

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 123**

51 Int. Cl.:

C08H 8/00 (2010.01)

C08K 5/00 (2006.01)

C08K 5/053 (2006.01)

C08L 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2015 E 15425090 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3015489**

54 Título: **Material biodegradable y compostable para embalaje, obtenido del uso de los residuos completos de la producción de industrias de alimentos**

30 Prioridad:

29.10.2014 IT RM20140612

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

10.09.2020

73 Titular/es:

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FOGGIA (100.0%)
Via Gramsci, 89/91
71122 Foggia, IT**

72 Inventor/es:

**SEVERINI, CARLA;
DEROSI, ANTONIO y
DE PILLI, TERESA**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 782 123 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

Material biodegradable y compostable para embalaje, obtenido del uso de los residuos completos de la producción de industrias de alimentos

5 La presente invención se refiere a un material biodegradable y compostable para embalaje obtenido del uso de residuos que vienen de la industria de producción y/o transformación de alimentos originados en planta.

10 Es sabido que la creciente sensibilidad hacia problemas ambientales requiere que los materiales y procesos para la producción de embalajes sean desarrollados de acuerdo con y protegiendo al medio ambiente. En este contexto los biopolímeros (almidón, lípidos, proteínas, fibras, etc.) que están presentes en la matriz de origen vegetal constituyen excelentes materias primas, dado que son biodegradables, a menos que estén sustancialmente modificados, y pueden ser materiales compuestos, haciendo posible la promoción de un sistema ecológicamente compatible de gestión de residuos.

15 Actualmente, el aumento en la demanda de alimentos saludables, que satisfacen estándares nutricionales adecuados, está acompañado por una sensibilidad creciente hacia los problemas ambientales. Existe también un incremento continuo en los costes de las materias primas, acompañado frecuentemente por un descenso en su disponibilidad. En este contexto, existe un énfasis particular en la recuperación, reciclaje y explotación de residuos industriales. La industria de transformación de alimentos y bebidas tiene que soportar elevados costes para el tratamiento de residuos sólidos y líquidos: su uso para la alimentación animal o como fertilizantes, sin ningún tratamiento previo, no siempre es posible debido a la intolerancia de muchos animales respecto a algunos de sus componentes y por las bien conocidas propiedades inhibitoras respecto a la germinación.

20 Entre los mejores ejemplos de emisión de residuos de la producción y transformación de alimentos en general, están entre los más importantes aquellos provenientes de la producción de alimentos semipreservados o preservados de origen de planta, hechos de alcachofas, espárragos, tomates, etc. En el caso de industrias para la producción de bebidas en general, ciertamente la industria del vino está entre las más sensibles a la capacidad para reutilizar sus residuos de proceso, reduciendo sus costes de disposición.

30 En la producción de vegetales, Italia es el principal productor de alcachofas en el mundo (50% de la producción mundial), seguida por España y Argentina. En Italia el cultivo de alcachofas es el más importante, después de tomates y patatas, especialmente para regiones tales como Puglia, Sicilia, Campania, Lacio y Toscana. La industria de alimentos preservados a base de alcachofas genera una cantidad significativa de residuos, que consisten principalmente en los tallos y en las brácteas, no directamente utilizables para propósitos alimenticios (70% de las alcachofas se convierte en un producto residual).

35 En tanto se refiere a los espárragos, por el contrario, los residuos de proceso son esencialmente a base de madera de los brotes, ápices marchitos y partes despigmentadas. Las preparaciones que se colocan en el producto fresco aportan un promedio de tasa de rechazo de aproximadamente 30%, de la cual 55% es comestible.

40 La situación de la industria del vino es incluso más crítica, dado que se caracteriza por la producción de grandes cantidades de residuos orgánicos sólidos. El cultivo de uvas es el segundo en el mundo, en términos de producción (después del de las naranjas), con 61 millones de toneladas/año. La mayoría de los residuos sólidos son el resultado de la remoción de los tallos (cañas), maceración y compresión (pieles, semillas y sobras). En la fabricación de vino blanco, el residuo de la compresión del mosto está conformado por pieles y semillas, y en la fabricación de vino tinto (con maceración) el residuo está compuesto de vinaza fermentada (pieles y pepitas). Los tallos son 3-5% de la totalidad del peso del racimo. Además de estos, se producen otros residuos sólidos en diferentes cantidades, dependiendo del proceso de fabricación del vino: residuos de perlita y tierra diatomácea proveniente de la filtración de los mostos y vinos, filtros de celulosa provenientes de la filtración del vino, residuos del tratamiento de clarificación usando bentonita. Las pieles y las vinazas son destinadas a la destilación, pero esto permite la recuperación de una pequeña parte de los residuos, consistente en alcohol etílico y moléculas volátiles (grappa). Por ello, incluso las vinazas agotadas provenientes del proceso de destilación, pueden ser tratadas como residuos sólidos de la industria del vino. Los tallos son utilizados algunas veces como un fertilizante, sin ningún tratamiento previo, mientras los otros tipos de residuos sólidos son dispuestos como residuos especiales.

55 No es menos importante la industria de transformación del tomate, que en promedio, trabaja anualmente 110,000 toneladas de tomate, produciendo 2500 toneladas de residuos consistentes en pieles y semillas.

60 Actualmente, los polímeros y los materiales usados para la producción de embalajes para alimentos comprenden un amplio abanico de plásticos a base de petróleo, metales, video, papel y cartón o una combinación de ellos. Con la excepción del papel y cartón, todos los materiales para embalaje se basan actualmente en materiales no renovables. Esto implica la necesidad de encontrar materiales alternativos y productos innovadores que se basen en matrices renovables. Adicionalmente, los materiales para el embalaje plástico están contaminados frecuentemente con alimentos y sustancias biológicas, lo cual dificulta su reciclaje, y en algunos casos no es conveniente. Como resultado, muchos miles de toneladas de residuos, hechos de material plástico, se acumulan en los rellenos

sanitarios, agravando el problema de la disposición de residuos. En consecuencia, la capacidad de degradación biológica no sólo es una necesidad funcional, sino también un rasgo ambiental importante.

5 Como parte de un ciclo de material sostenible, a diferencia de los materiales que provienen del petróleo, los biopolímeros pueden ser producidos a bajo coste en todos los países, y por ello son también económicamente viables. En un contexto de creciente atención a la protección ambiental, el desarrollo de materiales biodegradables de embalaje a partir de recursos naturales renovables está teniendo un interés significativo, particularmente en los países de la Unión Europea.

10 En este contexto se incluye la solución de acuerdo con la presente invención, que pretende suministrar un material innovador, totalmente biodegradable y compostable, para ser usado como materia prima para la producción de embalaje para alimentos.

15 Este y otros resultados son obtenidos de acuerdo con la presente invención, proponiendo el uso de los residuos de la industria de producción y/o transformación de alimentos originados en planta, sin ningún paso preliminar o intermedio de preparación, extracción, purificación de biopolímeros presentes en ellos (evitando el uso de solventes orgánicos que tienen elevado impacto ambiental y son de difícil disposición), y en el que la simplicidad y el bajo coste de producción del material forman objeto de obtención de patente.

20 Por ello, el objeto de la presente invención es suministrar materiales embalajes biodegradables y compostables, obtenidos del uso de los residuos provenientes de la industria de producción y/o transformación de alimentos originados en planta, que puedan superar las limitaciones de los materiales biodegradables de embalaje de acuerdo con la técnica previa, y obtener los resultados técnicos descritos anteriormente.

25 Un objetivo adicional de la invención es que dichos materiales de embalaje biodegradables y compostables puedan ser fabricados por medio de un pequeño número de pasos de procesamiento y con sustancial contención de costes.

Otro objetivo de la invención es proponer materiales de embalajes biodegradables y compostables que sean simples, seguros y confiables.

30 Por ello, un objetivo específico de la presente invención es un material biodegradable y compostable para embalaje obtenible del uso de residuos provenientes de la industria de la producción y/o transformación de alimentos originados en planta, elegidos de entre brácteas y tallos de alcachofas; bases de madera de brotes, partes apicales marchitas y partes despigmentadas de espárragos; cáscara y semillas de tomates y/o tallos, pepitas, pieles, semillas y residuos provenientes de la industria del vino, en un proceso de manufactura que comprende un paso preliminar de secado, un paso de control del tamaño de partícula de dicho residuo y, si es necesario, un paso de molienda de dicho residuo hasta un tamaño de partícula en el intervalo entre 200 y 300 micrones, y un paso de extrusión-cocción, en el que dicho paso de extrusión-cocción no requiere la adición de polímeros plásticos o la modificación química del almidón o el uso de catalizadores químicos, sino solamente la adición de agua y plastificantes.

40 Adicionalmente, siempre de acuerdo con la invención, dicho paso preliminar de secado es apto para obtener un producto seco estable química y microbiológicamente, con un valor de actividad de agua, expresado como la relación entre la presión de vapor de agua en el producto y la presión de vapor de agua pura, a la misma temperatura, menor a 0,3; y un valor de humedad menor a 10%; y comprende los subpasos de secado alternados con subpasos de recuperación.

45 Preferiblemente, de acuerdo con la invención, dicho paso de extrusión-cocción provee la adición de glicerol como un plastificante, añadido en cantidades comprendidas entre 10 y 23% en peso, preferiblemente entre 18 y 23% en peso, más preferiblemente iguales a 20% en peso.

50 Además, siempre de acuerdo con la invención, antes de dicho paso de extrusión-cocción, dichos residuos son mezclados con material de almidón, preferiblemente harina de almidón en la misma relación de peso.

55 Preferiblemente, de acuerdo con la presente invención, dicho paso de extrusión-cocción tiene lugar en etapas, con temperaturas que varían desde un valor inferior a 50°C en las primeras etapas, hasta un valor comprendido entre 80 y 120°C en las últimas etapas, preferiblemente 100 °C.

60 Adicionalmente, siempre de acuerdo con la presente invención, después de dicho paso de extrusión-cocción, dicho material tiene un valor de humedad inferior a 50%, preferiblemente igual a 43%.

Finalmente, de acuerdo con la presente invención, después de dicho paso de extrusión-cocción, puede suministrarse un paso de moldeo y un paso de secado.

65 Son notables las ventajas que provienen del material biodegradable y compostable para embalaje obtenido a partir del uso de residuos que provienen de la industria de fabricación y/o transformación de alimentos originados en planta de la presente invención. Primero, resuelve el problema de la disposición de los residuos de procesamiento

que provienen de la industria de producción y transformación de alimentos originados en planta, la cual es en algunos casos un coste significativo de producción. No sólo que, adicionalmente a la reducción a cero de los costes de disposición (exceptuando los costes de almacenamiento de los mismos), los residuos en sí mismos adquieren un valor agregado, en la medida que se convierten en materia prima para la fabricación de los embalajes biodegradables y compostables. Adicionalmente, en algunos casos puede completarse también dentro de la misma compañía el ciclo de vida de la producción y/o transformación de alimentos originados en planta, eliminando de ese modo los costes de transporte y almacenamiento de este material y reduciendo aquellos de la compra de embalaje hecho de papel, cartón o plástico. Adicionalmente, la sustitución de embalaje plástico, no fácilmente degradable y con un elevado impacto ambiental, por embalajes a base de materiales completamente biodegradables, conduciría a una reducción significativa del impacto ambiental de la compañía en sí misma. Esta es una característica que tiene elevada demanda tanto por los consumidores como por las nuevas políticas europeas (HORIZON 2020). Eso significa que el uso de material de embalaje de acuerdo con la invención puede conducir a la adquisición de nuevas participaciones de mercado y a los incentivos suministrados a las compañías se contribuyan a reducir la polución ambiental a través de producción más sostenible.

La invención será descrita abajo para propósitos de ilustración pero no limitantes, con particular referencia a ejemplos de ilustración y con particular referencia a las figuras que acompaña los dibujos en los cuales:

- La figura 1 muestra un diagrama de bloque del proceso de producción de un material biodegradable y compostable para embalaje, de residuos de producción de la industria de producción y transformación de alimentos originados en planta, de acuerdo con la presente invención, aplicado particularmente a residuos del trabajo de espárragos fresco, como en el ejemplo 1,
- la figura 2 muestra el diagrama preferido de secado del proceso del ejemplo 1,
- la figura 3 muestra las curvas de distribución de tamaño de partícula de los polvos que provienen de la molienda de los residuos de espárragos seco en el ejemplo 1,
- la figura 4 muestra un histograma comparativo de los valores de carga de ruptura y flexibilidad del material biodegradable y compostable para embalaje obtenido del ejemplo 1 y los de contenedores de diferentes materiales usados generalmente para la fabricación de embalaje para alimentos, y
- la figura 5 muestra un histograma comparativo de los valores de carga de ruptura y flexibilidad del material biodegradable y compostable para embalaje obtenido del 1 después de permanecer por ocho días en diferentes condiciones de almacenamiento.

La presente invención se refiere a un embalaje biodegradable y compostable obtenido del uso de los residuos de la industria de producción y transformación de alimentos originados en planta y en particular se refiere al uso directo de residuos de plantas de alimentos, sin suministrar ningún tratamiento previo de extracción, modificación y purificación de sus principales biopolímeros (fibras, proteínas, ceras, etc.) mediante sistemas físicos o químicos, y mezcla con harina de almidón sin adición de polímeros plásticos, no modificados química o mecánicamente. En esto, el embalaje biodegradable y compostable de acuerdo con la presente invención se distingue del embalaje biodegradable de acuerdo con la técnica previa, cuya fabricación involucra el uso de componentes extraídos de matrices orgánicas, lo cual implica un considerable coste económico y dificultad en el desarrollo del paso de extracción y purificación.

Para mostrar el esquema de producción del embalaje biodegradable y compostable de acuerdo con la presente invención, su aplicación y sus propiedades, en la siguiente descripción se da a modo de ejemplo un prototipo hecho con residuos del tratamiento de espárragos fresco.

Ejemplo 1. Producción de un material biodegradable y compostable para embalaje a partir de residuos de espárragos

En particular, la figura 1 muestra el diagrama de bloques del proceso de producción del material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con la presente invención, en el caso particular del procesamiento de residuos del tratamiento de espárragos fresco. Para este tipo de residuo, consistente esencialmente en las bases de madera de los brotes, ápices marchitos y partes despigmentadas, se desarrolló primero un paso de secado mediante corriente de aire caliente, con objeto de obtener un producto que fuese química y microbiológicamente estable, o que tuviese un valor de actividad de agua (a_w : relación entre la presión de vapor de agua en el producto y la presión de vapor de agua pura, a las mismas temperaturas) cercano a 0.2-0.3 y un valor de humedad inferior a 10%.

En particular, respecto a la figura 2, en la cual a lo largo del eje de las abscisas se indica el tiempo de secado, expresado en minutos, a lo largo del eje de las ordenadas a la izquierda se muestra la temperatura de un termómetro de bulbo seco, expresada en °C, y a lo largo del eje de las ordenadas en la derecha se muestra la humedad relativa del aire, el tratamiento óptimo de secado de residuos en cuestión en el procesamiento de espárragos fresco suministra un secado a 70 °C por 6 horas seguido por un paso a 80 °C por 3 horas, un periodo de recuperación a temperatura ambiente por 6 horas y un paso final de secado a 80 °C por 6 horas.

Este tratamiento, en el cual la temperatura de secado varía a lo largo del tiempo, permite obtener un material con valores muy bajos de humedad y actividad de agua (7.65% y 0.26, respectivamente) y una estructura muy frágil (con cargas de ruptura igual a 29 N). Estas características son esenciales para lograr un material estable desde el punto de vista microbiológico y químico y que, por ello, puede ser almacenado por un largo tiempo a temperatura ambiente y es adecuado para el paso subsiguiente de molienda, con objeto de obtener un polvo con un tamaño de partícula fino y homogéneo. Como se explicará a continuación, este último rasgo es esencial para obtener embalajes biodegradables y compostables de acuerdo con la presente invención.

Con objeto de obtener, después de la molienda, un polvo con el tamaño de partícula correcto, el ciclo de secado tiene que ser modulado de acuerdo con el tipo y tamaño de la matriz de los residuos originados en planta. En particular, de acuerdo con la realización usada a modo de ejemplo la presente descripción, se hace referencia a residuos que tienen gran tamaño, que son muy heterogéneos (brotes y puntas de espárragos) y que consisten principalmente en celulosa, hemicelulosa, y otras fibras no solubles. Por ello, para el secado suave y rápido, se ha aplicado una temperatura no muy alta en las etapas tempranas de deshidratación (70 °C), con objeto de evitar la formación de una capa de superficie excesivamente deshidratada, que podría hacer difícil el paso subsiguiente de deshidratación en el área central, dando como resultado una distribución no homogénea del agua residual dentro de la matriz de la planta. Esto involucraría, en efecto la presencia de zonas correosas, que serían de difícil molienda, con la consiguiente producción de material grueso, no adecuado para el siguiente paso de extrusión. Si se alcanza esta condición, habría una reutilización reducida de los residuos de planta y una extensión del paso de molienda, que podría dar como resultado no sólo un incremento en el gasto de energía, sino también un calentamiento excesivo de la matriz vegetal maquinada, con una consiguiente reducción de la idoneidad para el siguiente paso de extrusión. Por las mismas razones, en el secado de los residuos de espárragos, también se visualiza y prefiere la presencia de pasos de recuperación, con objeto de facilitar un nuevo balance de la humedad residual dentro de la matriz vegetal.

Esta realización del paso de secado puede ser extendida a residuos originados en planta, similares a los espárragos, como alcachofas (brácteas y tallos) o residuos que provienen de la industria del vino (tallos, pieles, etc.) o del tomate. En el caso, en lugar de residuos homogéneos y de tamaño pequeño, como pueden ser los polvos de café que provienen de la extracción de la bebida, es posible aplicar un secado a temperatura constante y no tan alta (por ejemplo 40 °C por 24 h), para favorecer la deshidratación gradual sin comprometer algunos compuestos térmicamente sensibles que pudieran encarar degradación, dando mal olor (olores desagradables) al embalaje. En el caso de polvos de café, un secado a elevada temperatura, por ejemplo, podría favorecer la degradación de la fracción de lípidos presentes en este tipo de residuo. El mismo argumento puede ser extendido a otros residuos ricos en grasa, tales como pepitas de la producción de vino.

A continuación del secado, el material de residuo puede ser enviado al paso de fuera-y-fuera de manufactura de los embalajes biodegradables y compostables. Este paso es ejecutado mediante la extrusión-cocción del material de residuo, dado que esta tecnología es capaz de convertir materiales que son muy diferentes en composición química y física, en materiales homogéneos con forma apropiada. Sin embargo, esta tecnología no es adecuada para procesar materiales con tamaño grueso, de modo que en el caso de materiales de residuo tales como los cubiertos por el presente ejemplo, es necesario proceder primero a un paso de molienda, para convertirlo en un polvo fino y homogéneo.

Por ello, antes de proceder al paso de extrusión-cocción, los residuos de espárragos secados en este ejemplo, fueron enviados a un paso de molienda. Esta operación fue ejecutada con un molino de cuchilla, y las condiciones bajo las cuales se obtuvo un material fino con fracción de tamaño homogéneo de partícula, comprendido entre 200 y 300 micrones, o con valores cercanos a los de las harinas de cereales (Figura 3) suministraron una velocidad de rotación de las cuchillas de 9000 rpm por un tiempo de 3 minutos.

Una granulometría homogénea compatible con el tamaño de los polvos de las plantas y los de harinas de almidón, es esencial para la realización de material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con la presente invención, dado que permite evitar posibles discontinuidades en la matriz extrudida, que determinarían puntos de desintegración y ruptura del material extrudido (antes de la eliminación de agua) comprometiendo el paso de moldeo y, después del secado, el material moldeado probaría ser frágil y no flexible o resistente.

Los residuos base originados en planta fueron a continuación mezclados con material de almidón, con la función de componente aglutinante en virtud de la contribución del almidón gelatinizado, para evitar que el producto final pueda de otro modo desintegrarse. Se usó un subproducto de la molienda de trigo durum (centros) por el bajo precio y valor de mercado de este material crudo de almidón, respecto a la harina refinada de trigo (harina de trigo tipo 0 o 00) o salvado o almidón puro, buscando contener los costes de producción.

Más particularmente, el polvo de residuo de espárragos así obtenido fue mezclado con subproductos de la molienda de cereales en una relación 1:1 y sometido a extrusión-cocción mediante un aparato de cocción-extrusor piloto de doble tornillo CLEXTRAL modelo BC21 (Ferminy, Francia). El extrusor está equipado con dos tornillos que giran en el mismo sentido y que encajan uno con otro, de 21mm de diámetro y 900mm de longitud y tiene una capacidad máxima de producción de 30 kg/h. Consiste en nueve módulos de 100mm cada uno; la cámara de extrusión está

equipada con ocho zonas de calentamiento y nueve zonas de enfriamiento. La velocidad de rotación de los tornillos es mantenida constante en un valor de 150 rpm y en la tabla 1 se reporta el perfil elegido de los tornillos. La planta está equipada con una máquina de atracción circular con un diámetro de 50 mm con una rendija rectangular que tiene una altura de 0.3cm y un ancho de 3cm.

5

Tabla 1

| Tipo de elementos de los tornillos | Detalles de los elementos de los tornillos (distancia entre hilos/longitud) | Longitud total (mm) |
|------------------------------------|---|---------------------|
| Hilo doble trapezoidal | 50/50 | 50 |
| | 50/50 | 100 |
| | 33.3/50 | 150 |
| | 33.3/50 | 200 |
| | 33.3/50 | 250 |
| | 33.3/50 | 300 |
| | 33.3/50 | 350 |
| | 25/50 | 400 |
| | 25/50 | 450 |
| | 25/50 | 500 |
| Hilo doble conjugado | 25/50 | 550 |
| | 16.6/50 | 600 |
| | 16.6/50 | 650 |
| | 16.6/50 | 700 |
| | 16.6/50 | 750 |
| | 16.6/50 | 800 |
| | 16.6/50 | 850 |
| | 16.6/25 | 875 |
| | 16.6/25 | 900 |

El perfil de los tornillos descrito en la tabla 1 tiene que estar formado sólo por elementos de mezcla y no por elementos de corte, dado que una modificación del material fibroso (por ejemplo una reducción de tamaño) podría afectar adversamente las propiedades mecánicas y la habilidad de humedecimiento del material biodegradable y compostable para embalaje de la presente invención, después del moldeo y secado. Otro elemento influenciado por el perfil de los tornillos está representado por la gelatinización del almidón, que puede ser reducida a costa de la dextrinización, con la consecuente pérdida de plasticidad del material extrudido que tiene que ser sometido a moldeo.

10

15

Los polvos fueron añadidos con ingredientes líquidos apropiados, es decir agua y un agente plastificante (glicerol), que fueron dosificados mediante una bomba volumétrica PD 5006 Heidolph (Milán). La relación de agua y agente plastificante (plastificante) es 1:1 mientras la tasa de flujo de entrada del ingrediente líquido es 7 L/h. La tasa de suministro del polvo (es decir los subproductos de la molienda de trigo durum y residuos en polvo de espárragos deshidratado y molido) es mantenida constante a un valor igual a 9.2 kg/h (ss).

20

La proporción de plastificante y el tipo de harina de almidón y del residuo de planta usados, son cruciales para el resultado final. En particular, pueden adoptarse valores de plastificante por debajo de 20% (10-18%), con buenas posibilidades para el moldeo del material extrudido, si el residuo tiene una fracción de grasa vegetal alrededor de 10% (5-15%). Las matrices formadas de fibra también como espárragos, alcachofas, etc., requieren porcentajes mayores a 18%, con objeto de asegurar las propiedades plásticas necesarias del material extrudido que va a ser moldeado y modelado, antes de la eliminación del agua. Sin embargo, tasas superiores a 23% para mezclas que contienen harina de almidón que es rica en fibra (residuo de la molienda del trigo) o residuos muy fibrosos de origen vegetal tales como espárragos, alcachofas, etc. dan como resultado una excesiva hidratación del material final para embalaje (producto extrudido, moldeado y secado durante la exposición al aire), causada por la presencia de exceso de agente plastificante (glicerol) y de fibra, que tienen propiedades humectantes. Esto haría que el material obtenido de acuerdo con la invención no fuese adecuado para su uso como empaque, debido a su rápida pérdida de propiedades mecánicas y su degradación.

25

30

La velocidad de rotación de los tornillos del extrusor afecta el tiempo de residencia, la encapsulación de aire, la mezcla de los sólidos e ingredientes líquidos y los esfuerzos de corte (presión de trabajo y fuerza de fricción). De acuerdo con la presente invención, los valores de este parámetro no deberían ser mayores a 300 rpm (rotaciones por minuto), puesto que de otro modo habría mucho aire en la matriz, dando como resultado la presencia de discontinuidades en la matriz extrudida, moldeada y secada, las cuales representarían los puntos de ruptura del material. También, una elevada producción de fricción daría como resultado un calentamiento de la matriz, generando la evaporación de agua en la salida del extrusor y pérdida de plasticidad, un requerimiento esencial para el moldeo.

5
10 Valores inferiores a 150 rpm implicarían un excesivo tiempo de permanencia de la mezcla dentro del extrusor y dificultarían el procesamiento a las tasas de flujo indicadas de las harinas y los ingredientes líquidos, con el subsiguiente bloqueo del sistema.

15 La planta de extrusión-cocción está equipada con control automático de la temperatura y presión, así como con un software especial para la lectura de los valores de los parámetros ajustados. El sistema de calentamiento de la instalación está hecho con resistencias eléctricas. El perfil de temperatura adoptado suministra un incremento gradual en la temperatura de extrusión en los primeros siete módulos (20; 25; 30; 35; 50; 60 y 70 °C), mientras la temperatura de los dos restantes es ajustada a 110 °C.

20 El perfil de temperatura es importante también, y cambia dependiendo de la matriz vegetal procesada y de la harina de almidón. Generalmente representa el conocimiento clave de las compañías que producen materiales extrudidos. En la presente invención, se propone un incremento gradual en la temperatura de los primeros seis módulos del extrusor, para facilitar la hidratación de las harinas y la gelatinización del almidón presente en la harina de almidón. Estas temperaturas tienen que no exceder 50 °C durante los primeros 4 módulos, para evitar la excesiva evaporación del agua a costa de la hidratación de las mezclas de las harinas; así, también tiene que no exceder 70 °C en el quinto, sexto y séptimo módulos, para limitar la dextrinización del almidón a costa de la gelatinización, que sería causada por las fuertes presiones y tensiones de cizallamiento que se generan en esta área.

25
30 En el caso de harina pregelatinizada, las temperaturas pueden ser incluso inferiores a 45 °C en los primeros cinco módulos, porque se requiere sólo rehidratar la harina de almidón y no inducir la gelatinización del almidón. En la última sección o en el octavo y noveno módulos, donde el material es forzado para pasar a través de la máquina de atracción, es importante que el material sea fluido y esté completamente plastificado, pero la temperatura tiene que no ser mayor a 120 °C para evitar la excesiva deshidratación causada por la elevada temperatura y por la evaporación instantánea de agua dentro de la matriz del extrusor, debida a la abrupta caída de presión que ocurre a costa del material que sale del sistema, dado que pasa de 10-20 atm (dentro de la planta en la última sección, llamada sección de bombeo) al exterior, en el cual la presión es de 1 atmósfera. La excesiva deshidratación conduciría rápidamente a una rigidez del material, que iría desde un estado plástico como caucho, fácilmente trabajable y moldeable, hasta uno rígido y correoso, o en el peor caso estado vídrioso, que haría inadecuado al producto extrudido para el moldeo. Valores inferiores a 80 °C no garantizan las necesarias gelatinización y/o hidratación del almidón, así, la plastificación del material extrudido, que es inconsistente y de difícil moldeo.

35
40 A la salida del extrusor, el material extrudido es usado para hacer contenedores de forma variada: bandeja, caja, tubo cilíndrico, etc. y estos últimos contenedores son deshidratados en una corriente de aire a la temperatura de 40 °C por aproximadamente 12 horas.

45 **Ejemplo 2. Caracterización de los embalajes biodegradables**

Para evaluar las propiedades mecánicas del material obtenido, se condujo una prueba de flexibilidad. Por ello, para propósitos comparativos, se evaluaron las características de resistencia mecánica y flexibilidad, sobre la mayoría de los materiales usados para la producción de embalaje para alimentos (cartón, cartón corrugado, plástico, aluminio y poliestireno) y sobre el innovador material biodegradable y compostable obtenido en el ejemplo 1. En la figura 4 se reportan los resultados obtenidos y se demuestra que, en términos de flexibilidad, el material de acuerdo con la presente invención es comparable con el de otros materiales probados y su resistencia es comparable a la de contenedores de aluminio.

55 Con objeto de evaluar el efecto de bajas temperaturas sobre el material obtenido, después de haber sido extrudido y secado, se almacenó a temperatura de refrigeración (4 °C) una parte del material obtenido en el ejemplo 1 y se almacenó otra parte a temperaturas de congelación (-20 °C) por 8 días. Se almacenó a temperatura ambiente la fracción remanente de la misma muestra, libre de cualquier recubrimiento. Después del almacenamiento, se dejaron por 24 horas a temperatura ambiente (sin ningún recubrimiento) los materiales refrigerado y congelado y sólo se han llevado a cabo las pruebas posteriores de flexibilidad. Los resultados obtenidos han mostrado que bajas temperaturas, incluso aquellas de congelación, no alteran las propiedades mecánicas del material (como se muestra en la figura 5). Este resultado es muy importante porque muestra que el prototipo puede ser usado también para la producción de embalajes de los que se pretende que contengan alimentos que serán almacenados a temperaturas por debajo de cero grados Celsius.

65

También se realizaron pruebas de evaluación de la capacidad de biodegradación y compostaje del material para embalaje de acuerdo con la presente invención.

5 En la tabla 2 se muestran los resultados de esta evaluación, con los valores de referencia suministrados en el decreto 75/2010 y en el UNI EN ISO 13432: 2002.

10 El UNI EN ISO 13432 es una norma técnica para los "Requirements for packaging to be recovered through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging" y define los criterios para determinar las características que un material tiene que poseer para ser mirado como biodegradable o compostable. El término "compostable" se refiere a los requerimientos relacionados con la ausencia de toxicidad del material descompuesto, si es dispersado en la naturaleza. En el anexo 2 del decreto legislativo 75 de 2010 se reportan los requerimientos que un material tiene que tener para ser usado como un "mejorador" para mantener o mejorar las propiedades físicas o químicas o la actividad biológica del suelo.

15 A partir de la observación de los datos obtenidos, el material obtenido es totalmente biodegradable. En efecto, de acuerdo con EN 13432 y EN 14995, un material es llamado biodegradable si se degrada en al menos 90% dentro de 6 meses (180 días). A partir del análisis conducido, sobre un promedio de 5 muestras, se halló que el material ha logrado un porcentaje de capacidad de biodegradación igual a $97 \pm 0.84\%$. así, cae completamente dentro de la definición de material biodegradable para embalaje. No sólo ello, el análisis llevado a cabo también mostró que este material está cubierto completamente de acuerdo con UNI EN ISO 13432: 2002 y lo dispuesto en el decreto n. 20 75/2010, por ello es compostable y puede ser usado así como fertilizante orgánico en la etapa final de su ciclo de vida.

Tabla 2

| | Valores promedio | Desv. est. | Límites de acuerdo con Dec. 75/2010 | Límites de la norma UNI EN ISO 13432:2002 |
|--|------------------|------------|-------------------------------------|---|
| Capacidad de biodegradación (%) | 97.40 | 0.87 | 90 | 90 |
| pH | 7.28 | 0.19 | 6-8.5 | |
| Humedad 105 °C (%) | 11.90 | 0.92 | <50 | |
| Sólidos totales, residuo de sólidos fijos totales 550 °C (%) | 2.24 | 0.22 | - | |
| Sustancia orgánica total (%) | 98.20 | 0.46 | - | |
| *Carbono orgánico total (%) | 57.85 | 1.66 | ³ 20 | |
| *Nitrógeno total (as N) (%) | 1.77 | 0.18 | - | |
| Relación C/N | 32.85 | 2.32 | 25 | |
| *Nitrógeno orgánico | 1.62 | 0.13 | - | |
| Relación N orgánico/ N total (%) | 91.85 | 2.64 | ³ 80 | |
| *Materiales plásticos, vidrio y metal ≥2 mm (%) | 0.00 | 0.00 | 0.5 | 10 |
| *Inertes litoides ≥5 mm (%) | 0.00 | 0.00 | 5 | |
| *Cadmio mg/kg | 0.03 | 0.02 | 1.5 | 0.5 |
| *Cromo hexavalente mg/kg | <0.01 | 0.00 | 0.5 | 50 |
| *Mercurio mg/kg | <0.01 | 0.00 | 1.5 | 0.5 |
| *Níquel mg/kg | 0.96 | 0.10 | 100 | 25 |
| *Plomo mg/kg | 1.01 | 0.13 | 140 | 50 |
| *Cobre mg/kg | 2.21 | 0.41 | 2.03 | 50 |
| *Zinc mg/kg | 13.54 | 1.91 | 11.87 | 150 |
| Salmonella | Ausente/25 g | | Ausente/25 g | |

25

(continuación)

| | Valores promedio | Desv. est. | Límites de acuerdo con Dec. 75/2010 | Límites de la norma UNI EN ISO 13432:2002 |
|---|------------------|------------|-------------------------------------|---|
| Escherichia coli | 0.00 | 0.00 | 0 | |
| Índice de respiración estática (as O ₂) | 173.67 | 4.51 | 178 | |
| Índice de germinación | 93.33 | 3.06 | 90 | 390 |
| Índice de mineralización de nitrógeno | 1.53 | 0.24 | 1.37 | |
| *Valores expresados sobre una base seca | | | | |

Siempre, para evaluar el desempeño del material de acuerdo con la presente invención, se evaluaron también las propiedades de barrera al vapor de agua (WVTR), y se compararon con algunos materiales que son usados comúnmente en la producción de embalaje para alimentos. A partir de la observación de los resultados reportados en la tabla 3, es evidente que el material de acuerdo con la presente invención presenta una barrera al vapor de agua mayor que otros empaques, con la excepción de lámina de aluminio, que es completamente impermeable al agua.

Tabla 3

| Material | WVTR(30°C, 90% HR)g/m ² ·día |
|--------------------------|---|
| Aluminio | 0 |
| Material de la invención | 3,16·10 ⁻³ |
| Cartón | 2,00·10 ⁻² |
| Celofán | 3,75·10 ⁻² |

De ello se desprende que el material para embalaje de acuerdo con la presente invención puede encontrar aplicación en la producción de bandejas, cajas u otros tipos de contenedores destinados al embalaje de alimentos almacenados a temperatura ambiente y bajo un régimen de refrigeración o congelados y de congelamiento rápido. Puede asumirse el uso potencial del material de acuerdo con la presente invención, después de un uso apropiado de industrialización, en la producción de embalaje secundario que va a ser usado para embalaje, por ejemplo de productos de panadería (bandejas que contienen brioches embaladas en embalaje plástico), de bebidas (realización de diafragmas en los cuales se colocan botellas de vino embaladas en cajas de cartón que es el embalaje terciario, bases para bandejas de panadería, etc.), bandejas cubiertas con películas plásticas para el embalaje de carne, pescado y frutas frescas y vegetales, etc.

En conclusión, el material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con la presente invención permite lograr los resultados establecidos previamente.

En particular, las principales ventajas que se derivan del uso del material propuesto de embalaje son las siguientes:

- La adopción de una tecnología de producción de aplicación simple (no requiere personal especializado); libre de efluentes (impacto ambiental cero) y uso de sistemas que requieren bajos costes de inversión y consumo reducido de energía;
- el material residual no debería ser sometido a ningún tratamiento previo, sino después de un posible secado y reducción a la forma de polvo, puede ser transformado directamente, sin recurrir a pasos de extracción con solventes u otros sistemas físicos costosos;
- la recuperación y explotación de materiales residuales;
- la eliminación de problemas de almacenamiento, transporte y disposición de sustancias orgánicas con una consiguiente reducción en los costes de producción;
- la reducción de costes relacionados con la compra de material para embalaje;
- la mejora en la sostenibilidad de la actividad de producción de la compañía;
- el uso integral de materias primas renovables, biodegradables y compostables que pueden ser usadas como fertilizante biológico al final del ciclo de vida del embalaje;
- la posibilidad para la compañía de mejorar su competitividad, ganando nuevas participaciones de mercado y acceso a incentivos del público.

La presente invención ha sido descrita para propósito de ilustración pero no limitantes, de acuerdo con sus realizaciones preferidas, pero se entiende que aquellos expertos en la técnica pueden hacer variaciones y/o modificaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Material biodegradable y compostable para embalaje obtenido del uso de residuos que provienen de la industria de fabricación y/o transformación de alimentos originados en planta, elegidos de entre brácteas y tallos de alcachofas; bases de madera de brotes, partes apicales marchitas y partes despigmentadas de espárragos; piel y semillas de tomates y/o tallos, pepitas, pieles, semillas y residuos provenientes de la industria del vino, de acuerdo con un proceso de manufactura que comprende un paso preliminar de secado de dichas semillas, un paso para el control de tamaño de partícula de dichos residuos y, si es necesario, un paso de molienda de dichos residuos hasta un tamaño de partícula en el intervalo entre 200 y 300 micrones, y un paso de extrusión-cocción de dichos residuos, 10 caracterizado porque dicho paso de extrusión-cocción no requiere la adición de polímeros plásticos o la modificación química de almidón o el uso de catalizadores químicos, sino solamente la adición de agua y plastificantes.
- 15 2. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho paso preliminar de secado es apto para obtener un producto seco estable química y microbiológicamente, con un valor de actividad de agua, expresado como la relación entre la presión de vapor de agua en el producto y la presión de vapor de agua pura, a la misma temperatura, inferior a 0,3 y un valor de humedad inferior a 10%.
- 20 3. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque dicho paso preliminar de secado comprende subpasos de secado alternados con subpasos de recuperación.
- 25 4. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en dicho paso de extrusión-cocción se añaden agua y plastificantes en relación 1:1 entre ellos.
- 30 5. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dichos residuos provenientes de la industria de fabricación y/o transformación de alimentos originados en planta no son sometidos a ningún tratamiento previo de extracción, modificación y/o purificación, sino a la adición de plastificantes tales como glicerol, que no causan la producción de efluentes residuales, provenientes del proceso de extracción o purificación, que tienen elevado impacto ambiental, tales como los solventes o sustancias químicas sintéticas.
- 35 6. Material biodegradable para embalaje de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque dichos plastificantes son añadidos en cantidades comprendidas entre 10 y 23% en peso, preferiblemente entre 18 y 23% en peso, más preferiblemente iguales a 20% en peso.
- 40 7. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque antes de dicho paso de extrusión-cocción, tales residuos son mezclados con material de almidón, preferiblemente harina de almidón, en la misma relación de peso.
- 45 8. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho paso de extrusión-cocción tiene lugar en etapas, con temperaturas que varían desde un valor inferior a 50°C en las primeras etapas, hasta un valor comprendido entre 80 y 120°C en las últimas etapas.
- 50 9. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, después de dicho paso de extrusión-cocción, dicho material tiene un valor de humedad inferior a 50%, preferiblemente igual a 43%.
10. Material biodegradable y compostable para embalaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque después de dicho paso de extrusión-cocción, comprende un paso de moldeo y a un paso de secado.

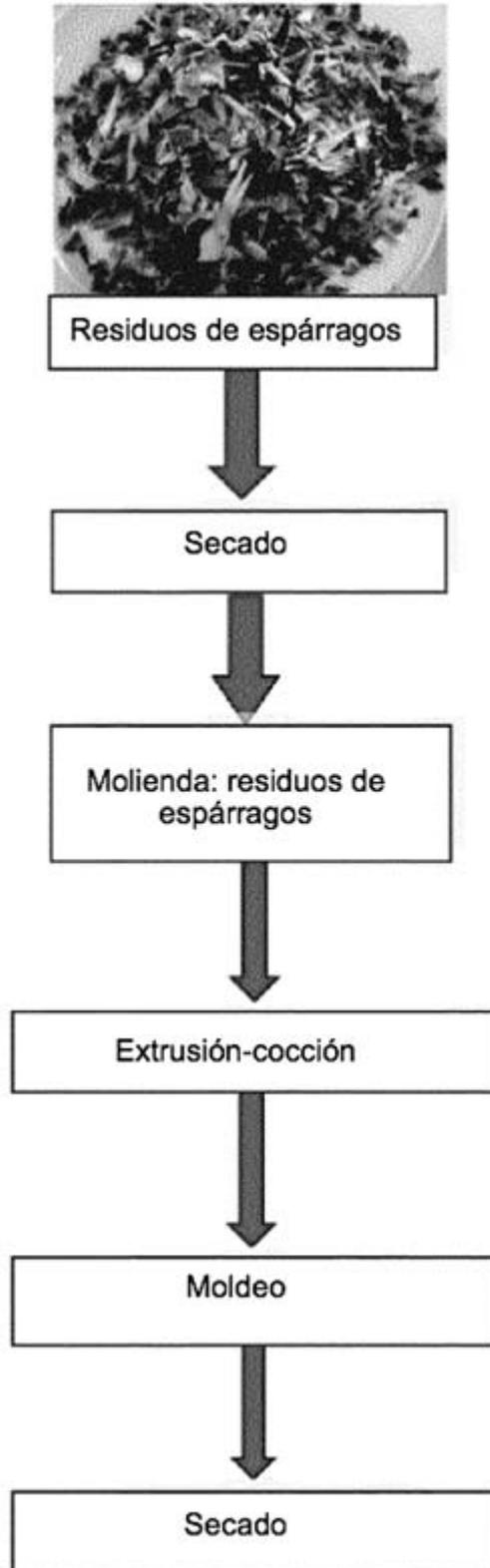


Fig. 1

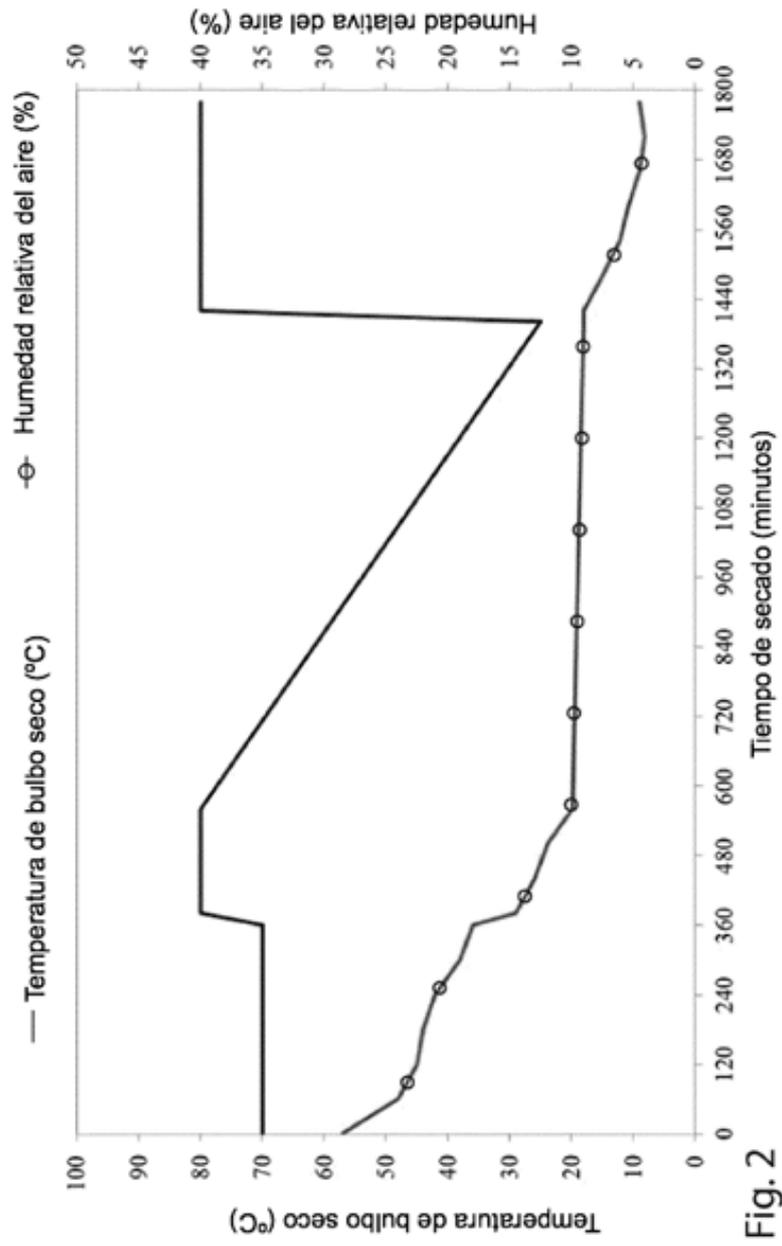


Fig.2

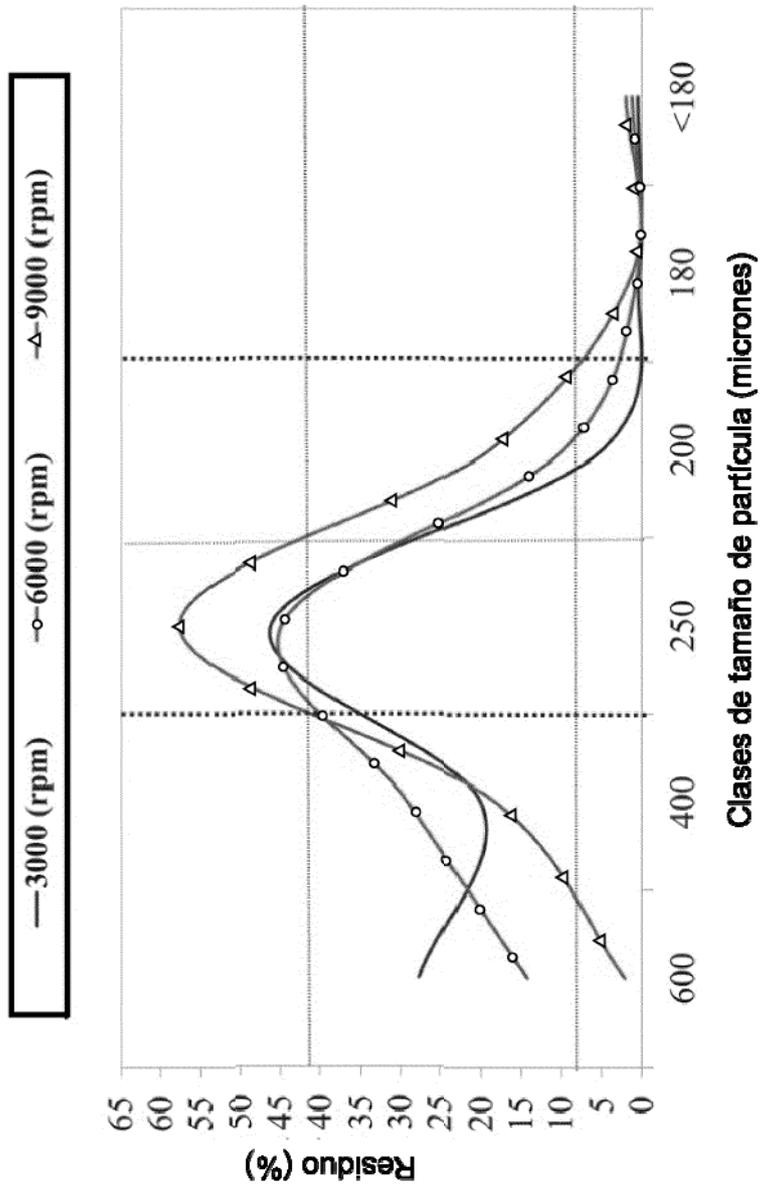


Fig. 3

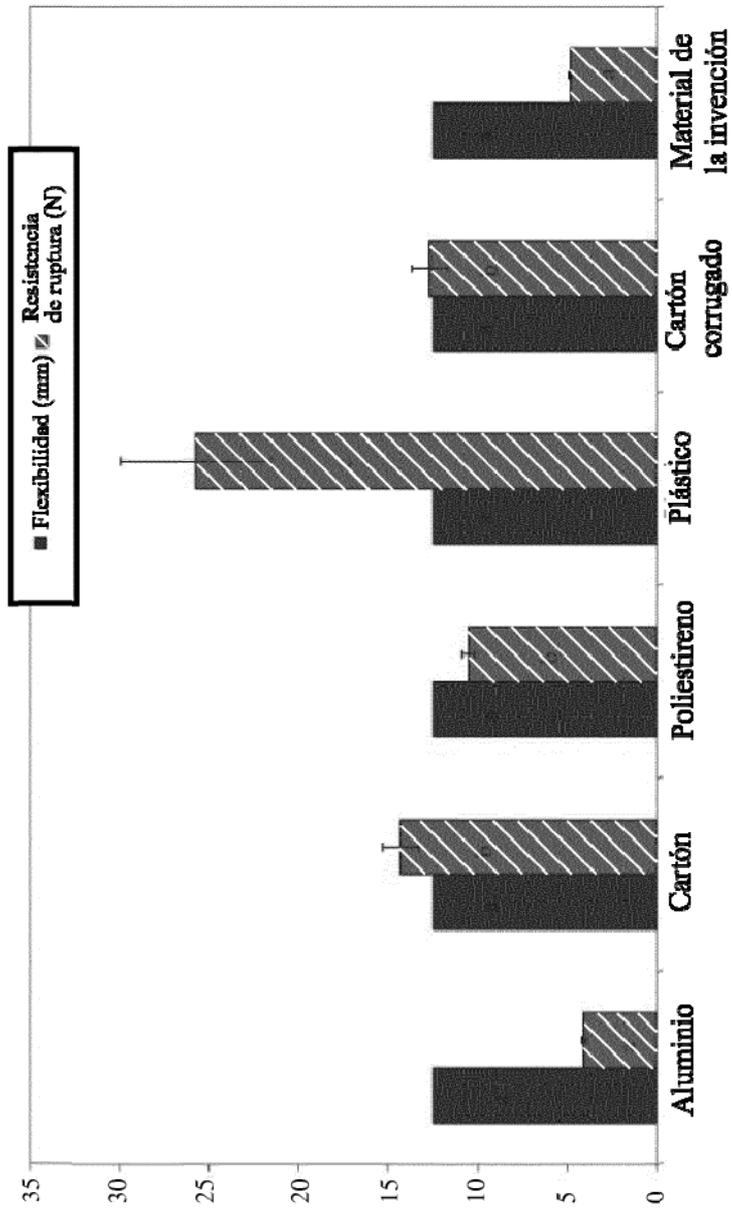
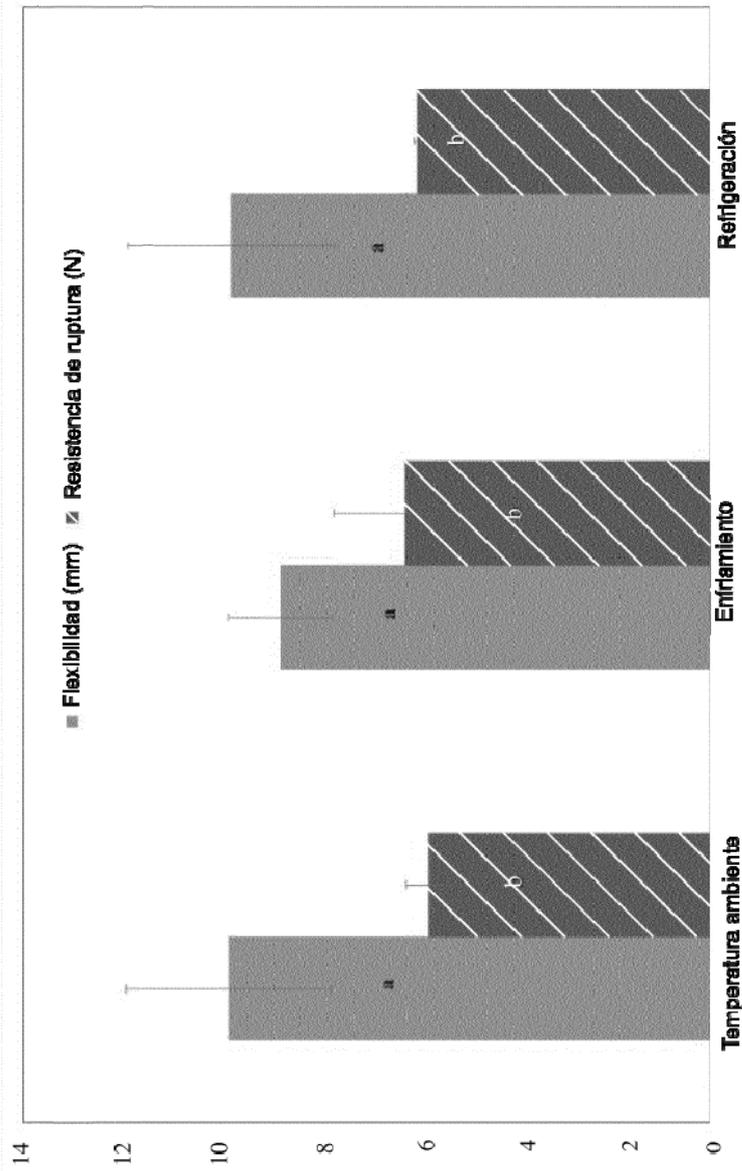


Fig. 4



Sistema de preservación
Fig. 5