

FORMULACIÓN Y MÉTODO DE OBTENCIÓN DE UN MATERIAL PLÁSTICO BIODEGRADABLE

CAMPO DE LA INVENCION

5

Las composiciones y las láminas plásticas obtenidas a través del proceso de obtención de la presente invención pueden ser aprovechado industrialmente en el sector de la industria de insumos plásticos, específicamente en el área de plásticos biodegradables.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Actualmente existe un impacto desfavorable para el medio ambiente, causado por los artículos u objetos elaborados con plástico, como el polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), que son los polímeros que más se encuentran en el mercado: la degradación de estos en el medio ambiente es más lenta por la conformación implícita de sus moléculas, que no permiten que los factores ambientales normales, los descompongan en un corto tiempo.

20

En cuanto a la producción de materiales plásticos, esta ha incrementado de manera abrupta. Para el 2018 se produjeron 359 millones de toneladas métricas a nivel mundial y según estadísticas, para el 2050 se proyecta una producción de más de mil toneladas métricas, lo cual es una cantidad exagerada y da entender que el consumismo en la sociedad está llevando a la producción de estos materiales sin pensar en las repercusiones que pueden a tener a futuro¹

25

Son de gran interés, entonces, los polímeros que puedan ser degradados fácilmente bajo las condiciones normales del medio ambiente, porque con estos se pueden elaborar plásticos (denominados bioplásticos) que resultan ser una alternativa al corto y mediano plazo a la actual problemática que hay con la acumulación plástico convencional: Estos biopolímeros pueden obtenerse a través de procesos que aprovechan polímeros presentes o producidos por plantas, animales y microorganismos.

35

Un polímero biodegradable se define como aquel que comprende la característica implícita de ser degradado completamente por los recursos presentes en el medio ambiente², como el agua, la temperatura o los microorganismos

¹ Chia, W. Y., Ying Tang, D. Y., Khoo, K. S., Kay Lup, A. N. & Chew, K. W. (2020). Nature's fight against plastic pollution: Algae for plastic biodegradation and bioplastics production. Environmental Science and Ecotechnology, 4, 100065. <https://doi.org/10.1016/j.esse.2020.100065>

² Labeaga, A. (2018). Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones. (Trabajo de grado). UNED, Madrid.

presentes. Estos polímeros biodegradables pueden ser de origen natural o pueden ser sintéticos³. En cualquiera de los dos casos, para que ocurra esta degradación espontánea y en menos tiempo, los biopolímeros deben tener en su estructura elementos y una configuración de elementos que también son

5 sustratos o están presentes en los sistemas biológicos: elementos tales como aminoácidos, azúcares, lípidos, entre otros⁴.

Esta medida e la corta o reducida duración en el tiempo (comparada con otros polímeros) se hace a través de su índice de degradación/biodegradación, el cual

10 puede ser relacionado a las condiciones normales del medio ambiente o relacionado a la ayuda de otros compuestos. También se caracterizan a través de estudios de evaluación de su ciclo de vida - LCA (Life Cycle Assessment por sus siglas en inglés), que es una prueba avalada por la ISO, donde se pone en evidencia la duración en el tiempo y el impacto que la misma puede tener para

15 el medio ambiente⁵. Otros trabajos realizados, comprenden la compilación de muchas pruebas LCA realizadas a diversos materiales de bioempaques⁶, en donde se deja evidencia de la menor generación de sustancias que impactan negativamente en el ambiente. Muchos de estos biopolímeros también pueden terminar siendo material de compostaje para los cultivos⁷.

20 Otro punto a favor, pero esta vez relacionado a su fabricación, resulta ser la disminución del gasto energético (medido en energía no renovable) que está relacionado con dicha producción de biopolímeros, y, además, la reducida emisión de gases de efecto invernadero⁸.

25 Se identificó, mediante revisiones sistemáticas, que los residuos aprovechables para la extracción u obtención de polímeros para la elaboración del bioplástico pueden ser tanto de origen animal como de origen vegetal. En origen animal tenemos: patas de pollo, huesos de bovino, pieles, plumas, escamas y huesos

30 de pescados, restos de crustáceos, suero y cascara de huevo. En el origen vegetal tenemos: cáscara de plátanos, cáscara de papas, maíz, residuos de yuca, cáscara de arroz, paja de Arroz y soja⁹.

³ Álvarez da Silva, L. (2016). Bioplásticos: obtención y aplicaciones de polihidroxialcanoatos. (Tesis de grado) Universidad de Sevilla, Sevilla.

⁴ Babu, R. P., O'Connor, K., & Seeram, R. (2013). Current progress on bio-based polymers and their future trends. *Progress in Biomaterials*, 2(1), 8. <https://doi.org/10.1186/2194-0517-2-8>

⁵ Mercado, G. Domínguez, M., Herrera, I. & Melgoza, R. M. (2017). Are Polymers Toxic? Case Study: Environmental Impact of a Biopolymer. *Journal of Environmental Science and Engineering B*, 6(3). <https://doi.org/10.17265/2162-5263/2017.03.002>

⁶ Weiss, M., Haufe, J., Carus, M., Brandão, M., Bringezu, S., Hermann, B., Patel, M. K. (2012). Review of the Environmental Impacts of Biobased Materials. *Journal of Industrial Ecology*, 16(S1), S169-S181. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00468.x>

⁷ Labeaga, A. (2018). Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones. (Trabajo de grado). UNED, Madrid.

⁸ Brizga, J., Hubacek, K., & Feng, K. (2020). The Unintended Side Effects of Bioplastics: Carbon, Land, and Water. *One Earth*, 3(4), 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.004>

⁹ Arotoma Chujutalli, Lizbeth Fiorela. “Revisión bibliográfica de la elaboración de bioplástico a partir de residuos de origen animal y vegetal”. LIMA – PERÚ 2020.

En resumen, en la actualidad existen varios biomateriales, pero en su gran mayoría implican métodos de extracción que son costosos y su tiempo de degradación es, de todas formas, extenso (hasta 3 años).

5 Y finalmente, los materiales más tecnificados, como los oxo-biopolímeros, son plásticos que contienen aditivos que aceleran la descomposición de las moléculas de polímeros, un proceso que hace que se generen microplásticos, que también tienen su propio impacto negativo, en especial al nivel oceánico.

10 Existen otros desarrollos, como por ejemplo el que podemos encontrar en la solicitud de patente argentina AR107134, en donde se exponen películas biodegradables, comestibles y sensibles al agua. Se menciona en este documento que estas películas pueden ser utilizadas como material para la fabricación de envases o bolsas que pueden contener y transportar productos de
15 diversa índole, tales como composiciones sólidas agrícolas peligrosas como pesticidas, herbicidas o cualquier agroquímico. Sin embargo, este tipo de película plástica utiliza combinaciones más complejas con otros polímeros tales como almidón y nanocelulosas que incrementan los costos y complican los métodos de fabricación.

20

En la patente china CN112852172, se desarrolla una película que hace las veces de un mantillo para uso agrícola, a base de gelatina, de entrecruzamiento múltiple o reticulada, completamente biodegradable. De la misma forma que el desarrollo mencionado anteriormente, acá se utiliza otro ingrediente adicional:
25 una sal de THP dentro de la formulación que no se requiere para obtener la película plástica con formulación de la presente invención.

Otros desarrollos que utilizan polímeros adicionales, como por ejemplo la patente china CN104098792 emplea almidón de maíz, urea, hidroxipropilmetilcelulosa y utilizan además otros solventes que no son
30 amigables con el medio ambiente y pueden llegar a ser tóxicos para los seres humanos, tal y como lo es el formaldehído.

Finalmente, la patente china CN101831086 revela un material biodegradable plástico, especialmente diseñado para piezas de vajilla desechables, en donde
35 adicionalmente se usa almidón de maíz, varios compuestos auxiliares, fibras vegetales, agentes espumantes y agentes antihumedad, ácido esteárico, estearato de butilo, ceras, aceite de soja epoxidado y carboximetilcelulosa.

40 En conclusión, no existe en el mercado actual una composición ni un proceso de obtención simple, que permita elaborar láminas plásticas biodegradables

a partir de agua, gelatina, PVA y glicerina, sin aditivos adicionales que suplan la necesidad de los usuarios de bolsas plásticas biodegradables.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5

La invención está relacionada con una formulación a base de agua, alcohol polivinílico (PVA) y gelatina. De dicha formulación, al secarse en una cámara de aire circulante a una temperatura de 50°C, se obtienen láminas plásticas.

10

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En la Figura 1 se aprecian unas fotografías tomadas al microscopio electrónico de barrido en donde se evidencia la continuidad y la ausencia de fracturas de las láminas obtenidas con la formulación y el método descritos en la presente invención.

15

En la Figura 2 se aprecia una fotografía de la lámina plástica obtenida mediante la formulación y el método descritos en la presente invención, sobre su respectivo molde cubierto de melamina.

20

En la Figura 3 se aprecia el diseño final de unas bolsas fabricadas con la lámina obtenida mediante la formulación y el método descritos en la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

25

La presente invención está relacionada con una formulación a base de agua, alcohol polivinílico (PVA) y gelatina, caracterizada porque comprende 1200 c.c. de agua, 24 gramos de gelatina con sabor, 48 gramos de alcohol polivinílico (PVA), 24 gramos de gelatina sin sabor y 15 c.c. de glicerina. De dicha formulación, al secarse en una cámara de aire circulante a una temperatura de 50°C, se obtienen láminas plásticas.

30

Las láminas plásticas así obtenidas tienen unas dimensiones variables que dependen de las dimensiones de la placa o el molde de secado. Su densidad, flexibilidad y valores de dureza y resistencia mecánica variables, dependen de las concentraciones de gelatina, PVA y glicerina dentro de la formulación. Pueden ser selladas y unidas entre sí con el uso de agua. Tienen un tiempo de vida media en condiciones normales de uso de 15 a 18 meses y pueden ser completamente diluidas en agua o biodegradadas en ambientes de alta humedad en un tiempo estimado de 2 horas. También se refiere a un proceso de obtención de dichas láminas plásticas.

40

En la Tabla 1 se pueden apreciar las cantidades e ingredientes utilizados en una primera forma de obtención de la lámina plástica:

Tabla 1. Ingredientes y cantidades ejemplo 1.

REACTIVOS	CANTIDAD	Lámina de bioplástico de 240 cm x 90cm
PVA	48 g	
gelatina con sabor	48 g	
Agua	1200 c.c.	
gelatina sin sabor	15 g	
glicerina	500 c.c.	

En esta primera versión de la formulación, pudimos observar que en las cantidades indicadas y a través de un método de dilución y mezcla a una temperatura de ebullición del agua, tras varias pruebas, en donde se variaban las cantidades de los ingredientes, era posible obtener una lámina plástica tras el posterior secado a condiciones ambientales, sobre una lámina de dimensiones preestablecidas. También detectamos que se requeriría de un elemento antiadherente en las láminas de secado o los moldes a utilizar, para facilitar el retiro de la lámina plástica biodegradable ya seca.

Posteriormente, y buscando esta vez la variación en las características de la lámina plástica biodegradable final, se hicieron varias combinaciones, que se exponen en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2. Ingredientes y cantidades ejemplo 2

REACTIVO	Ensayo #1 (gramos)	Ensayo #2 (gramos)	Ensayo #3 (gramos)	Ensayo #4 (gramos)	Ensayo #5 (gramos)
Agua	1300	800	1200	1200	3000
PVA	48	48	48	48	110
Gelatina sin sabor	38	40	50	24	0
Gelatina con sabor	10	18	0	24	120
Glicerina	11	2	0	8	24

Finalmente, expusimos varias de las láminas del bioplástico así obtenido para
25 caracterizarlas y obtener alguna información sobre su duración y estabilidad en
diferentes condiciones. En la siguiente Tabla 3 colocamos los resultados
encontrados para tres tipos de láminas plásticas biodegradables obtenidas, se

les realizaron pruebas de resistencia mecánica colocación de diferentes pesos, para un total de resistencia de 72 kilos con una bolsa de medidas de 43 x 35 cm, su posibilidad de ser pegadas y selladas con agua y el tiempo de vida útil bajo las condiciones normales de uso y de almacenamiento. Adicionalmente, se tomaron unas fotografías a cada tipo de lámina obtenida al microscopio electrónico de barrido en donde se evidencia la continuidad y la ausencia de fracturas de las láminas obtenidas con la formulación y el método descritos en la presente invención.

10 Tabla 3. Resultados de desempeño en las bolsa de la invención

BOLSAS						TIEMPO DE DEGRADACIÓN EN DIFERENTES AMBIENTES		
Características			Calibre (grosor)	Resistencia Mecánica	Sellado	En la calle	En la naturaleza	En almacena miento
Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso soport ado						
18	11	250 g	0.2 mm	250 g	Con agua	2 horas	5 días	18 meses
22	14	500 g	0.2 mm	500 g	Con agua	2 horas	7 días	18 meses
24	16	1000 g	0.2 mm	1000 g	Con agua	2 horas	8 días	15 meses

Tanto para la obtención de las láminas plásticas del ejemplo 1 como para el ejemplo 2, se pesaron los ingredientes correspondientes con una gramera. Se colocó un recipiente metálico con la cantidad de agua previamente indicada y se calentó hasta ebullición. Posteriormente, en un vaso precipitados se agregaron 800 ml de agua y se coloca dicho vaso precipitado a baño de maría dentro del recipiente metálico con el agua en punto de ebullición. Se agregaron los ingredientes dentro del agua del vaso de precipitados y se mezclaron manualmente hasta obtener una composición homogénea, viscosa, pero sin grumos, aproximadamente durante unos 15 minutos. Esta mezcla homogénea se vertió en un recipiente plástico con la capacidad suficiente, sobre 400 ml de agua fría y se agitó lentamente durante 5 minutos.

Posteriormente, tal como se observa en la figura 2, se coloca la cantidad suficiente dentro de unas bandejas recubiertas con melamínico blanco (antiadherente) y se esparce hasta cubrir homogéneamente toda la superficie de cada bandeja. Estas bandejas se pueden dejar secando al medio ambiente o se pueden colocar en una cámara de secado (ventiladores de aire caliente a una temperatura de 50 °C durante 15 minutos). Las láminas así obtenidas, pueden ser luego enrolladas para su almacenamiento o recortadas en láminas más pequeñas. Para la conformación de las bolsas u otras formas, lo único que se debe es humedecer los bordes o las partes de la lámina que se requieren unir y ejercer presión hasta el secado de la unión.

EJEMPLO 3

Para el escalamiento a nivel industrial, se realizaron varias composiciones, de las cuales se seleccionaron las que se revelan en la siguiente Tabla 4:

5 Tabla 4. Composiciones para escalamiento industrial

Material	Fórmula #1	Fórmula #2	Fórmula #3	Fórmula #4	Fórmula #5
Agua	92.4%	88.1%	92.4%	92.1%	92.2%
PVA	3.4%	5.3%	3.7%	3.7%	3.4%
Gelatina	3.4%	6.4%	3.8%	4.4%	3.7%
Glicerina	0.8%	0.2%	0%	0.6%	0.7%

Entonces para preparar 1000 g de una formulación para la elaboración de las láminas biodegradables de la presente invención, y a manera de la mejor forma de llevar a cabo la presente invención, se sigue el siguiente procedimiento:

- 10 Se pesan 500 gramos de agua y se colocan en un recipiente a calentar hasta que se tenga una temperatura entre los 90 - 100°C. Se pesan 29 gramos de alcohol polivinílico (PVA), 43.4 gramos de gelatina y 4.6 gramos de glicerina. Se adiciona primero la gelatina al agua en punto de ebullición y se mezcla durante un tiempo de 20 minutos hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente
- 15 se adiciona el PVA y la glicerina y se mantienen la velocidad de mezcla inicial, y deberá mantenerse la homogeneidad de la mezcla. Luego, en otro recipiente o tanque de capacidad suficiente, se agregan primero 500 gramos de agua fría y sobre esta cantidad de agua se agrega la mezcla de ingredientes previamente elaborada, y se agita durante un tiempo de 2 minutos) hasta obtener
- 20 nuevamente una mezcla homogénea.

Esta mezcla final ya preparada, se puede dejar enfriar hasta temperatura ambiente o se puede verter directamente sobre los moldes o bandejas previamente recubiertas con material melamínico, para su disposición al secado,

25 que también puede llevarse a cabo a condiciones ambientales o, preferiblemente, en una cámara de secado con ventiladores a una temperatura de 50°C.

Debe tenerse especial cuidado durante el vertimiento de la mezcla final a las

30 bandejas y/o moldes previamente recubiertos con material melamínico, y que la superficie de dichas bandejas o moldes queden homogéneamente recubiertas con la mezcla antes de que comience el proceso de solidificación y secado.

El material melamínico que recubre la superficie de las bandejas o los moldes,

35 se utiliza como agente de desmoldeo o antiadherente, lo que facilita el retiro de las láminas plásticas biodegradables cuando ya se encuentran listas. Las láminas así obtenidas, pueden enrollarse para su almacenamiento o recortarse en la

forma deseada y ser unidas o selladas entre sí con la aplicación de agua y presión hasta secado.

5 Son muchos y muy reconocidos los problemas ambientales que causan los plásticos que no son biodegradables y que pueden durar en el ambiente por mucho tiempo sin degradarse. Para tratar de resolver ese impacto, se han intentado reemplazar dichos plásticos por otros elaborados con diversos polímeros de origen vegetal, animal o de microorganismos, que se degradan más fácilmente o que son biodegradables. Sin embargo, muchas de estas
10 combinaciones de materiales son complejas y o requieren de procedimientos complejos para obtener una lámina plástica que sirva para elaborar implementos biodegradables, tales como bolsas.

La presente invención resuelve, a través de una mezcla de agua, alcohol
15 polivinílico (PVA), glicerina y gelatina, en distintas proporciones, la obtención de láminas plásticas con la capacidad de unirse entre sí con la simple aplicación de agua y presión, que se disuelven completamente en agua y al mismo tiempo son biodegradables.

20 En referencia a la figura 3, se muestran algunos tipos de bolsas fabricadas con la lámina obtenida mediante la formulación y el método descritos en la presente invención, en la cuales se pueden evidenciar algunos ejemplos de modelos de las bolsas y algunas de las ventajas del material obtenido a través de las mezclas y procedimientos de la presente invención son:

- 25 • Resulta un material laminado completamente soluble en agua, lo que permitiría pensar en diversas aplicaciones como una especie de matriz de entrega para la administración de sustancias liposolubles en el campo agrícola (semillas, agroquímicos) o veterinario (medicamentos, insecticidas), productos de aseo y limpieza, cosméticos o cualquier otro
30 uso que requiera la disolución de una matriz para la aplicación o entrega de diversos componentes.
- Es un material autoadherente que puede configurar diversas formas y tan sólo requiere la aplicación de agua, presión y posterior secado.
- Si se utilizan ingredientes adecuados también puede ser un material de
35 envase de grado alimenticio e incluso comestible.
- Es más resistente al fuego que los plásticos convencionales.
- Es un material con la resistencia suficiente, que permite también ser cosido con fibras de diverso tipo.

40 Finalmente, y como su aplicación principal en forma de bolsas biodegradables, las mismas podrían incluir una gran variedad de contenido sólido o líquido

liposoluble, tales como alimentos, productos de aseo personal o cosméticos (tipo sachet), agentes limpiadores sólidos o en barra, granos y café, cereales y como una matriz soluble para la entrega de diversos contenidos.