

PROCESO DE OBTENCIÓN DE GRÁNULOS BIOMATERIALES PLÁSTICOS ECOLÓGICOS BIODEGRADABLES A PARTIR DE SALVADO DE ARROZ Y GRÁNULOS OBTENIDOS

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un proceso para obtener un granulado biodegradable a partir de la mezcla de salvado de arroz y un plástico reciclado o no que se transforma en granulado mediante procesos de extrusión o moldeo.

10

ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

Actualmente la contaminación por plásticos se ha convertido en uno de los retos medioambientales más acuciantes. La producción y su posterior disposición ya sea que
15 incluya su incineración o su vertimiento contribuye en gran medida al cambio climático y a la amenaza de la biodiversidad, contaminación de los océanos y su impacto en la cadena alimentaria. Si la tendencia actual continúa, en 2050 habrá unos 12 000 millones de toneladas de residuos plásticos en los vertederos contaminando el medio ambiente.

20 La contaminación ambiental derivada de los plásticos convencionales producidos a base de recursos fósiles se ha convertido en una preocupación mundial. En consecuencia, la producción de bio plásticos ambientalmente sostenibles es de gran atención en la comunidad científica internacional. Se han realizado grandes esfuerzos para desarrollar plásticos biodegradables a partir de recursos naturales renovables, esto con el objetivo
25 de producir materiales biodegradables que se asemejen al comportamiento de los polímeros de origen fósil. Los plásticos convencionales no son biodegradables por lo que permanecen en el medio ambiente durante cientos o miles de años, apenas se produce con el tiempo una ruptura física en partículas más pequeñas, liberando micro plásticos en vertederos y ambientes marinos. De esta manera ingresan a la cadena alimentaria y
30 en consecuencia a los cuerpos de los animales, eventualmente causando diferentes enfermedades. En este contexto, los bio plásticos, que pueden ser de base biológica o

biodegradable, aparecen como una alternativa prometedora para reemplazar o al menos reducir el uso excesivo de plásticos convencionales y sus residuos nocivos. Los biopolímeros derivados de fuentes renovables, como animales o plantas, pueden desempeñar un papel fundamental para superar los desafíos derivados del agotamiento de los recursos petroleros y los problemas ambientales relacionados con el uso creciente de plásticos derivados del petróleo. Estos biopolímeros pueden ser fibras naturales, celulosa, polisacárido, proteínas o lipopolisacáridos, etc. Uno de los polímeros con mayores posibilidades para el desarrollo de productos plásticos respetuosos con el medio ambiente, es el almidón termoplástico (TPS) el cual es elaborado mediante un proceso que requiere la aplicación del calor y energía mecánica para conformar una masa amorfa a partir de almidón, aditiva y plastificante.

Los TPS han generado mucho interés, en la fabricación de varios productos plásticos biodegradables debido a la abundancia de materias primas para su obtención, bajo costo de las mismas y facilidad de procesamiento, además se obtienen películas que ofrecen propiedades de barrera al oxígeno y al dióxido de carbono. Sin embargo, el TPS presenta alta permeabilidad al vapor de agua, alta absorción de humedad y bajas propiedades mecánicas en comparación con los materiales sintéticos ⁽¹⁾

Para superar estos problemas se han realizado con éxito mezclas de TPS y poliésteres biodegradables tales como el ácido poliláctico (PLA), la policaprolactona (PCL) y el Poli(Butilén Adipato-co-Tereftalato) (PBAT), obteniendo incrementos en las propiedades mecánicas, especialmente en la elongación máxima en el punto de rotura, así como la disminución de la permeabilidad al vapor de agua ⁽²⁾

Es muy conocido que el almidón de arroz puede ser convertido en (TPS) mediante el adecuado uso de plastificantes y bajo determinadas condiciones, pudiéndose emplear dicho almidón, entre otras aplicaciones, en la fabricación de envases y embalajes.

¹ Mendoza y velilla,2011; Yang, Wistrand y Hakkarainen 2012, Reolon,et al 2013.

² Shi,et al 2007,Olivato et al 2013,Garcia et al 2014

Asimismo, debido a su baja permeabilidad al oxígeno, puede ser empleado en aplicaciones que requieran buenas propiedades barrera al oxígeno. No obstante, si bien existen buenas expectativas de desarrollo de este tipo de materiales biodegradables, aún subsisten ciertos problemas de estabilidad estructural referentes a los TPS
5 fabricados a partir de almidones nativos. Estos inconvenientes son debidos, principalmente, tanto a la rigidez como a la fragilidad ocasionadas por factores como la higroscopicidad, la paulatina recristalización de las cadenas poliméricas de amilasa y amilopectina consecuencia del envejecimiento del material o la baja miscibilidad de la
10 amilosa y amilopectina en el plastificante. Dichos factores pueden llegar incluso a provocar la separación de fases entre las cadenas poliméricas y el plastificante, dando lugar a características no deseadas en los productos finales derivados de los mismos.

Es asimismo conocida la alta dependencia de las propiedades mecánicas del almidón desestructurado, principalmente en términos de elongación y fuerza, respecto al contenido en plastificante, así como de las condiciones ambientales relativas tanto a la
15 humedad, como a la temperatura, estando ambos factores altamente relacionados. Este hecho es una limitación importante en el desarrollo de los productos basados en almidón principalmente de arroz, habiéndose descrito distintas estrategias con objeto de dar solución a este problema. Entre estas estrategias cabe mencionar, por ejemplo, la posibilidad de mezclar el polvo de salvado de arroz con otros polímeros con un carácter
20 más o menos hidrofóbico y con mejores propiedades mecánicas. Por otra parte, diferentes estudios han demostrado que tanto el tipo como la distribución de las estructuras cristalinas en los gránulos de almidón pueden variar en función de la fuente del mismo. En este sentido, se diferencian dos tipos distintos de cristales, el denominado tipo A y el denominado tipo B. Así, los gránulos de almidón pueden contener únicamente
25 cristales tipo A, únicamente cristales tipo B o ambos tipos, dando lugar a almidones A, almidones B respectivamente.

El arroz es el principal cereal cultivado en el mundo y generalmente se procesa pelando y puliendo para eliminar el salvado del grano. Aunque el salvado de arroz constituye aproximadamente una décima parte del peso del arroz, todavía está muy inutilizado en
30 la industria. El salvado de arroz se considera un subproducto de bajo valor añadido que

se utiliza principalmente para la alimentación animal o como fertilizante orgánico. Sin embargo, las proteínas, microfibras y almidones presentes en el salvado de arroz se han utilizado en el desarrollo de bioplásticos, sus propiedades mecánicas y funcionales dependen de los parámetros de procesamiento y la composición. Esta valorización convierte el salvado de arroz en un producto de alto valor añadido, una nueva materia prima que se puede utilizar, para producir bio plástico biodegradable de base biológica, económico, que beneficia las empresas y el medio ambiente.

El salvado de arroz es el subproducto obtenido en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. La producción mundial de arroz se estima en unos 50 millones de toneladas por año, estando localizada principalmente en el Sudeste asiático y Australia. El salvado de arroz está constituido por parte de la almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen, y representa el orden del 8% del peso del grano.

En el proceso del arroz se obtienen además la cascarilla (20% del peso del grano), rica en fibra (65% FND) y en cenizas (20%, principalmente sílice), y arroz partido. La composición del salvado varía según su origen, especialmente en cuanto al nivel de grasa. Así, se ha observado una proporción de extracto etéreo más elevada en muestras australianas (22% sobre MS), que en muestras procedentes del Sudeste asiático (16%) o de California (13,5%). Además, en numerosas ocasiones el producto de importación que se ofrece procede de partidas previamente desengrasadas. El salvado puede ser adulterado con cascarilla, lo que reduce notablemente su valor nutritivo, dada la escasa concentración en nutrientes digestibles de ésta.

La principal característica del salvado de arroz es su alto contenido en grasa poliinsaturada (4% de ácido linoleico). Además, contiene una lipasa capaz de hidrolizar los triglicéridos. En consecuencia, el riesgo de enranciamiento es muy elevado, especialmente en zonas de clima cálido y húmedo, y donde las condiciones de almacenamiento no sean adecuadas. En algunas circunstancias se han observado niveles de oxidación de un 10% a las pocas horas de obtenerse el producto. La adición de antioxidantes ayuda a prevenir el problema, pero deben añadirse inmediatamente después del proceso de fabricación, y en cualquier caso no impiden la presencia de un

elevado contenido en ácidos grasos libres. Otras alternativas son la extracción del aceite, lo que reduce su valor energético, y su granulación posterior, o el tratamiento del salvado a altas temperaturas (extrusión, expansión) para inactivar la lipasa. En cualquier caso, la principal recomendación es que se consuma muy fresco.

- 5 El subproducto de arroz que normalmente se importa es el salvado de arroz desengrasado. Se presenta habitualmente granulado para facilitar su manejo. Este subproducto es de más fácil conservación que el salvado pero su nivel energético es muy inferior. Será, por tanto, objeto de esta invención, presentar una nueva alternativa para la fabricación de un biocompuesto material termoplástico caracterizado por emplear, como materia prima, el salvado de arroz procedente de residuos agroindustriales en el proceso del arroz

Por su parte, la patente CN104829902 se refiere a un método para producir gránulos de bioplástico que comprende las etapas de someter los orujo de aceituna de las fábricas de aceite de oliva a dos procesos químicos diferentes de trituración, tomando el material necesario para la producción de bioplástico a partir del orujo de aceituna triturado y adicionándolo en forma de polimerizador natural. titulares en él. En cambio, la presente invención se refiere a unos gránulos plásticos biodegradable con una alta tasa de degradación, buena flexibilidad y resistencia caracterizado porque se prepara a partir de polvo de cáscara, polvo de salvado de arroz el cual contiene almidón ,microfibra y aceites en su composición ,El cual es un residuo agroindustrial del proceso del arroz ,de bajo costo y que no requiere de un proceso de triturado o trillado externo ,como lo cita el antecedente ,en cuya formulación para los granulos de la presente invención se le adicionan un agente de acoplamiento y otros aditivos plastificantes y lubricantes en menos proporción entre un 3-5%.

25 Por otro lado, la solicitud CN103146033 se refiere a un método para producir un plástico biodegradable que comprende un pre-tratamiento para el almidón de arroz, mezclar las partículas sólidas con glicerol a alta velocidad, plastificando y extruyendo a través de una extrusora, obteniendo los pellets. Por su parte, la presente invención propone el uso de salvado de arroz en vez de un almidón en combinación con otros materiales sólidos. El

salvado contiene almidón, pero que a su vez cuenta con microfibras de celulosa y aceites en su composición lo que permite mayores propiedades mecánicas y de resistencia y menos costos de fabricación.

5 Asimismo, se encuentra en el estado de la técnica el material compuesto renovable y biodegradable a base de ácido poliláctico (PLA) con propiedades térmicas mejoradas, descrito en el documento WO2015048589. Este consiste en una composición que comprende PLA y micro partículas celulósicas, éstas últimas con un tamaño de aproximadamente 10 a 250 MU, que forman después del recocido el compuesto PLA /
10 celulósico, que tiene una temperatura de deflexión térmica mayor o igual a aproximadamente 85 °C a 66 Psi (445,05 kPa). Las micro partículas celulósicas se derivan de algodón, cáñamo, lino, ramio, sisal, madera dura, madera blanda, bosques mixtos, papel, celulosa, harina de madera, cáscaras de arroz, cáscara de coco, fibra de coco, o rastrojo de maíz u otra fuente de celulosa y están presentes entre 5 % y 70 %
15 del compuesto PLA/celulósicas. El procedimiento para preparar la composición comprende: secar el PLA a una humedad cercana a 250 ppm; secar la celulosa a una humedad de menos de 0.5%; dispersar el material celulósico a lo largo del PLA; formar pellets o gránulos del compuesto PLA/celulósicas; y opcionalmente recocer o secar los pellets. Finalmente, el material obtenido se puede utilizar en procesos de termo formado,
20 extrusión, moldeo o fundición de hoja para hacer el producto final deseado. Sin embargo, la inclusión de materiales residuales es poca, por lo que el proceso aún es costoso y difícil de implementar. La presente invención utiliza salvado de arroz que contiene almidón, fibra y aceites como además el uso de una celulosa en polvo carboximetil-celulosa (CMC), metilcelulosa y sus mezclas del 0,1 a 0,5% p/p, de bajo costo y fáciles
25 de conseguir para mejorar sus propiedades mecánicas.

El documento KR20150105096 se refiere a una composición de material compuesto de fibra natural de poliolefina para moldeo por extrusión. De manera más específica, la composición incluye un compatibilizador basado en polipropileno formado mediante injerto de una resina de poliolefina (20 a 95% en peso), fibras naturales (3 a 40% en
30 peso), caucho de elastómero termoplástico (1 a 30% en peso) y anhídrido maleico (2 a 10% en peso). Mediante la utilización de una estructura tridimensional y el tamaño de

partícula del compatibilizador basado en polipropileno y el ajuste de la tasa de acoplamiento del ácido maleico, la invención puede mejorar la estabilidad dimensional, las propiedades físicas, y la calidad de superficie. De acuerdo a lo anterior, la composición puede ser utilizada como material para un artículo de moldeo por extrusión.

5 Igual que la invención anterior, no tiene mucha inclusión de residuos problemáticos provenientes de diferentes industrias, y la utilización de químicos es bastante alta, lo cual hace que el proceso no sea rentable y sí bastante costoso. La presente invención propone el uso de salvado de arroz que contiene microfibras de celulosa que reemplaza el uso de otros tipos de fibras, las cuales conllevan procesos de selección, secado y
10 molienda, reduciendo así procesos, tiempos y costos de producción.

Sin embargo, de estas alternativas mencionadas se puede concluir que presentan limitaciones en sus propiedades enfocados a una industria particular, de tal manera que se crea la necesidad de un bioplástico que incorpore un residuo industrial que tenga un contenido rico en fibra, lípidos insaponificables y ácidos grasos, el cual permita obtener
15 propiedades mecánicas deseables para su utilización en diferentes campos de industrias.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

20 Con el fin de atender esta problemática se ha desarrollado unos biocompuestos ecológicos y biodegradables que pueden minimizar los problemas ambientales de contaminación del suelo, el aire y el mar a partir de un ingrediente natural y residual como lo es el salvado de arroz para formar parte de una matriz plástica que comprende
25 poliolefinas y compuestos plastificantes y desmoldantes ecológicos, tales como plastificantes, aditivo biodegradable, agente de entrecruzado y estereato de zinc que permita una variabilidad en sus propiedades mecánicas para su utilización en diferentes campos de industrias.

30 Dichos biocompuestos se obtienen mediante procesos de extrusión doble o multitornillo de sus componentes, en varias formulaciones con el fin de obtener gránulos o pellets

con características de resistencia, rigidez y densidad específicas de acuerdo a los usos y necesidades del campo de aplicación, entre los que se encuentra la industria automotriz, juguetería, envases y utensilios de uno o varios usos, productos de limpieza y empaques en general.

5

Los gránulos biocompuestos de la presente invención se pueden utilizar en procesos de moldeo por inyección y extrusión. Además, se pueden producir láminas de diferentes espesores y también es posible utilizar los bio-compuestos en procesos de termo formado, o termo prensado. También, varias combinaciones son posibles cuando los bio-

10 compuestos son pulverizados y utilizado en el proceso de rotomoldeo, o a bajas dosificaciones en el proceso de soplado.

El granulado biocompuesto comprende:

15 (a) Polvo de almidón de salvado de arroz en un 20 al 70 % p/p, siendo una macromolécula que está compuesta por dos polímeros distintos de glucosa, la amilosa y la amilopectina.

(b) Resinas originales o recicladas en polvo, de alguna poliolefina, de polietileno de alta (PEAD) o polietileno de baja densidad (PEBD) o resina de polipropileno (PP), de 20

20 al 70 %. p/p, que son materiales plásticos sintetizados a partir de hidrocarburos alifáticos de cadena corta (olefina) que se van uniendo uno tras otro hasta formar una cadena de gran longitud y elevado peso molecular.

(c) Resina de alcohol polivinílico (PVA) del 2 al 5% p/p, que es un polímero sintético, soluble en agua, excelente formador de película, emulsificante, modificador de la

25 viscosidad y adhesivo.

(d) Plastificante que corresponde a sorbitol que es un polialcohol, alcohol polihidrico o alditol de azúcar o glicerina / propano-1,2,3-triol, glicerol que es un alcohol con tres grupos hidroxilos. De 5 a 15% p/p, este material aporta flexibilidad a la matriz plástica.

(e) Al menos una celulosa del 0,1 a 0,5% p/p, seleccionada del grupo que consiste en: carboximetil-celulosa (CMC), metilcelulosa y sus mezclas.

5 (f) Aditivos Oxoxo degradables, del 0,5 al 2% p/p pulverizados. son una combinación de una sal metálica de un ácido carboxílico y un ácido alifático poli hidroxí-carboxílico que permiten La oxobiodegradación que es un proceso de descomposición química de la materia en el cual ocurren oxidación y biodegradación simultánea o sucesivamente. Una característica de la materia oxobiodegradable es que puede descomponerse en cualquier ambiente siempre y cuando haya oxígeno incluso en la ausencia de agua o .Aditivo biodegradable del 0,5 al 2% p/p pulverizados. Que un material polimérico basado
10 en carbohidratos que se forma a partir de uno o más almidones y un plastificante como glicerina El material polimérico a base de carbohidratos es menos cristalino que los materiales de almidón de partida, por ejemplo, es sustancialmente amorfo y tiene una cristalinidad de no más del 20%. Las pruebas de terceros muestran que las mezclas de tales materiales hacen que toda la mezcla sea biodegradable, lo que se cree que se debe
15 a que el material polimérico a base de carbohidratos sustancialmente amorfo y de baja cristalinidad rompe la barrera higroscópica asociada con el material plástico no biodegradable, de modo que cuando se mezclan, tanto el material plástico y el material polimérico a base de carbohidratos son biodegradables.

(g) Agente de entrecruzado anhídrido maleico del 0.5 al 1 % p/p . El maleico Anhídrido del
20 ácido maleico, de fórmula $C_4H_2O_3$. Se obtiene, principalmente, por oxidación catalítica, en fase vapor del benceno. Se utiliza en la fabricación de copolímeros, resinas alquílicas y poliésteres.

(h) agente desmoldante ácido esteárico del 2 a 5% p/p. Este ácido es un ácido graso
25 saturado de 18 átomos de carbono presente en aceites , grasas animales y vegetales o estearato de zinc del 2 a 5% p/p, una sal metálica de un ácido graso y con el ácido sirven para desmoldar y repelar el agua .

El procedimiento para la obtención de biomateriales plásticos ecológicos comprende las siguientes etapas:

- a) Proporcionar una corriente (A) que contiene salvado de arroz, resina en polvo y al menos una celulosa
- 5 b) Proporcionar una corriente (B) que contiene sorbitol o glicerina, anhídrido maleico y un aditivo biodegradable que comprende ácido esteárico o estereato de zinc
- c) Proporcionar una corriente (C) que contiene un plástico que contiene una poliolefina
- 10 d) Mezclar y homogenizar todas las corrientes (A), (B) y (C) hasta conseguir completa absorción y homogenización.
- e) Secar
- f) Extruir y peletizar las mezclas hasta obtener gránulos.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE FIGURAS

20 **Figura 1.** Diagrama de flujo de proceso para la obtención de los gránulos biocompuestos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FIGURAS

25 En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo de proceso de las etapas principales que se deben llevar a cabo para obtener los gránulos biocompuestos con las propiedades esperadas.

30

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El procedimiento para la obtención de biocompuestos plásticos, ecológicos y biodegradables tiene como propósito incluir un ingrediente biodegradable en una matriz plástica que permita mejorar las propiedades mecánicas y de biodegradación.

Así que es posible incluir plásticos que normalmente son desechados, tales como los que contienen poliolefinas, es decir cualquier polietileno de alta, media o baja densidad, polipropileno y otras poliolefinas. Con la ayuda de unos aditivos tales como agente de entrecruzamiento, agentes desmoldantes, plastificantes es posible extruir dicha mezcla para obtener unos pellets con buena resistencia, rigidez y densidad específicas. Dependiendo de la aplicación final, se usa una relación másica de polvo de salvado de arroz con respecto a los plásticos reciclados de 1:1 hasta 1:4. Alternativamente, una relación de 1:1 a 1:2 o incluso 1:1 a 1:3. Por ejemplo se pueden producir en forma de cualquier estructura concebible, incluidos, entre otros, botellas, cajas, otros recipientes, láminas, películas, bolsas y similares. Las películas delgadas para bolsas y envolturas de película (p. ej., para envolver alrededor o sobre un producto) pueden fabricarse fácilmente utilizando equipos de película soplada.

En una modalidad de la presente invención en la etapa a) donde se proporciona salvado de arroz, resina en polvo y al menos una celulosa. La resina en polvo puede ser una resina que incluya algún grupo funcional vinílico, preferiblemente de alcohol polivinílico y la celulosa puede ser tanto carboximetilcelulosa como metilcelulosa o un derivado de celulosa, tal como metiletilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa o etilcelulosa. En la etapa b) preferiblemente se usa glicerina y el aditivo biodegradable corresponde a ácido esteárico. Otros agentes plastificantes como alcoholes polihídricos, y aceites, se utilizan para mejorar la flexibilidad y elongación del material elaborado. La adición de surfactantes y emulsionantes reduce la actividad del agua superficial y la velocidad en la pérdida de humedad de los alimentos recubiertos ⁽³⁾.

3 Bósquez-Molina & Vernon-Carter, 2005

En cuanto a la etapa c) el plástico puede comprender una poliolefina termoplástica, preferiblemente reciclada, correspondiente a polietilenos o polipropilenos de alta, media o baja densidad.

5

En otra modalidad complementaria, la mezcla de los componentes mediante una mezcladora industrial, a una velocidad de rotación entre 100 y 400 rpm. Preferiblemente 100 rpm Durante 30 a 60 minutos, preferiblemente 40 minutos hasta conseguir la completa absorción y homogenización de los componentes. El secado de la mezcla, puede llevarse a cabo en marmita o en horno cerrado durante un tiempo mínimo de 1 hora, que puede extenderse a 2 u 4 horas, a una temperatura entre 60°C a 100°C, preferiblemente 80 °C hasta que toda la mezcla alcance un grado de humedad entre 1 a 10%, especialmente 1 a 5%, preferiblemente 2 a 3%.

10

15 Por otro lado, lo que se refiere al paso de las mezclas, por al menos un extrusor, ya sea que contenga un solo tornillo, doble tornillo o incluso tornillo múltiple

EJEMPLOS DE EJECUCIÓN DE LA INVENCION

20 Se realizó el diseño y formulación de los gránulos a partir de diferentes resinas termoplásticas, utilizando diferentes criterios de formulación, con el fin de obtener diferentes tipos de propiedades.

Ejemplo 1.

25 A) En una primera etapa, se pesaron y se mezclaron en seco: 400 gramos de Polvo de salvado de arroz, 30 gramos de Resina PVA (alcohol poli vinílico en polvo) hidratado previamente en 100 mililitros de agua y 2 gramos de carboximetilcelulosa (CMC), en polvo hidratada previamente en 10 mililitros de agua.

30 B) En otro recipiente se pesaron y mezclaron 100 gramos de sorbitol con 1 gramo anhidro-maleico, 4 gramos de aditivo biodegradable de carbohidratos de

almidones pulverizados con 20 gramos de (h) ácido esteárico.

C) Por otro lado, se pesaron 443 gramos de (b) polietileno original de alta densidad en polvo.

5 D) Se mezcló y homogenizó los componentes de los pasos A, B, C con una mezcladora industrial, a una velocidad de rotación entre 100 rpm. Durante 40 minutos, hasta conseguir la completa absorción y homogenización de los componentes.

E) Se secó la mezcla en marmita u horno a una temperatura de 80°C durante 2 horas

10 F) Se extruyó y peletizó la mezcla seca en un extrusor con un perfil de temperatura entre 120°C (Alimentación) pasando por 130°C a 140°C hasta llegar a 130°C en la boquilla de salida, para obtener un cordón que se cortó en piezas para obtener gránulos.

La humedad final de los gránulos obtenidos fue del 4 %

15

Ejemplo 2.

A) En una primera etapa, se pesaron y se mezclaron en seco: 400 gramos de Polvo de salvado de arroz, 30 gramos de Resina PVA (alcohol poli vinílico en polvo) hidratado previamente en 50 mililitros de agua y 2 gramos de carboximetilcelulosa, en polvo hidratada en 10 mililitros de agua.

20

B) En otro recipiente se pesaron y mezclaron 100 gramos de glicerina con 1 gramo anhídrido-maleico, 4 gramos de aditivo biodegradable de carbohidratos de almidones pulverizados con 20 gramos de ácido esteárico.

C) Por otro lado, se pesaron 243 gramos de (b) polietileno original de alta o baja densidad en polvo y se mezclan con 200 gramos de polietileno reciclado de alta o baja densidad en polvo.

25

D) Se mezclaron y homogenizaron todos los componentes de los pasos A, B, C, se secó la mezcla

E) Se extruyó y peletizó la mezcla seca en un extrusor con un perfil de temperatura

entre 130°C (Alimentación) pasando por 130°C a 140°C hasta llegar a 140°C en la boquilla de salida, para obtener un cordón que se cortó en piezas para obtener gránulos.

La humedad final de los gránulos obtenidos fue del 3,5 %

5

Ejemplo 3.

A) En una primera etapa, se pesaron y se mezclaron en seco: 400 gramos de Polvo de salvado de arroz, 30 gramos de Resina PVA (alcohol poli vinílico en polvo) hidratado previamente en 30 mililitros de agua en agua y 2 gramos de carboximetilcelulosa, en polvo hidratada en agua previamente. en 8 mililitros de agua.

10

B) En otro recipiente se pesaron y mezclaron 100 gramos de glicerina con 1 gramo anhídrido-maleico, 4 gramos de aditivo biodegradable carbohidratos de almidones pulverizados con 20 gramos de ácido esteárico.

15

C) Por otro lado, se pesaron 443 gramos de polipropileno reciclado en polvo

D) Se mezclaron y homogenizaron todos los componentes de los pasos A, B, C, se secó la mezcla

E) Se extruyó y peletizó la mezcla seca en un extrusor con un perfil de temperatura entre 130°C (Alimentación) pasando por 130°C hasta llegar a 135°C en la boquilla de salida, para obtener un cordón que se cortó en piezas para obtener gránulos. La humedad final de los gránulos obtenidos fue del 3 %

20

Ejemplo 4.

25

A) En una primera etapa, se pesaron y se mezclaron en seco: 400 gramos de Polvo de salvado de arroz, 30 gramos de Resina PVA (alcohol poli vinílico en polvo) hidratado previamente en 20 mililitros de agua

B) En otro recipiente se pesaron y mezclaron 100 gramos de sorbitol con 1 gramo anhidro-maleico, 4 gramos de aditivo biodegradable carbohidratos de almidones pulverizados con 20 gramos de ácido esteárico.

5 C) Por otro lado, se pesaron 243 gramos de polipropileno original con 200 gramos de polipropileno reciclado en polvo

D) Se mezclaron y homogenizaron todos los componentes de los pasos A, B, C, se secó la mezcla

10 E) Se extruyó y peletizó la mezcla seca en un extrusor con un perfil de temperatura entre 135°C (Alimentación) pasando por 135°C hasta llegar a 140°C en la boquilla de salida, para obtener un cordón que se cortó en piezas para obtener gránulos. La humedad final de los gránulos obtenidos fue del 3.5 %

Ejemplo 5.

15 A) En una primera etapa, se pesaron y se mezclaron en seco: 200 gramos de Polvo de salvado de arroz, 20 gramos de Resina PVA (alcohol polivinílico en polvo hidratado previamente en 20 mililitros de agua en agua

20 B) En otro recipiente se pesaron y mezclaron 80 gramos de sorbitol con 1 gramo anhidro-maleico, 2 gramos de aditivo biodegradable de carbohidratos de almidones pulverizados con 10 gramos de ácido esteárico.

C) Por otro lado, se pesaron 686 gramos de polietileno original

D) Se mezclaron y homogenizaron todos los componentes de los pasos A, B, C, se secó la mezcla y se extruyó como se indicó en el Ejemplo 1.

La humedad final de los gránulos obtenidos fue del 3.5 %

Ejemplo 6.

A) En una primera etapa, se pesaron y se mezclaron en seco: 200 gramos de Polvo

de salvado de arroz, 20 gramos de Resina PVA (alcohol poli vinílico en polvo) hidratado previamente en **10 mililitros de agua**

B) En otro recipiente se pesaron y mezclaron 80 gramos de sorbitol con 1 gramo anhidro-maleico, 2 gramos de aditivo biodegradable de carbohidratos de almidones pulverizados con 10 gramos de ácido esteárico.

C) Por otro lado, se pesaron 686 gramos de polietileno reciclado de baja densidad en polvo.

D) Se mezclaron y homogenizaron todos los componentes de los pasos A, B, C, se secó la mezcla y se extruyó como se indicó en el Ejemplo 1.

La humedad final de los gránulos obtenidos fue del 2.5 %

Los gránulos obtenidos de los ejemplos anteriores cuentan con una estructura semicristalina, el color a seleccionar según pigmentación.

Asimismo, en cuanto a las propiedades físicas se obtuvieron los siguientes valores:

Resistencia a la fusión (MVR) (190°C, 2,16 kg)	<2,0 mL/10 min
Termoestabilidad	>290°C
Índice de fluidez	10,12 g/10 min
Volumen masa fundida	13,50 cm ³ /10 min

De acuerdo con la tabla anterior, se puede concluir que los granulados plásticos biodegradables tienen una alta resistencia a la fusión y una buena estabilidad. Además, que por su componente biodegradable superará las pruebas de biodegradación anaeróbica de materiales plásticos en diferentes condiciones.

VENTAJAS DE LA INVENCION

- Los bio compuestos desarrollados de la presente invención, tienen buenas propiedades específicas, alto rendimiento y bajos costos de fabricación, además de

que son capaces de reemplazar aplicaciones de varios termoplásticos procedentes de fuentes de almidones tradicionales que reemplazan cultivos alimentarios para la población y/o reforzados o rellenos con microfibras de celulosa contenidas en el salvado de arroz, para el desarrollo de diferentes productos plásticos más sostenibles.

- Su proceso de dosificación ofrece un alto rendimiento, diferentes usos de plásticos y variados grados de combinaciones a la medida del producto.
- También, es de resaltar que los nuevos bio compuestos se puede moldear en máquinas de inyección de plásticos con diferentes grados de temperaturas y que van desde 10 a 2000 toneladas

A pesar de que se ha descrito tanto la invención como sus ventajas con suficiente detalle, debe entenderse que pueden hacerse cambios, sustituciones, alteraciones sin alejarse del espíritu y alcance de la invención que está definido por las siguientes reivindicaciones.