.

El extracto de algas marinas en la etapa (a) y/o el derivado de celulosa en la etapa (b) pueden ser como se definen en otra parte del presente documento.

Los disolventes polares adecuados en la etapa (a) o (b), aparte del agua, pueden ser cualquier disolvente polar que pueda formar hidrogeles adecuados con el extracto de algas marinas, o una solución, lechada o hidrogel adecuados con el derivado de celulosa soluble en agua. Es conveniente que el disolvente polar tenga un punto de ebullición que permita secar la formulación tras el moldeo. Es conveniente que el disolvente no sea peligroso ni perjudicial para el medio ambiente. En este contexto, los disolventes polares pueden incluir, entre otros, etanol, metanol, propanol, butanol, acetona, acetato de etilo y dimetilsulfóxido.

En algunas realizaciones, en la etapa (a) el extracto de algas marinas, convenientemente en forma de polvo, se mezcla, o se combina de otro modo, con agua fría para formar una pasta. A continuación, esta pasta se calienta, convenientemente mezclada, a una temperatura elevada. Al calentarse, se forma el hidrogel de extracto de algas. De forma adecuada, la temperatura elevada puede ser de 80 °C o más, más adecuadamente de 80-100 °C, incluso más adecuadamente de 90-100 °C. En algunas realizaciones, la pasta puede mantenerse a la temperatura elevada entre 20 minutos y 4 horas aproximadamente. De manera adecuada, el contacto se mantiene entre aproximadamente 1 hora y aproximadamente 3 horas. Lo más adecuado es que el contacto dure aproximadamente 2 horas.

En realizaciones, en la etapa (a) la concentración de extracto de algas marinas en el hidrogel de extracto de algas marinas puede ser 4-8 % p/v en el hidrogel de extracto de algas marinas, incluso más adecuadamente 6-7 % p/v, más adecuadamente 6.7 %. En algunas realizaciones, después de la etapa (a), se añade más agua u otro disolvente polar adecuado al hidrogel para conseguir la viscosidad deseada. Es conveniente que la consistencia del hidrogel de extracto de algas utilizado en la etapa (c) sea la de un gel líquido. La cantidad de agua puede estar comprendida entre el 100 % y el 300 % del volumen original de agua añadido en la etapa (a).

En realizaciones, en la etapa (b) la concentración de derivado de celulosa soluble en agua en la solución de derivado de celulosa soluble en agua puede estar entre 2-30 % en peso, más adecuadamente 5-20 % en peso, incluso más adecuadamente 13-18 % en peso, o más adecuadamente 13.6 % en peso. Es conveniente que la

consistencia de la solución de derivados de celulosa solubles en agua añadida en la etapa (c) sea la de un gel líquido.

En algunas realizaciones, la etapa (b) puede llevarse a cabo a una temperatura elevada. De manera adecuada, el contacto puede realizarse a una temperatura superior a 80 °C, más adecuadamente en el intervalo de 80 °C a 100 °C, incluso más adecuadamente de 90 a 100 °C.

Más particularmente, en realizaciones en las que el hidrogel de extracto de algas marinas se deja enfriar al final de la etapa (a), la etapa (c) puede comprender, antes de mezclar, la etapa de calentar la solución de extracto de algas marinas a una temperatura superior a 50 °C, más particularmente 70-100 °C, incluso más particularmente 80-90 °C. Esta etapa de calentamiento puede realizarse con agitación. Esta etapa de calentamiento puede realizarse con agitación, pero convenientemente no se requiere agitación durante el calentamiento.

En algunas realizaciones, la etapa (c) puede comprender la adición y/o el calentamiento de la solución de extracto de algas y la solución de derivado de celulosa soluble en agua a una temperatura superior a 50 °C, más adecuadamente de 70 °C a 100 °C, incluso más adecuadamente de 80 °C a 90 °C. De forma adecuada, el calentamiento en la etapa (c) se acompaña de mezclado. Es conveniente que la mezcla se realice sólo al comienzo del calentamiento. Esta mezcla puede realizarse por agitación. La mezcla puede durar entre 15 y 30 minutos. De forma adecuada, el calentamiento de la mezcla puede ser más largo que el periodo de mezclado. En algunas realizaciones, el calentamiento puede durar entre 3 y 8 horas aproximadamente. Más convenientemente, el calentamiento puede ser de aproximadamente 5 horas. Una vez finalizada la agitación, la mezcla puede calentarse de 4 a 6 horas sin mezclarse.

Poco después de mezclar el hidrogel de extracto de algas marinas y la solución de derivado de celulosa soluble en agua, puede producirse espuma debido a la formación de burbujas en la mezcla. La formación de espuma puede continuar durante el calentamiento en la etapa (c). La espuma puede eliminarse en cualquier momento durante o después del paso (c), y la eliminación de la espuma formada puede repetirse. De forma adecuada, la espuma se retira aproximadamente 5 horas después de finalizar la mezcla en la etapa (c). La eliminación de la espuma puede adelantarse o realizarse simultáneamente con la desgasificación de la mezcla. Dicha desgasificación puede comprender la agitación de la mezcla durante el calentamiento para favorecer la liberación de burbujas de la mezcla. Otras formas de desgasificación, como el tratamiento ultrasónico y la vibración, bajo presión atmosférica o bajo presión reducida (vacío), pueden utilizarse en lugar de o además y también se contemplan. De manera adecuada, la mezcla se desgasificará durante aproximadamente 2 horas a aproximadamente 8 horas. De forma adecuada, de aproximadamente 2 horas a aproximadamente 6 horas. Más convenientemente, la desgasificación se realiza durante aproximadamente 3 a aproximadamente 4 horas. Es conveniente que la desgasificación se produzca con calentamiento en la etapa (c).

La desgasificación de la mezcla en la etapa (c) permite eliminar las burbujas que, de permanecer en la mezcla, reducirían la transparencia/translucidez de la composición final o del producto formado a partir de ella.

Tras la desgasificación y antes del secado, la concentración de la mezcla puede ser adecuada para el secado directo o puede ajustarse en esta fase mediante la adición de agua u otro disolvente polar adecuado. La concentración final de los componentes al final de la etapa (c) puede estar en el intervalo de entre 4 y 8 % en peso, convenientemente 6 % en peso de extracto de algas, en el intervalo de entre 0.5 y 3 % en peso, convenientemente 2 % en peso de derivado de celulosa soluble en agua y en el intervalo de entre 80 % en peso y 95 % en peso de agua u otro disolvente polar adecuado. Todos los porcentajes en peso se basan en el peso total de la mezcla al final de la etapa (c).

Las mezclas que tienen una viscosidad más alta (antes de verse en el molde) dan como resultado (cuando se secan) productos más gruesos y estructurales, por ejemplo, material de envasado estructural, que se prefieren para la mayoría de las aplicaciones de este tipo. Si la mezcla preparada tiene una viscosidad menor (antes de verse en el molde), el producto resultante (secado), por ejemplo, la película de material de envasado, es generalmente más delgado.

En algunas realizaciones, el método puede comprender, en la etapa (a), (b) y/o (c), la etapa de añadir uno o más aditivos como se define en otra parte del presente documento. Los aditivos pueden ser colorantes o pigmentos. Éstos pueden dar color a la composición. Otros aditivos pueden ser una sal o glicerol como se ha descrito anteriormente. Convenientemente, la sal o el glicerol pueden añadirse a la mezcla producida en la etapa (c).

En otro aspecto, esta invención se refiere a un método de producción de un producto como se ha definido anteriormente. El método comprende las etapas (a)-(d) definidos anteriormente para formar la composición, y, entre las etapas (c) y (d), la etapa de formar la mezcla en una forma del producto.

La etapa de formación puede comprender el moldeo o la formación al vacío, aunque la formación al vacío generalmente sólo es adecuada para las composiciones con bajo contenido de extracto de algas marinas. De manera adecuada, el moldeo puede comprender fundición, moldeo por extrusión, moldeo por compresión,

moldeo por prensado, moldeo por inyección, moldeo rotacional o moldeo por deslizamiento. Lo más adecuado es el moldeo a presión.

La técnica de moldeo puede seleccionarse para que sea adecuada para la fabricación en masa, por ejemplo moldeo por inyección, moldeo por prensado o fundición. Una característica particular de la presente invención es que la composición después de la preparación es relativamente fluida y requiere enfriamiento y/o secado para formar un material con la rigidez estructural deseable para un producto dado. Si bien cualquier técnica de moldeo antes mencionada puede adaptarse para dar cabida a esto, el moldeo a presión y el moldeo por inyección han resultado ser particularmente beneficiosos, ya que la composición fluida puede depositarse dentro del molde hembra antes de la inserción de la parte macho del molde (o mandril), asegurando así una pared controlada y bien distribuida del espesor deseado del material para el producto dado.

El material se añade generalmente al molde por encima de la temperatura ambiente para mantener la fluidez de la mezcla. De manera adecuada, el material se añade al molde a una temperatura de aproximadamente 80 °C a 100 °C, o más adecuadamente de 85 °C a 95 °C. En algunas realizaciones, el material se añade al molde a aproximadamente 70 °C, 75 °C, 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C o 100 °C. Es conveniente que el material se añada al molde a aproximadamente 90 °C. Por debajo de 70 °C, el material puede solidificarse complicando o impidiendo un moldeo adecuado.

Cuando el hidrogel líquido se enfría y solidifica (después de un tiempo apropiado), el molde puede entonces separarse, y el material dejarse en al menos una de las partes macho o hembra del molde, convenientemente la parte macho del molde (o mandril) para exponer la composición solidificada a un ambiente de secado, y así promover el secado de la composición a través de la evaporación del disolvente, convenientemente agua, del gel solidificado. Este proceso de secado continuará típicamente hasta que la composición se haya vuelto adecuadamente rígida y autoportante (a través del proceso de secado) de manera que pueda desmoldearse, dando como resultado el producto acabado. En algunas realizaciones, el producto acabado tiene un aspecto y unas propiedades comparables al plástico PET y al bioplástico PLA. Además, al retener el gel solidificado en el molde macho o mandril durante el secado, se controla la contracción y se evita la deformación del producto acabado (Figura 2).

En las realizaciones en las que el material se enfría al menos parcialmente en el molde, la composición se enfría en el molde a temperatura ambiente. De manera adecuada, la composición puede enfriarse a una temperatura inferior a aproximadamente 40 °C, y superior a aproximadamente 0 °C. De manera adecuada, la composición puede enfriarse a una temperatura de aproximadamente, o exactamente, 30 °C, 25 °C, 20 °C, 15 °C, 10 °C, 5 °C.

En algunas realizaciones, la composición de la presente invención puede secarse a temperatura y presión ambiente. En realizaciones, la composición puede secarse en un entorno atmosférico controlado, por ejemplo, un entorno de baja humedad o un entorno en el que la humedad es inferior a la de la atmósfera ambiente, o bajo presión atmosférica reducida, o bajo luz ultravioleta (UV). Convenientemente, el medio de secado de la composición puede ser una estufa de vacío en la que se reduce el punto de ebullición del agua. Este método se utiliza a menudo para materiales sensibles al calor como la composición de la presente invención.

El uso de calor para favorecer aún más el secado puede aplicarse además de, o en lugar de, otros métodos de secado, incluidos los descritos anteriormente, aunque debe tenerse cuidado de no fundir la composición. En algunas realizaciones, la composición puede secarse a una temperatura inferior a 60 °C. De forma adecuada, la composición puede secarse a una temperatura comprendida entre 30 °C y 60 °C, o entre 30 °C y 50 °C, más adecuadamente a 40 °C. Convenientemente, la composición puede secarse a una temperatura de al menos 30 °C, 40 °C o 50 °C. De manera adecuada, la composición puede secarse a una temperatura de 60 °C, 50 °C, 40 °C o 30 °C como máximo. En entornos de secado a presión atmosférica reducida, como un horno de vacío, las temperaturas de calentamiento deseadas pueden reducirse en comparación con el secado en condiciones atmosféricas ambientales.

En otras realizaciones, o además de las realizaciones descritas anteriormente, la atmósfera sobre el molde que contiene la composición durante la etapa de secado puede tener una humedad relativa baja. Adecuadamente, la humedad relativa de la atmósfera sobre la composición puede ser aproximadamente del 70% o inferior. Adecuadamente, la humedad relativa de la atmósfera sobre el molde puede estar entre 50 % y 70 %. De forma adecuada, la humedad relativa de la atmósfera sobre el molde puede ser aproximadamente del 60 %, 55 %, 50 %, 45 %, 40 % o inferior.

En otras realizaciones, o además de las realizaciones descritas anteriormente, la atmósfera sobre el molde que contiene la composición durante la etapa de secado puede estar a una presión inferior a la presión atmosférica ambiente. De manera adecuada, la presión de la atmósfera sobre el molde durante la etapa de secado puede ser de 7 a 14 psi. Como máximo, la presión es de 14 psi, 13 psi, 12 psi, 11 psi, 10 psi, 9 psi, 8 psi, 7 psi o inferior. Es conveniente que la presión sea como mínimo de 1 psi, 2 psi, 3 psi, 4 psi, 5 psi, 6 psi, 7 psi o superior.

El secado puede realizarse, por ejemplo, a temperatura ambiente, en un deshumidificador (máx. 60 °C) y/o en un horno de vacío (máx. 60 °C).

Como se muestra mejor en la Figura 3, en algunas realizaciones, los productos pueden reelaborarse a partir de una lámina de la composición de espesor adecuado. La reelaboración puede comprender, en primer lugar, la formación de una lámina de la composición de la presente invención, por ejemplo, vertiendo o depositando la mezcla derivada del paso (c) anterior sobre una superficie plana y, a continuación, enfriando y secando la composición de forma similar a la descrita anteriormente en el contexto del moldeo a presión. En algunas realizaciones, la lámina se fija a la superficie plana, convenientemente mediante un peso adecuado, por ejemplo una placa, para evitar la contracción o deformación durante el secado. A continuación, la lámina formada con la composición puede vaporizarse y/o calentarse en presencia de agua, por ejemplo, introduciéndola en agua caliente (por encima de 80 °C) durante un tiempo adecuado, por ejemplo, 5 segundos, y luego volver a moldearse con la forma deseada. La reelaboración puede realizarse mediante un proceso de envoltura y posterior sujeción de la lámina a los contornos de un molde adecuado. Una vez que la composición se ha enfriado y/o secado lo suficiente para formar el producto, puede retirarse el molde. La reelaboración puede realizarse mediante conformado al vacío, aplicando vacío a la lámina de forma que se estire firmemente sobre un molde adecuado. Para la reelaboración, la lámina puede tener un espesor adecuado antes de la reelaboración (es decir, en su dimensión más corta) de 0.01 mm a 5 mm, más particularmente de 0.01 mm a 1 mm, incluso más particularmente de 0.05 mm a 0.5 mm.

En otro aspecto, la invención también se refiere a un método de disolución, degradación, biodegradación o descomposición segura de la composición o producto de los aspectos anteriores de la presente invención descritos anteriormente. Además de la capacidad del material para biodegradarse rápidamente (en menos de 4-6 meses) en una serie de entornos, tanto naturales como artificiales, como las instalaciones industriales de compostaje, la opción de disolver la composición en agua puede ser importante para la gestión de los flujos de residuos. Esto es especialmente importante en el caso de la composición baja en algas, que tiene una mayor solubilidad en agua que la composición alta en algas.

Específicamente, la capacidad de la composición para disolverse fácilmente en agua puede ser ventajosa para ayudar a evitar que el producto-composición contamine los flujos de residuos de reciclaje de plástico si el consumidor lo desecha erróneamente en un contenedor de reciclaje (la composición está destinada a flujos de residuos de compostaje), facilitando su separación en el punto en el que los plásticos reciclables se sumergen en líquido y se lavan antes de su procesamiento.

En las realizaciones con bajo contenido en extracto de algas de la composición, o de los productos derivados de la misma, el método de disolución de la composición o de los productos comprende la etapa de contacto de la composición o del producto con agua líquida a una temperatura de 40 °C o menos, más particularmente de 30 °C o menos, incluso más particularmente de 25 °C o menos. En esta realización del método, la composición puede comprender el extracto de algas en una cantidad del 1-10 % en peso, más particularmente del 2-5 % en peso. En particular, la composición puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 70-95 % en peso, más particularmente del 80-95 % en peso. Más particularmente, la composición puede comprender 2-20 % en peso de agua, incluso más particularmente 4-15 % en peso. Es conveniente que la composición se ponga en contacto con el agua líquida a una temperatura de 30 °C durante 15 a 30 minutos con agitación continua para efectuar la disolución.

En las realizaciones con alto contenido de extracto de algas de la composición, o productos derivados de la misma, el método de disolución de la composición o producto comprende la etapa de contacto de la composición o producto con agua líquida a una temperatura de al menos 50 °C, más particularmente al menos 70 °C, incluso más particularmente al menos 85 °C. En este método, la composición puede comprender el extracto de algas marinas en una cantidad del 40-90 % en peso, más particularmente del 60-90 % en peso. En particular, la composición puede comprender el derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 5-50 % en peso, más particularmente del 10-40 % en peso. Más particularmente, la composición puede comprender 1-20 % en peso de agua, incluso más particularmente 2-15 % en peso. Es conveniente que la composición se ponga en contacto con el agua a una temperatura de 90 °C durante 30 minutos a 1 hora con agitación continua para efectuar la disolución.

La capacidad de disolver la composición de la presente invención, o los productos derivados de la misma, en componentes inocuos, seguros para los alimentos y solubles en agua tiene la ventaja de proporcionar un flujo de eliminación de residuos sencillo y fiable. La composición y/o los productos se biodegradarán completa y rápidamente en el medio ambiente si fuera necesario. El método anterior proporciona un medio de eliminación fácil de la composición o los productos cuando se eliminan a través de un flujo de residuos gestionado adecuado. La capacidad de la composición para disolverse en agua en función de su temperatura permite la selección de una composición particular para un uso determinado, en función del medio ambiente, la escala de tiempo prevista y el flujo de residuos previsto para ese uso.

## Ejemplos

**Ejemplo 1 - Método específico para la preparación de una composición de acuerdo con la presente invención**

La carragenina Kappa en polvo (32.5 g) se añadió a 510 g de agua (20 °C) y se mezcló durante 5 minutos. La pasta resultante se calentó hasta 80 °C colocándola en un baño de agua caliente (80 °C). A medida que la mezcla aumentaba de temperatura y alcanzaba los 80 °C se convertía en un gel líquido (hidrogel). La mezcla se mantuvo a 80 °C durante 1 hora.

En un recipiente separado se añadió metilcelulosa (MC, 6.5 g) a 40 g de agua caliente (80 °C) antes de mezclar durante un breve periodo de tiempo (aprox. 10 segundos) para formar un gel líquido.

A continuación, se añadió el gel MC caliente al gel de carragenina Kappa caliente. A continuación, se añadió cloruro de potasio (1.3 g) a la mezcla combinada antes de agitar durante 20 minutos. La mezcla preparada se dejó en el baño de agua caliente (80 °C) durante 7 horas. Después de 7 horas, la mezcla tenía el aspecto de un gel líquido y se había formado espuma en la superficie de la mezcla. La espuma se recogió y se retiró de la mezcla de hidrogel.

Se fabricó un envase vertiendo la solución preparada a 80 °C en moldes hembra. A continuación, los moldes macho se introdujeron a presión en los moldes hembra (es decir, moldeado a presión) y se dejó enfriar la solución a 25 °C, tras lo cual se solidificó el hidrogel. A continuación se separó el molde y el gel solidificado, adherido a la parte macho del molde, se dejó secar a 60 °C a presión y humedad ambiente hasta que se secó completamente (aproximadamente 8 horas). La composición final tenía un acabado seco y semitransparente.

El envase resultante comprendía 71.3 % de Carragenina Kappa, 10 % de agua, 14.3 % de Metilcelulosa y 3 % de Cloruro de Potasio (contenido en peso, basado en el peso total de la composición).

Los porcentajes relativos en peso se calcularon basándose en un contenido de agua determinado por comparación del peso del gel solidificado antes del moldeo y el peso final del producto. Se supone que no hubo pérdida de masa material de MC, CK y cloruro de potasio durante la preparación, ni pérdida de agua durante la preparación antes del secado.

El envase resultante era totalmente biodegradable, comestible y se disolvía en agua caliente a 80 °C o más.

**Ejemplo 2 - Método específico para la preparación de una composición de acuerdo con la presente invención**

La carragenina Kappa en polvo (21.6 g) se añadió a 340 g de agua (10 °C) y se mezcló durante 15 segundos. La pasta resultante se calentó a 90 °C colocándola en un baño de agua caliente (90 °C) durante 1 hora. La solución aumentó su viscosidad y se convirtió en un gel líquido.

En un recipiente separado se añadió metilcelulosa (MC, 4 g) a 22 g de agua caliente (90 °C) y se mezcló durante un corto periodo de tiempo (aprox. 5 segundos) para formar un gel líquido.

A continuación, se añadió el gel MC caliente al gel de carragenina Kappa caliente. La mezcla se agitó durante 15 minutos y luego se dejó en el baño de agua caliente (90 °C) durante 4 horas. Después de 4 horas, la mezcla tenía el aspecto de un gel líquido y se había formado espuma en la superficie de la mezcla. La espuma se recogió y se retiró de la mezcla de hidrogel.

Se fabricó un envase vertiendo la solución preparada a 90 °C en moldes hembra. A continuación, los moldes macho se introdujeron a presión en los moldes hembra (es decir, moldeado a presión) y se dejó enfriar la solución a 30 °C, tras lo cual el material se solidificó. A continuación, se separó el molde y la solución de gel solidificada, aún adherida al molde macho, se dejó secar a 50 °C a presión y humedad ambiente durante 10 horas. El material secado tenía un acabado seco y semitransparente.

El envase resultante comprendía 80 % de Carragenina Kappa, 5 % de agua y 15 % de Metilcelulosa (contenido en peso, basado en el peso total de la composición).

Los porcentajes relativos en peso se calcularon a partir de un contenido de agua determinado por comparación del peso del gel solidificado antes del moldeo y el peso final del producto.

Se asume que no hubo pérdida de masa material del MC y CK a través de la preparación, o pérdida de agua durante la preparación antes del secado.

El envase resultante era totalmente biodegradable, comestible y se disolvía en agua caliente a 100 °C durante 1 hora.

**Ejemplo 3 - Método específico para la preparación de una composición de acuerdo con la presente invención**

Se añadió metilcelulosa en polvo (MC, 30 g) a 100 ml de agua caliente (80 °C) y se mezcló durante un breve periodo de tiempo (aproximadamente 15 segundos) para formar un gel líquido. La solución resultante se colocó en un baño de agua caliente (80 °C).

5 En un recipiente separado se añadió Carragenina Kappa en polvo (2 g) a 25 g de agua fría (20 °C) y se mezcló durante 15 segundos. A continuación, la pasta resultante se calentó a 80 °C en un baño de agua y se añadió al gel MC. La mezcla resultante se mezcló bien durante 15 minutos y se dejó en el baño de agua caliente a 80 °C durante 4 horas, tras lo cual se formó un gel líquido (hidrogel). Las espumas y burbujas que se producen durante el proceso de calentamiento se eliminaron de la superficie de la mezcla.

10 Se fabricó un envase vertiendo la solución preparada a 80 °C en moldes hembra. A continuación, los moldes macho se introdujeron a presión en los moldes hembra (es decir, moldeado a presión) y se dejó enfriar la solución a 10 °C hasta que se solidificó. Los moldes hembra se separaron y la solución de gel solidificada adherida al molde macho se dejó secar a 50 °C durante 10 horas. El material secado tenía un acabado seco y transparente como el PLA semitransparente.

15 El envase resultante contenía 84 % de Metilcelulosa, 10 % de agua y 5.6 % de Carragenina Kappa (contenido en peso, basado en el peso total de la composición).

Los porcentajes relativos en peso se calcularon basándose en un contenido de agua determinado por comparación del peso del gel solidificado antes del moldeo y el peso final del producto. Se supone que no hubo pérdida de masa material de MC y CK durante la preparación, ni pérdida de agua durante la preparación antes del secado.

20 El envase resultante era totalmente biodegradable, comestible y se disolvía en agua fría a 30 °C durante 1 hora con mezcla continua.

#### **Ejemplo 4 - Método específico para la preparación de una composición de acuerdo con la presente invención**

25 Se añadió metilcelulosa en polvo (MC, 35 g) a 100 ml de agua caliente (90 °C) y se mezcló durante un breve periodo de tiempo (aproximadamente 5 segundos). El gel resultante se colocó en un baño de agua caliente (90 °C).

30 En un recipiente separado se añadió Carragenina Kappa en polvo (1 gramo) a 25 ml de agua fría (10 °C) y se mezcló durante un corto periodo de tiempo (aprox. 10 segundos). La pasta resultante se calentó a 90 °C en un baño de agua y después se añadió a la solución de MC. A continuación, se añadió cloruro potásico (1 g) a la solución. La mezcla resultante se mezcló bien durante 10 minutos y se dejó en el baño de agua caliente a 90 °C durante 4 horas, tras lo cual se formó un gel líquido (hidrogel).

35 Se fabricó un recipiente de envasado vertiendo el hidrogel preparado a 90 °C en moldes hembra. A continuación, los moldes macho se introdujeron a presión en los moldes hembra (es decir, moldeado a presión) y se dejó enfriar la solución a 10 °C hasta que se solidificó. Se separó el molde y la solución de gel solidificada adherida al molde macho se dejó secar a temperatura ambiente durante dos días. El material secado tenía un acabado seco y transparente como el PET semitranslúcido.

La composición resultante era totalmente biodegradable, comestible y se disolvía en agua fría a 30 °C durante 30 minutos con mezcla continua.

40 El envase resultante comprendía 85 % de Metilcelulosa, 10 % de agua, 2.5 % de Carragenina Kappa y 2.5 % de Cloruro de Potasio (contenido en peso, basado en el peso total de la composición).

Los porcentajes relativos en peso se calcularon basándose en un contenido de agua determinado por comparación del peso del gel solidificado antes del moldeo y el peso final del producto después del secado. Se supone que no hubo pérdida de masa material del MC, CK y cloruro de potasio a través de la preparación, ni pérdida de agua durante la preparación antes del secado.

#### **45 Ejemplo 5 - Método general para la preparación de composiciones de acuerdo con la presente invención**

La carragenina Kappa en polvo (32.4 gramos) se añadió a 510 g de agua (25 °C). El gel resultante se cargó en una caldera doble y se calentó entre 90 °C y 100 °C durante 2 horas.

50 En un recipiente separado se añadió metilcelulosa (MC, 4 g) a 22.2 ml de agua caliente (95 °C) y se agitó durante un corto periodo de tiempo (aprox. 10 segundos). A continuación, el gel resultante se añadió al hidrogel CK en la caldera doble y se mezcló durante 15 minutos. El calentamiento continuó durante 6 horas, durante las cuales la mezcla se desgasificó gradualmente por la acción del calor. Tras retirar la espuma formada, la mezcla estaba lista para el moldeo.

La formulación final aproximada de la composición fue de 5.7 % en peso de Carragenina Kappa, 0.6 % en peso de metilcelulosa y 93.7 % en peso de agua (contenido en peso, basado en el peso total de la composición).

- 5 Se fabricó un envase dosificando el material caliente en un molde de prensa (hembra) antes del montaje completo del molde. La mezcla en el molde se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 15-20 minutos. Antes se desmoldó la parte hembra del molde para exponer el material en la parte macho del molde para su secado. Como se muestra en la figura 2, el material debe dejarse en el molde para que el producto evite una contracción excesiva y conserve su forma al secarse.

- 10 El secado del producto se realizó en dos etapas. En la etapa 1 se secó en atmósfera ambiente a 60 °C durante 8 a 12 horas. La etapa 2, que siguió a la etapa 1, secó el producto a 50 °C durante un máximo de 6 horas. El producto permaneció en la parte macho del molde durante todo el secado.

A continuación, se recortó el producto y se liberó de la parte macho del molde antes de limpiarlo con etanol para obtener el vaso acabada.

El envase resultante comprendía 80 % de Carragenina Kappa, 10 % de Metilcelulosa y 10 % de agua (contenido en peso, basado en el peso total de la composición).

- 15 Los porcentajes relativos en peso se calcularon basándose en un contenido de agua determinado por comparación del peso del gel solidificado antes del moldeo y el peso final del producto. Se supone que no hubo pérdida de masa material de MC, CK y cloruro potásico durante la preparación, ni pérdida de agua durante la preparación antes del secado.

#### **Ejemplo 6 - Preparación de las composiciones ejemplificadas**

- 20 Las composiciones 2 a 10 y 12 a 13 de acuerdo con la presente invención se prepararon de acuerdo con el método general del Ejemplo 5, sustituyendo y/o adaptando las proporciones de los componentes según proceda.

- 25 Las composiciones comparativas 1 y 11 que no están de acuerdo con la invención también se prepararon de acuerdo con el método general del Ejemplo 5, sustituyendo y/o adaptando las proporciones de los componentes según proceda.

En la Tabla 1 se proporciona un resumen de las Composiciones 1 a 13:

| Composición | Extracto de algas (Extracto de algas/agua (g) = 32.4/510) | MC/agua (g) | Materia seca (% en peso de la composición total) Extracto de algas/MC/agua |
|-------------|-----------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1           | Carragenina Kappa                                         | -           | 90/0/10                                                                    |
| 2           | Carragenina Kappa                                         | 4/22.2      | 80/10/10                                                                   |
| 3           | Carragenina Kappa                                         | 6.5/40      | 74.8/15.2                                                                  |
| 4           | Carragenina Kappa                                         | 7/43        | 74.1/15.9/10                                                               |
| 5           | Carragenina Kappa                                         | 9/55.3      | 70.5/19.5                                                                  |
| 6           | Carragenina Kappa                                         | 10/61.5     | 68.8/21.2/10                                                               |
| 7           | Carragenina Kappa                                         | 12/74       | 65.7/24.3/10                                                               |
| 8           | Carragenina Kappa                                         | 13/80       | 64.3/25.7/10                                                               |
| 9           | Carragenina Kappa                                         | 15/92       | 61.8/28.2/10                                                               |
| 10          | Carragenina Kappa                                         | 16.2/100    | 60/30/10                                                                   |
| 11          | Carragenina Kappa                                         | 32.4/199.3  | 45/45/10                                                                   |
| 12          | Agar                                                      | 6.5/40      | 75/15/10                                                                   |
| 13          | Carragenina Iota                                          | 6.5/40      | 75/15/10                                                                   |

Tabla 1

#### **Ejemplo 7 - Aspecto visual de las composiciones**

El aspecto visual de las composiciones ejemplificadas del Ejemplo 6 se probó utilizando el método siguiente.

Se colocó un medidor de luz (Urceri MT-912) dentro de una caja de luz (Heorryn 40/40/40 cm). El sensor del medidor de luz se cubrió por completo con una muestra de material de cada composición con un grosor estándar de 0.3 mm, antes de tomar una lectura de luz y registrarla para cada muestra en lux.

- 5 Los resultados se muestran en la Tabla 2 y en la Figura 14:

| Aspecto visual de las composiciones |                            |               |          |                           |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|---------------------------|
| Composición                         | Transmisión luminosa (Lux) | Pigmentación  | Claridad | Homogeneidad del material |
| 1                                   | 794                        | Moderado      | Moderado | Liso/Uniforme             |
| 2                                   | 794.5                      | Bajo-Moderado | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 3                                   | 825                        | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 4                                   | 800                        | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 5                                   | 794.7                      | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 6                                   | 794                        | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 7                                   | 793.5                      | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 8                                   | 784.8                      | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 9                                   | 780.5                      | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 10                                  | 776.8                      | Bajo          | Alta     | Liso/Uniforme             |
| 11                                  | 751.1                      | Moderado      | Moderado | Áspero/Variado            |
| 12                                  | 496.8                      | Alta          | Bajo     | Escamoso/Variado          |
| 13                                  | 500                        | Moderado      | Bajo     | Escamoso/Variado          |

Tabla 2

Cada una de las composiciones 1 a 13 permitía cierto grado de transmisión de luz, es decir, eran translúcidas. Las composiciones 1 a 11 que comprenden los extractos de algas carragenina kappa tenían altos niveles de transmisión de luz.

- 10 Las composiciones 2 a 10 que comprenden carragenina kappa y metilcelulosa tuvieron bajos niveles de pigmentación. La Composición 1 que comprende carragenina kappa sola, y las Composiciones 11 (con mayor cantidad de MC) 12 a 13 que comprenden las mismas cantidades de metilcelulosa y los extractos de algas marinas agar o carragenina iota tuvieron niveles de pigmentación moderados o altos.

- 15 Las composiciones 1 a 10 tenían una homogeneidad lisa y uniforme, mientras que la composición 11, que contenía igual cantidad de metilcelulosa y carragenina kappa, y las composiciones 12 y 13, que contenían extractos de algas marinas agar o carragenina iota con baja cantidad de MC, tenían una homogeneidad áspera o escamosa y variada.

De lo anterior se desprende que el aspecto visual de las composiciones fue mejor para las composiciones que comprenden carragenina kappa y metilcelulosa en proporciones relativas de acuerdo con la presente invención.

- 20 La Figura 14 muestra claramente que la pigmentación de la composición 4 (B) es significativamente menor que, por orden, la composición 11 (C), la composición 1 (A) y la composición 12 (D).

#### Ejemplo 8 - Variación del aspecto visual con el grosor

La variación del aspecto visual con el espesor de la composición se midió para la Composición 4 (Ejemplo 6) de acuerdo con el método siguiente:

- 25 Se colocó un medidor de luz (Urceri MT-912) dentro de una caja de luz (Heorryn 40/40/40 cm). El sensor del medidor de luz se cubrió por completo con una muestra de material de cada grosor, antes de tomar una lectura de luz y registrarla para cada muestra en lux.

Los resultados se presentan en la Tabla 3:

| Aspecto visual de la composición 4 a distintos grosores |                            |              |          |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|----------|
| Espesor (mm)                                            | Transmisión luminosa (Lux) | Pigmentación | Claridad |
| 0.1                                                     | 940.7                      | Muy bajo     | Muy alta |
| 0.2                                                     | 880.4                      | Bajo         | Alta     |
| 0.3                                                     | 800                        | Bajo         | Alta     |
| 0.5                                                     | 754.3                      | Moderado     | Moderado |

Tabla 3

Como era de esperar, la transmisión de la luz disminuye uniformemente con el aumento del espesor. Además, la pigmentación y la claridad disminuyen con el aumento del espesor. No obstante, incluso en el espesor más elevado de 0.5 mm, el material de la composición 4 proporciona un aspecto visual excepcional similar al de los plásticos transparentes a base de petróleo, como el PET, o los bioplásticos, como el PLA.

#### Ejemplo 9 - Absorción de agua

Las propiedades de absorción de agua de las composiciones ejemplificadas del Ejemplo 6 se probaron utilizando el siguiente método.

Se prepararon muestras de material de cada composición con dimensiones uniformes de 5 mm/90 mm/0.3 mm para formar tiras con un peso aproximado de 0.3 g cada una. Cada tira se pesó (Pocket Scale, Modelo: PS - 200B) antes de sumergirla completamente en un vaso de precipitados con 250 ml de agua del grifo a temperatura ambiente durante 24 horas. A continuación, se sacó cada tira de su vaso de precipitados y se eliminó el agua residual de la superficie de cada tira. A continuación, se registró el peso de cada tira y se calculó el cambio porcentual de peso.

Los resultados se muestran en la Tabla 4:

| Absorción de agua por composiciones |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Composición                         | Cambio de peso |
| 1                                   | 1380 %         |
| 2                                   | 1300 %         |
| 3                                   | 1280 %         |
| 4                                   | 1250 %         |
| 5                                   | 1200 %         |
| 6                                   | 1190 %         |
| 7                                   | 1150 %         |
| 8                                   | 1090 %         |
| 9                                   | 1015 %         |
| 10                                  | 1000 %         |
| 11                                  | 925 %          |
| 12                                  | 350 %          |
| 13                                  | 410 %          |

Tabla 4

Cada una de las Composiciones 1 a 11 muestra altos niveles de absorción de agua. Los resultados muestran una tendencia general a una mejor absorción de agua con el aumento del contenido de algas, cuando el extracto de algas es carragenina kappa. Las Composiciones 12 y 13 que comprenden los extractos de alga marina agar y carragenina iota respectivamente mostraron un menor grado de absorción de agua que aquellas composiciones que comprenden carragenina kappa.

Como la absorción de agua está vinculada a una mejor biodegradabilidad y a una mayor vida útil, se esperaría que el rendimiento de biodegradabilidad y de mayor vida útil disminuyera de la Composición 1 a la Composición 13.

#### Ejemplo 10 - Moldeabilidad

- 5 La capacidad de moldear las composiciones ejemplificadas del Ejemplo 6 se probó utilizando el método siguiente.

10 Las composiciones se formaron en un molde a presión que comprendía componentes macho y hembra. Al retirar una parte del molde, se pudieron observar las propiedades adhesivas de cada composición en estado gel antes del secado. Se registró cómo las diferentes composiciones se adherían al molde en menor o mayor grado.

Los resultados se muestran en la Tabla 5 y en la Figura 15:

| Moldeabilidad de las composiciones                                                                     |           |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|
| Composición                                                                                            | Moldeable | Adherencia al molde |
| 1                                                                                                      | +++       | Baja                |
| 2                                                                                                      | +++       | Baja                |
| 3                                                                                                      | +++       | Baja                |
| 4                                                                                                      | +++       | Baja                |
| 5                                                                                                      | +++       | Baja                |
| 6                                                                                                      | ++        | Baja/Moderada       |
| 7                                                                                                      | ++        | Moderada            |
| 8                                                                                                      | ++        | Moderada            |
| 9                                                                                                      | ++        | Moderado            |
| 10                                                                                                     | +         | Alta                |
| 11                                                                                                     | +         | Muy alta            |
| 12                                                                                                     | +         | Muy alta            |
| 13                                                                                                     | +         | Muy alta            |
| +++ = muy moldeable, fluye fácilmente en el molde; estable al solidificarse                            |           |                     |
| ++ = moldeable, experimentó pequeñas dificultades al depositarse en el molde o al solidificarse        |           |                     |
| + = moldeable, experimentó dificultades más importantes al depositarse en el molde, o al solidificarse |           |                     |

Tabla 5

Las composiciones que se adhieren al molde dificultan el llenado uniforme del mismo. Además, los productos moldeados tienden a dañarse al desprenderse una parte del molde que se adhiere al material.

- 15 Las composiciones 1 a 11 que comprenden carragenina kappa demostraron todas una moldeabilidad aceptable, aunque se observó adherencia al molde con las composiciones de mayor MC, la composición 11 en particular.

20 Las composiciones 12 y 13 que comprenden agar y carragenina iota respectivamente tuvieron menor viscosidad que las composiciones de carragenina kappa con la misma cantidad de mezcla de metilcelulosa, y como resultado necesitaron más tiempo para formar un gel sólido antes de retirar el molde para secado. La composición 13 (carragenina iota) no formó un gel sólido y la superficie era muy pegajosa, por lo que tenía una gran adherencia al molde. La composición 12 (agar) formó un gel sólido, pero la superficie se partió durante el secado.

- 25 La Figura 15 muestra una copa formada a partir de (A) Composición 4 (carragenina kappa); (B) Composición 12 (carragenina iota); y (C) Composición 13 (agar). Puede verse claramente que todas las composiciones

pueden moldearse para formar estructuras rígidas y soportan cargas. La copa formada a partir de carragenina kappa (A) presenta claramente menos defectos de moldeo que las copas formadas a partir de agar (B), que muestra una división al secarse, o de carragenina iota (C), que muestra inestabilidad al solidificarse, lo que lleva a un borde superior ondulado.

## 5 Ejemplo 11 - Resistencia a la rotura de las composiciones

La resistencia a la rotura de las composiciones ejemplificadas del Ejemplo 6 se probó utilizando el siguiente método.

- 10 Se prepararon muestras de material de cada composición en dimensiones uniformes 5 mm/90 mm/0.3 mm para formar tiras. En sus lados cortos, las tiras se sujetaron con abrazaderas, cubriendo cada extremo: una abrazadera anclada y estática; la otra sujeta a un peso variable, colocando así la tira bajo tensión. Utilizando esta configuración, y aumentando progresivamente la tensión de tracción en cada tira, se registró la carga que soportaba cada tira antes de fallar.

Los resultados se muestran en la Tabla 6:

| Resistencia a la rotura de las composiciones (esfuerzo de tracción) |                                    |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Composición                                                         | Carga máx. antes de la rotura (kg) |
| 1                                                                   | 6                                  |
| 2                                                                   | 6                                  |
| 3                                                                   | 5.8                                |
| 4                                                                   | 5.7                                |
| 5                                                                   | 5.7                                |
| 6                                                                   | 5.5                                |
| 7                                                                   | 5.4                                |
| 8                                                                   | 5.4                                |
| 9                                                                   | 5.5                                |
| 10                                                                  | 5.2                                |
| 11                                                                  | 4.9                                |
| 12                                                                  | 3.7                                |
| 13                                                                  | 4                                  |

Tabla 6

- 15 Los resultados muestran que todas las composiciones (1 a 13) demostraron buena resistencia a la ruptura. Las composiciones 1 a 11 que comprenden carragenina kappa parecieron mostrar mejor resistencia a la rotura que aquellas composiciones que comprenden agar (Composición 12) o carragenina iota (Composición 13).

- 20 La resistencia a la rotura es una medida sustitutiva de la resistencia a la tracción de un material y, como tal, proporciona una medida de la capacidad de una composición para formar productos de paredes finas que sean rígidos y tengan buenas propiedades de soporte de carga.

## Ejemplo 12 - Reelaboración de las composiciones

- 25 Pueden formarse láminas de la composición de la presente invención vertiendo la composición líquida preparada del Ejemplo 6 en una bandeja plana poco profunda adecuada y secando de manera similar al producto del Ejemplo 6. En el caso de los productos en láminas, es necesario fijar la composición refrigerante a la superficie sobre la que descansa, por ejemplo mediante una placa lastrada situada encima, para evitar deformaciones y/o encogimientos.

Como se muestra mejor en la Figura 3, la composición en forma de lámina puede reelaborarse después del secado para formar productos. En particular, la composición seca se vuelve maleable cuando se expone al calor, la humedad y/o la presión y puede moldearse y/o adherirse a sí misma o a un moldeador o plantilla

adecuados. Una vez eliminado el calor, la humedad y/o la presión, el producto puede retirarse del molde o plantilla.

### **Ejemplo 13 - Ejemplo de biodegradación de la composición**

Como se muestra en las Figuras 4 a 6 y 13, la composición de la presente invención se biodegrada rápidamente en una serie de condiciones ambientales. El proceso de biodegradación está bien avanzado en compost casero después de dos meses (Figura 4), sumergido en agua de mar en 4 semanas (Figura 5) al aire libre en 4 semanas (Figura 6). Como se muestra en la Figura 13, la degradación en condiciones anaeróbicas es mucho menor debido a la menor capacidad de algunos microorganismos para actuar sobre el material, sin embargo, es visible una clara actividad biológica que parece estar descomponiendo la composición.

### **Ejemplo 14 - Alargamiento de la vida útil**

Como se muestra en las Figuras 10 a 12, los productos alimenticios perecederos almacenados en envases o unidades estructurales de mantenimiento de existencias (SKU) fabricados con la composición de la presente invención muestran un alargamiento significativo de la vida útil.

La Figura 10 muestra un ejemplo comparativo del almacenamiento de fruta blanda (fresas) en condiciones ambientales no refrigeradas, en material de envasado formado por la composición de la presente invención (línea inferior) comparado con material de envasado formado por PET derivado del petróleo (línea superior), después de 1-2 días (columna A), 3 días (columna B) y 4 días (columna C). Es evidente que hay condensación en la pared interior del envase de PET después de 3 días, que aumenta a los 4 días. No se observa condensación en el envase de la presente invención. Dado que la condensación implica una elevada humedad que favorece el crecimiento de bacterias y hongos, se sugiere que el envase de la presente invención conduciría a menores tasas de crecimiento de bacterias u hongos en el producto alimenticio contenido en el mismo debido a la elevada tasa de absorción de agua de la composición de la presente invención.

La Figura 11 muestra un ejemplo comparativo del almacenamiento de fruta blanda (frambuesas) en condiciones ambientales no refrigeradas en material de envasado formado por la presente invención (columna derecha) comparado con material de envasado formado por PET derivado del petróleo (columna izquierda) después de 1 día (fila A), 2 días (fila B); 3 días (fila C); 4 días (fila D); 5 días (fila E); y 6 días (fila F). Es evidente que las frambuesas en el vaso de PET empiezan a desarrollar moho al tercer día, mientras que las frambuesas en el vaso formado con la composición de la presente invención están libres de moho hasta el sexto día, lo que supone un aumento del 100 % en la vida útil.

La Figura 12 muestra una loncha de queso cheddar que ha sido termosellada en una bolsa hecha con la composición de la presente invención. La Figura superior muestra el queso inmediatamente después del sellado, y la figura inferior muestra el mismo queso después del almacenamiento durante 1.5 años en condiciones ambientales no refrigeradas y a temperatura ambiente (aproximadamente 20-25 °C). No hay signos visibles de deterioro del queso después de este periodo de tiempo.

Aunque en el presente documento se han descrito en detalle determinadas realizaciones de la invención, esto se ha hecho a modo de ejemplo y únicamente con fines ilustrativos. Las realizaciones mencionadas no pretenden ser limitativas con respecto al alcance de la invención.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición formada por un extracto de algas marinas en una cantidad del 60-90 % en peso, un derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 10-40 % en peso y agua en una cantidad del 1-20 % en peso, sobre el peso total de la composición.
- 5 2. Una composición que comprende un extracto de algas marinas en una cantidad del 60-90 % en peso, un derivado de celulosa soluble en agua en una cantidad del 10-40 % en peso y agua en una cantidad del 1-20 % en peso, del peso total de la composición; en la que la composición comprende además uno o más aditivos, y en la que el uno o más aditivos están presentes en no más del 5 % en peso del peso total de la composición.
- 10 3. La composición de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en la que el extracto de algas marinas se selecciona del grupo que consiste en: una carragenina; agar; y una mezcla de los mismos.
4. La composición de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el derivado de celulosa soluble en agua se selecciona del grupo que consiste en: metilcelulosa (MC); hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC); y una mezcla de los mismos.
- 15 5. La composición de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en la que uno o más aditivos, cuando están presentes, se seleccionan del grupo que consiste en: sal inorgánica; serrín, papel, fibra de cáñamo; carbonato cálcico; glicerina; puré de manzana; almidón; montmorillonita (MMT); aceite de corteza de canela; aceite de soja; glicerol; glucosa; nanopartículas de plata; extracto de semilla de pomelo; aceite esencial de zataria multiflora; nanoarcilla o arcilla mineral; polietilenglicol (PEG); quitina; arabinoxilano; plátano en polvo; gelatina; nanopartículas de óxido de titanio; colorantes; y aromatizantes.
- 20 6. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la composición es:  
(a) totalmente biodegradables; y/o  
(b) totalmente compostables; y/o  
(c) comestible; y/o  
(d) moldeable; opcionalmente, la composición es moldeable por prensado, extrusión, inyección o colada.
- 25 7. La composición de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la composición se reelabora después del moldeo.
8. Un producto formado a partir de la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
9. El producto de la reivindicación 8, en el que el producto se selecciona del grupo que consiste en: una unidad estructural de mantenimiento de existencias (SKU); material de envasado; una película; una lámina; una pajita para beber; tubos; tampón y aplicador; cubiertos; un plato; una bandeja; y un agitador; y/o en el que el producto es tridimensional y es rígido y soporta carga; y/o en el que el producto, o parte del mismo, es translúcido.
- 30 10. Un método para producir la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, el método comprende las etapas de:  
(a) Poner en contacto el extracto de algas marinas con agua para formar un hidrogel de extracto de algas marinas,  
(b) poner en contacto por separado el derivado de celulosa soluble en agua con agua para formar una solución de derivado de celulosa soluble en agua,  
(c) mezclar el hidrogel de extracto de algas marinas y la solución de derivado de celulosa soluble en agua para formar una mezcla, y  
(d) dejar secar la mezcla para formar la composición.
- 35 11. El método de la reivindicación 10, en el que:  
- la etapa (a) comprende (i) poner en contacto el extracto de algas marinas con agua a una temperatura comprendida entre aproximadamente 5 °C y aproximadamente 40 °C; y a continuación (ii) calentar la mezcla del extracto de algas marinas en agua hasta una temperatura comprendida entre aproximadamente 70 °C y aproximadamente 100 °C para formar el hidrogel de extracto de algas marinas; y/o  
- en la etapa (b), el derivado de celulosa soluble en agua se pone en contacto con agua a una temperatura comprendida entre aproximadamente 70 °C a aproximadamente 100 °C; y/o
- 45

- la etapa (c) comprende mezclar la solución de extracto de algas y la solución de derivado de celulosa a una temperatura de aproximadamente 70 °C a aproximadamente 100 °C.

5 12. Un método para producir el producto de la reivindicación 8 o de la reivindicación 9, que comprende las etapas (a) a (d) del método para producir una composición como se reivindica en la reivindicación 10 o en la reivindicación 11, y entre las etapas (c) y (d) la etapa adicional de: conformar la mezcla en una forma o una forma tridimensional del producto.

13. Un método de reelaboración de una composición biodegradable, que comprende producir un producto por el método de la reivindicación 12, en el que el método comprende además:

e) ablandar o fundir el producto poniéndolo en contacto con agua o vapor para obtener un producto ablandado;

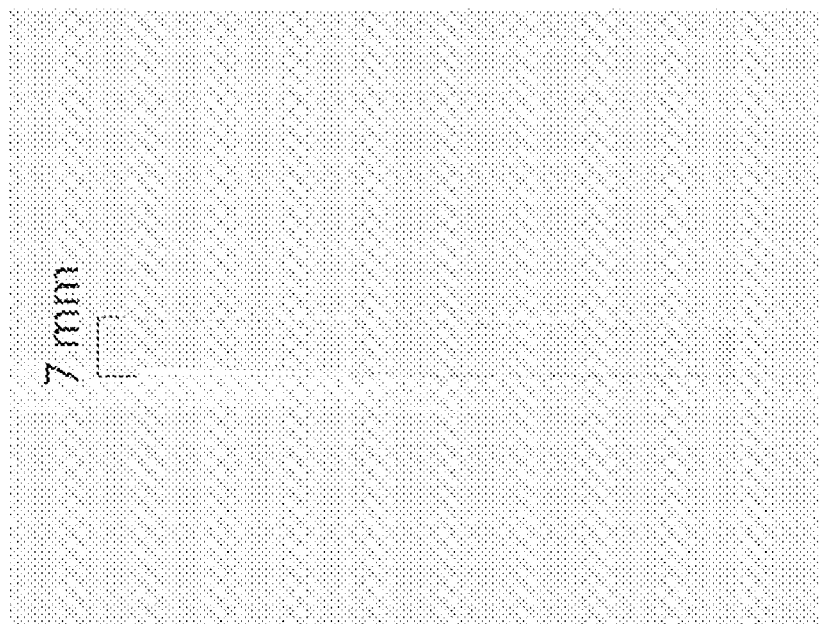
10 f) seguir manipulando el producto ablandado para obtener un producto reelaborado, en el que el producto reelaborado tiene una forma diferente a la del producto;

g) dejar secar el producto reelaborado para obtener un producto reelaborado seco.

15 14. Un método para prolongar la vida útil de productos perecederos, en el que el método comprende colocar los productos perecederos en una unidad estructural de almacenamiento formada por la composición de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

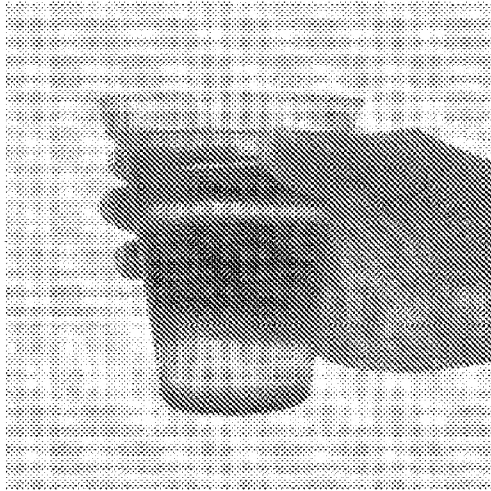


A

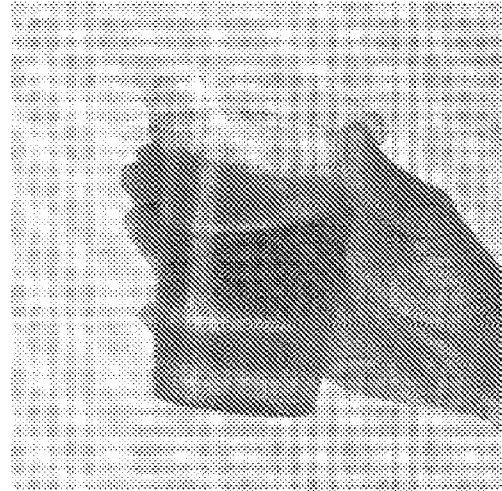


B

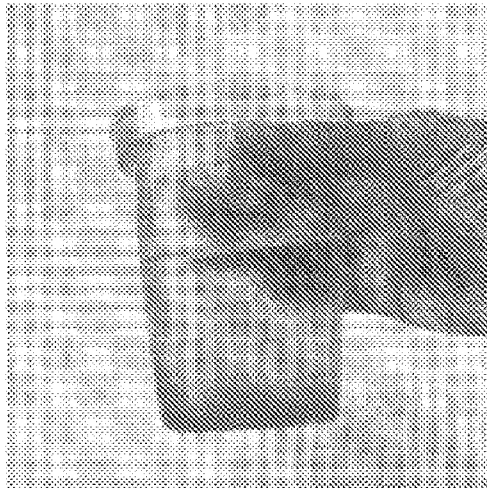
Figura 1A



A



B



C

Figura 1B

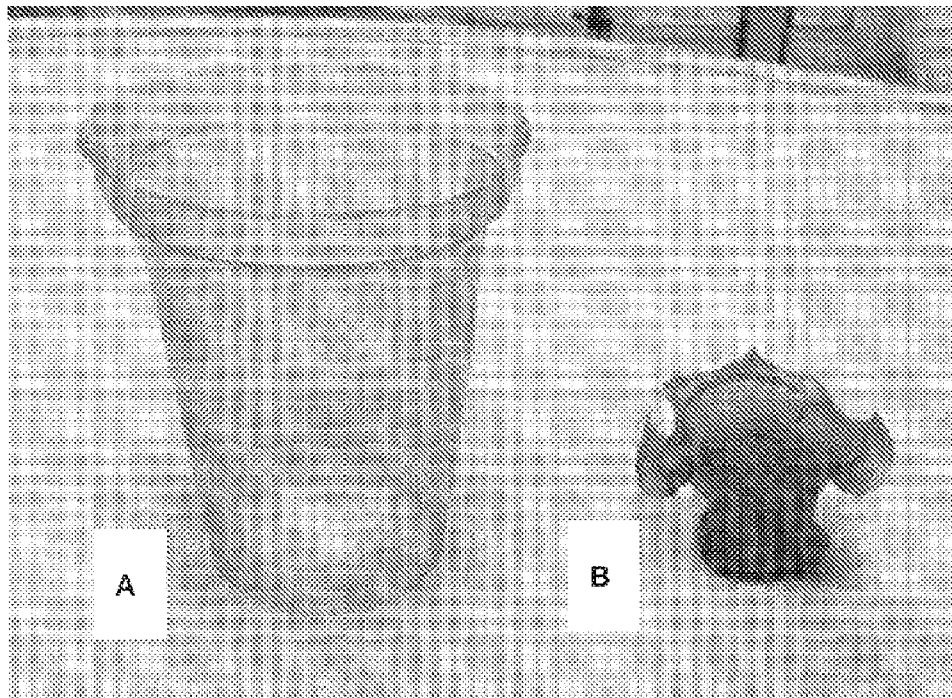


Figura 2

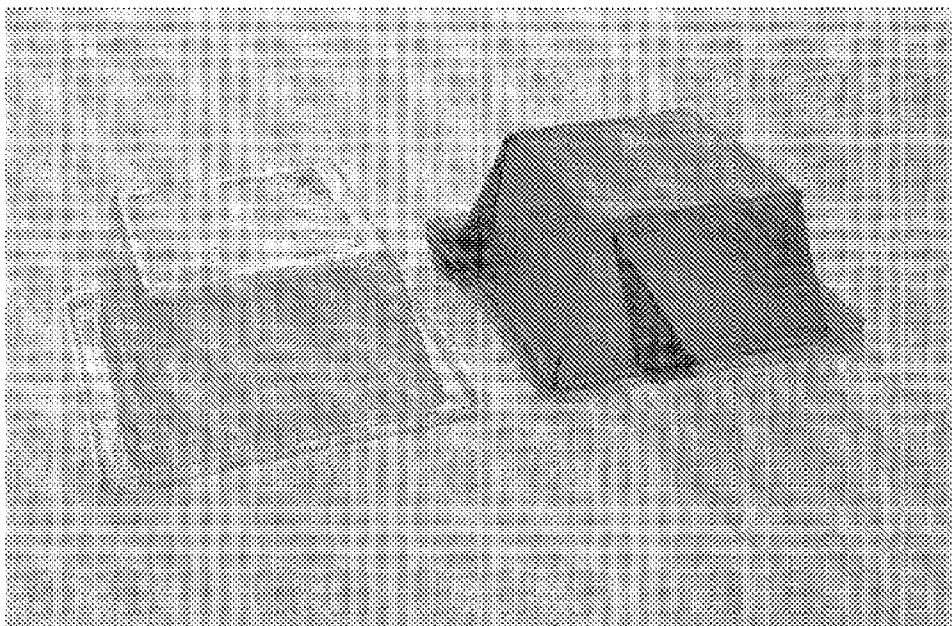


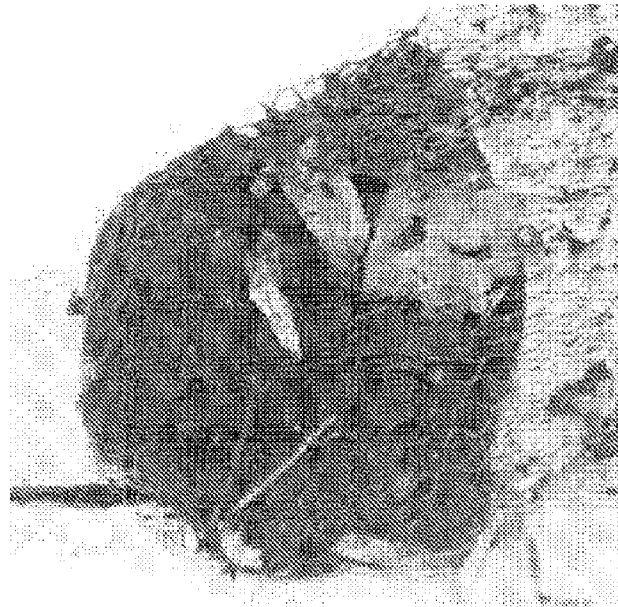
Figura 3



A

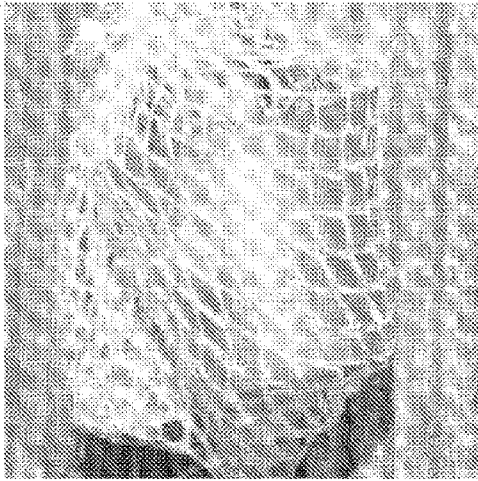


B

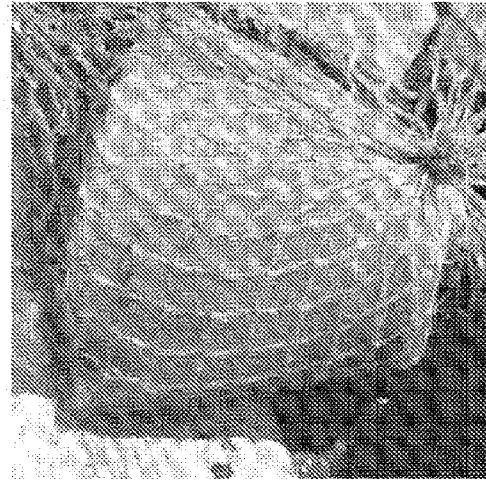


C

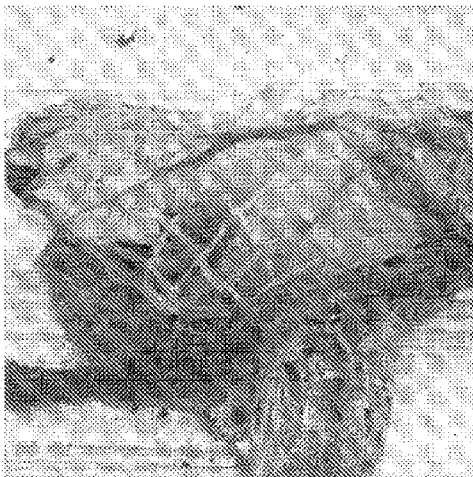
Figura 4



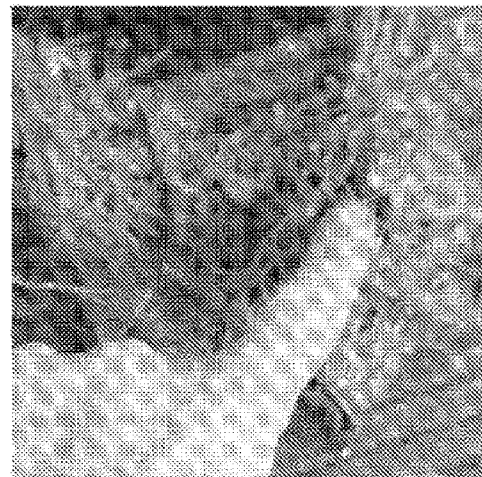
A



B



C

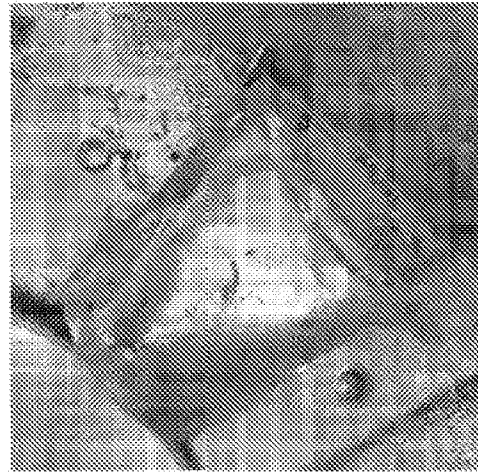


D

Figura 5



A



B



C

Figura 6

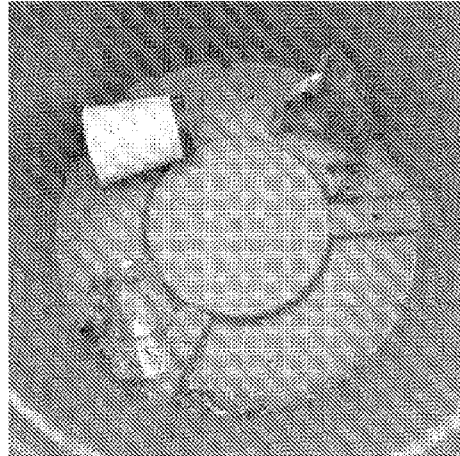


Figura 7

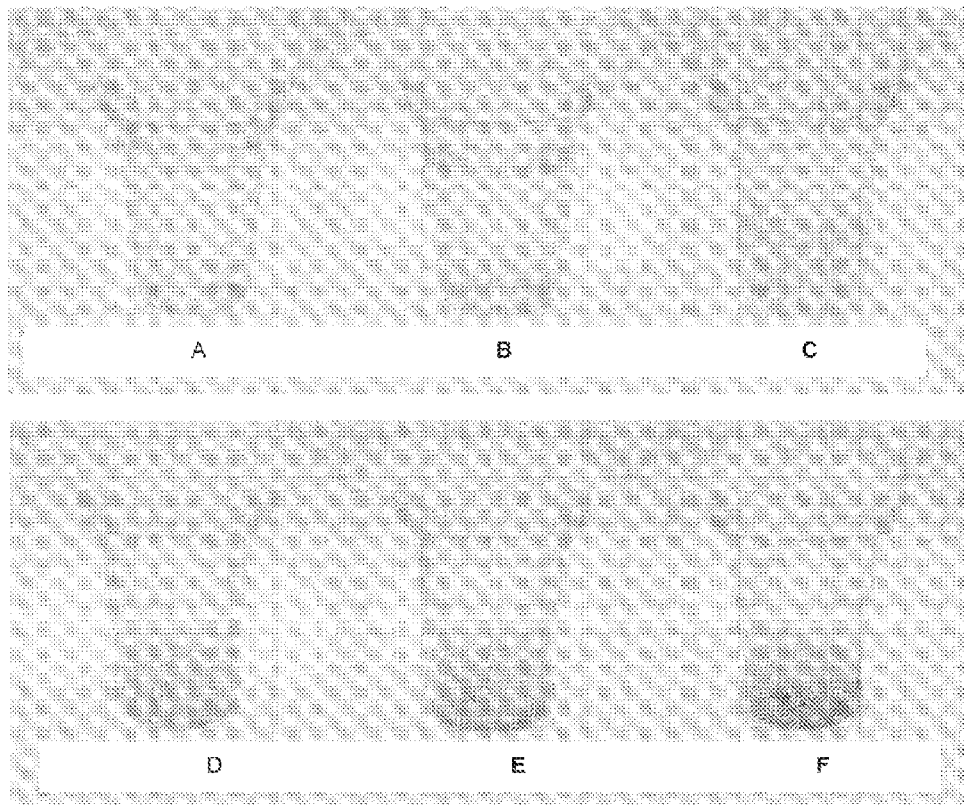


Figura 8

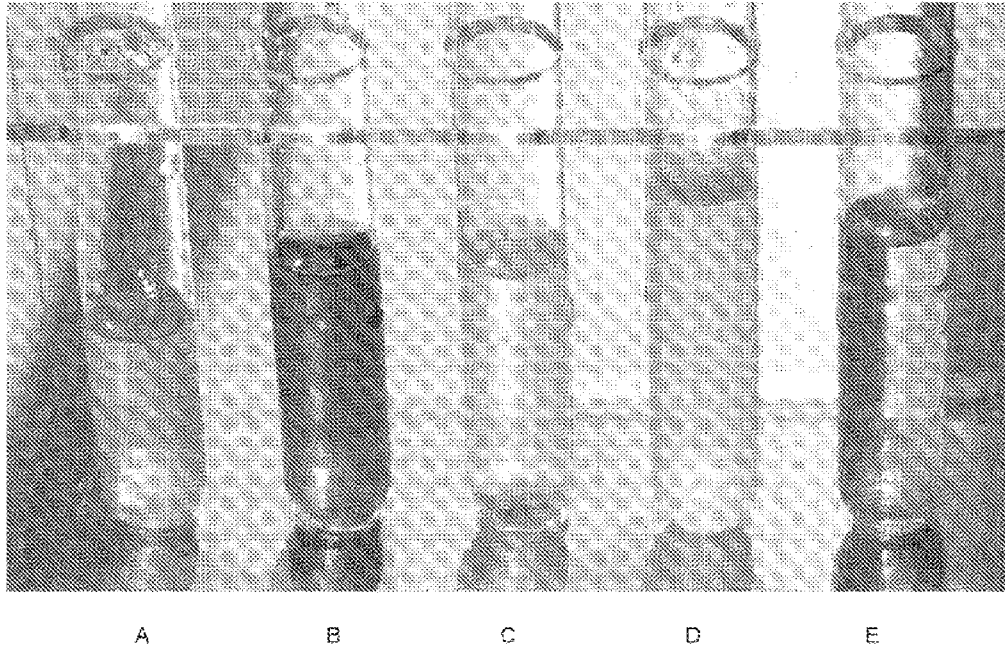


Figura 9

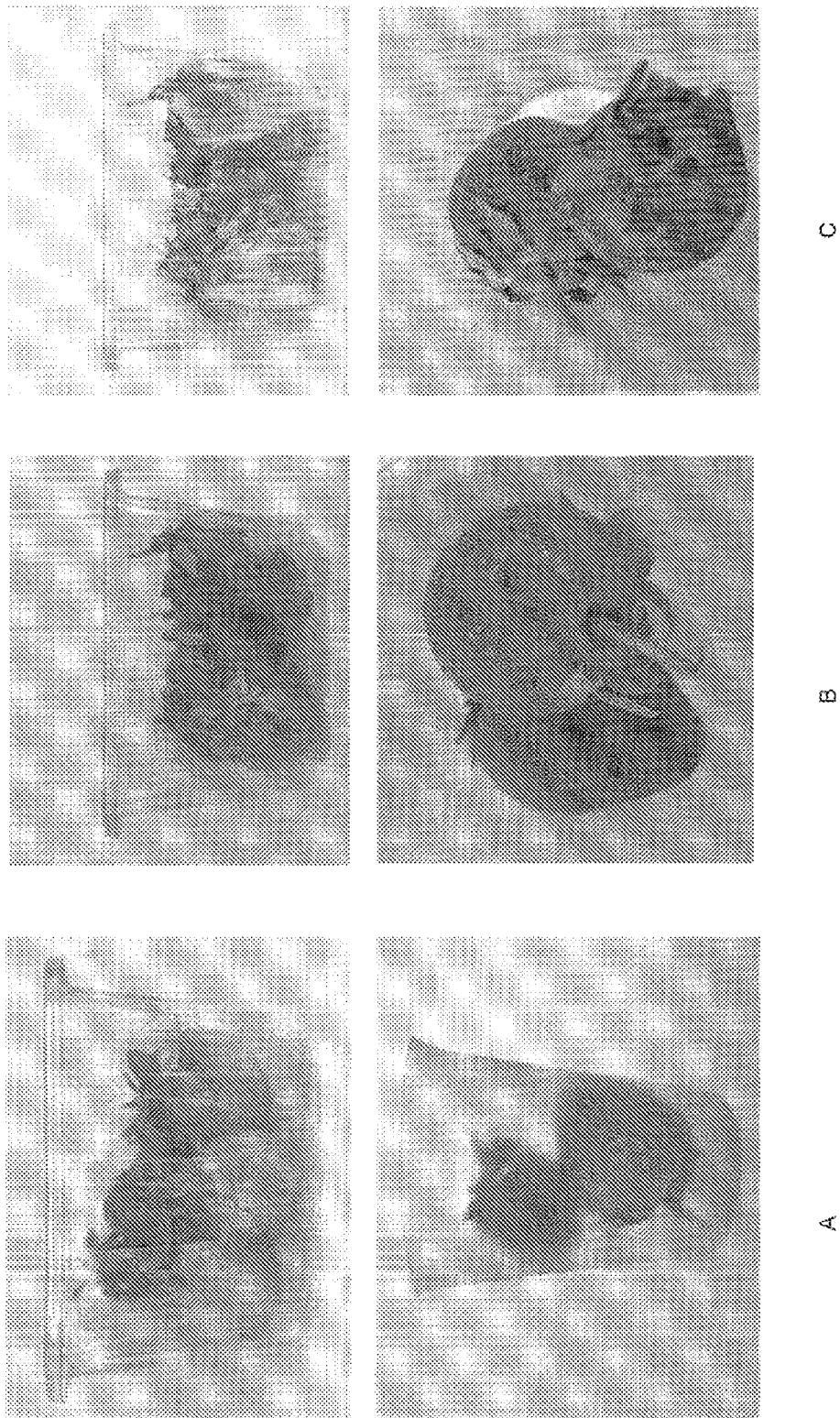


Figura 10

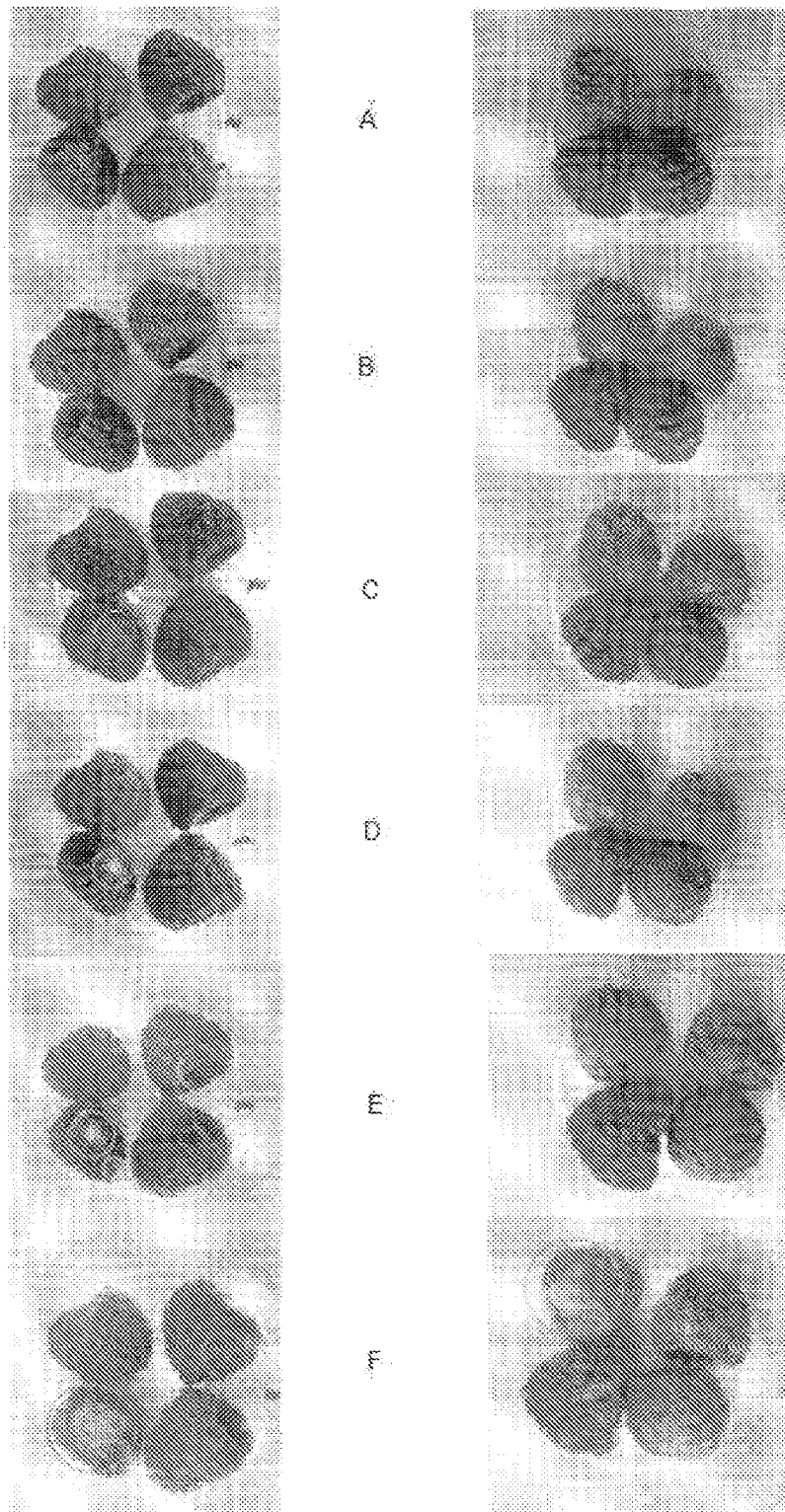


Figura 11

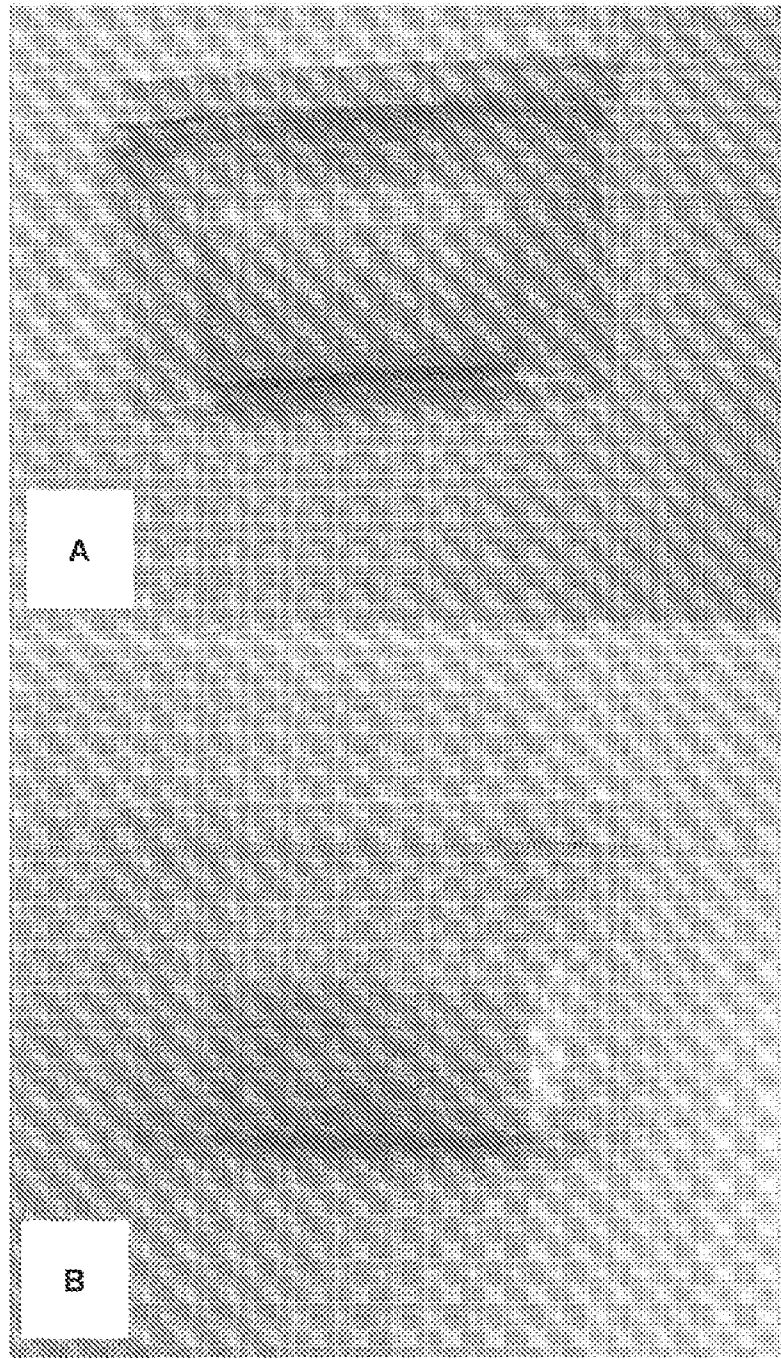


Figura 12



Figura 13

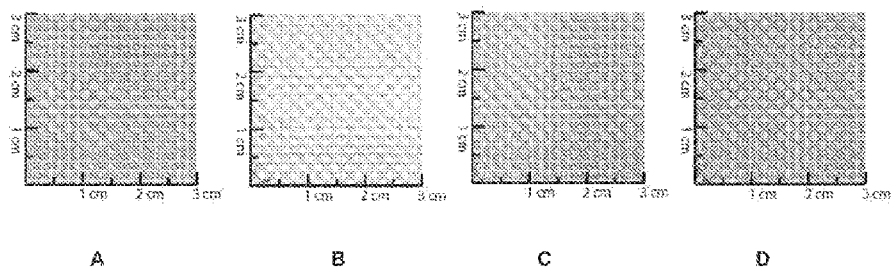


Figura 14

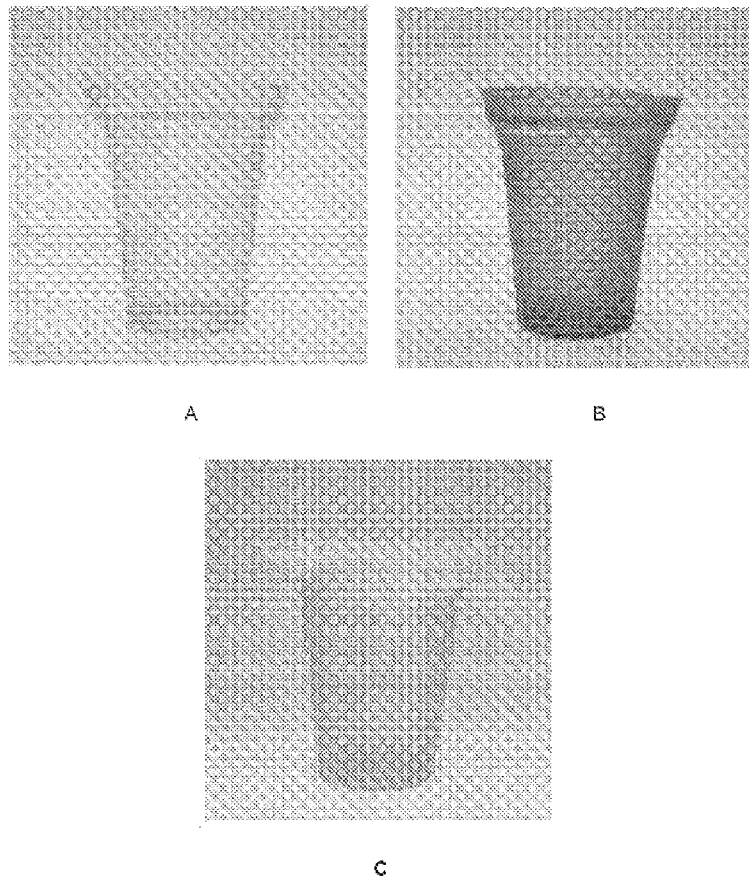


Figura 15