



POLITÉCNICA

Contents lists available at POLI-RED

IngeniaMateriales

Journal homepage: http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales



Plástico biodegradable

V. Gabriel, R. García, G. José, Y. Rodríguez

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain

INFORMACIÓN

Información del Proyecto:

Entrega anteproyecto 15 Marzo 2021

Entrega proyecto 14 Mayo 2021

Disponible online 28 Mayo 2021

Keywords:

Plástico

Sostenibilidad

ABSTRACT

El proyecto consiste en buscar una alternativa a la producción del plástico más comprometida con el medio ambiente pero que a su vez sea viable y eficaz en el uso cotidiano del plástico, cumpliendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Para ello, se creará un bioplástico a partir de materiales naturales.

© 2021 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

1. Introducción

Nuestra idea principal es hacer plástico biodegradable con el objetivo principal de hacer un material que haga competencia, en cuanto a propiedades mecánicas y utilidades, a los comerciales actuales además de producirlo de forma no contaminante y comprometida con el medio ambiente ya que lo fabricaríamos con materiales naturales y biodegradables. Para llevarlo a cabo pensamos inmediatamente en las harinas naturales debido a que son polímeros naturales como la de trigo, patata o arroz, pero tras hacer una pequeña investigación descubrimos que la harina de maíz es la más adecuada para este proyecto, aunque ya explicaremos por qué. Tras esto, faltaría añadir los demás componentes del plástico, que comentaremos en el siguiente punto.

Además, hemos realizado ensayos de tracción, cizalladura, combustión y permeabilidad, y hemos comparado las muestras que hemos fabricado (de distintas propiedades cada uno) con el plástico comercial más parecido a dichas muestras que hemos encontrado. Los resultados y nuestras respectivas conclusiones con cada muestra se explicarán más adelante.

El proceso de formación es sencillo, pero requerimos de cierta instrumentación para llevarlo a cabo, así como en los distintos ensayos a realizar.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Los materiales que hemos empleado para hacer nuestro plástico biodegradable han sido: fécula de maíz (2,22 €/kg), glicerina pura o vegetal (12 €/L), vinagre (0.76 €/L) y agua.

La fécula de maíz es un polímero natural, que puede ser plastificado, biodegradable, y está disponible todo el año, es de bajo coste y es una de las pocas plantas de tipo C4 que absorben en mayor cantidad el carbono, pero tiene menos vitaminas, lo que les dota de mayores propiedades a sus tejidos mesófilos y, por lo tanto, el almidón de maíz es el más apropiado para este material. Además, aportará las mismas

propiedades fisicoquímicas que tienen los plásticos sintéticos. En él está presente la hidrofobicidad, la cual se forma por gran cantidad de grupos hidroxilo logrando así disminuir la absorción del agua, pero esta disminución conlleva a un efecto negativo en la superficie de los productos plásticos biodegradables. Al extraer el almidón del maíz, los microorganismos lo transforman en una molécula más pequeña de ácido láctico que sirve como base para la elaboración de cadenas poliméricas de ácido poliláctico (PLA).

Los gránulos de los almidones de cereales y frutos difirieron en su morfología. El almidón de maíz mostró formas esféricas, oval y con predominio de poligonal, con tamaño pequeño (aproximadamente 5 μm) y grande (hasta 20 μm). En el almidón de cebada hubo dos poblaciones de gránulos: pequeños (2-5 μm) y esféricos; grandes (15-25 μm) y lenticulares. Los gránulos del almidón de mango con forma esférica o de domo y puntas, presentaron hendiduras que podrían deberse al crecimiento no uniforme del gránulo o a un colapso durante el secado, y tamaños de 5 a 12 μm . El almidón de plátano tuvo un gránulo más grande, con longitud promedio de 40 a 45 μm y radio de 10 a 12 μm . El tamaño y forma de los gránulos depende de la estructura de la amilo-pectina. Los gránulos alargados tienen amilopectina con pocas ramificaciones, pero largas, y gránulos pequeños y esféricos con mayor número de ramificaciones y cadenas cortas [4].

La glicerina es un aditivo que aporta flexibilidad debido a sus propiedades plastificantes. Además, reduce las fuerzas intermoleculares, como los puentes de hidrógeno ya que los termoplásticos carecen de cadenas secundarias, ocasionando que el bioplástico sea flexible, aunque menos resistente.

El vinagre es un conservante natural de los alimentos que se utiliza por tener la propiedad de reducir el pH de los alimentos para evitar el crecimiento de bacterias y hongos. Tras secarse nuestro material, después del proceso de fabricación, observamos que se obtuvo un color naranja y verde debido a él.

2.2. Proceso de fabricación

En primer lugar, se mezclan los materiales, previamente seleccionado las cantidades que se desee añadir, en función del bioplástico que se quiera obtener, en un cazo y se le suministra calor, mientras se

remueve, hasta obtener una consistencia viscosa. Inmediatamente, se deposita y se expande sobre una bandeja, o alguna superficie plana, cubierta de papel de aluminio y se deja enfriar 24-48 h, preferiblemente al sol.

Se pueden obtener plásticos con distintas características según las cantidades empleadas.

Tabla 1. Proporciones de cada componente en los bioplásticos fabricados.

	FÉCULA	GLICERINA	AGUA	VINAGRE
ELÁSTICO	1g	0.6ml	6ml	0.3ml
PLÁSTICO	1g	0.3ml	4ml	0.2ml
CERÁMICO	1g	0.3ml	2ml	0.2ml

2.3. Caracterización mecánica y microestructural

Las muestras de los plásticos han sido sometidas a cuatro pruebas (Ensayo de tracción, resistencia a cizalladura, resistencia a combustión y ensayo de permeabilidad) para poder comprobar si se trata o no de un material útil y determinar sus posibles usos, como explicaremos más adelante.



Fig. 1. Ensayo de tracción (izquierda) y cizalladura (derecha)

Para hacer el ensayo de tracción, sujetamos el material a unas pesas que aportaban al material unas fuerzas progresivamente de 100 N a 900 N. Por otro lado, la resistencia a cizalladura se ha evaluado empleado unas tijeras y aplicando una fuerza sobre ellas mediante unas pesas. Finalmente, para medir su resistencia a combustión, se ha utilizado un hornillo de camping (que alcanza los 230 °C como temperatura máxima) y colocamos el material en la superficie para comprobar como afectaba el calor a cada una de las muestras.



Fig. 2. Ensayo de permeabilidad (izquierda) y resistencia a la combustión (derecha)

Para finalizar, para ver si repelía el agua realizamos el ensayo de permeabilidad en el que, primero, hidratamos las muestras superficialmente para observar si se veían afectadas y, después, las sumergimos en agua durante períodos de tiempo entre 24/48 horas.

3. Resultados

3.1. Muestra 1

La muestra "cerámica", al ser sometida al ensayo de tracción, no sufre deformación plástica (máximo 0,17 mm) ya que se trata de un material frágil, aunque tiene una resistencia máxima a tensión media, quedando por debajo de un plástico comercial similar a él. Tras este resultado, observamos que esta muestra tiene propiedades de dureza, pero, diferenciándose de la mayoría de los plásticos, carece de propiedades plásticas.

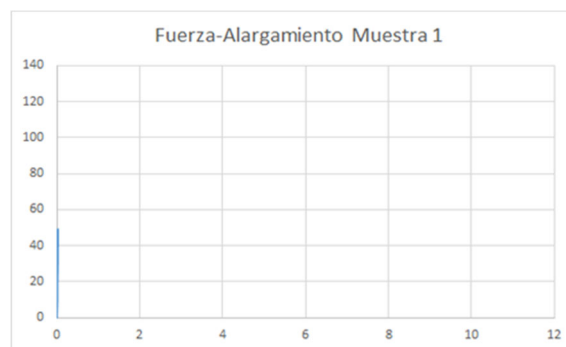


Fig. 3. Ensayo de tracción en muestra 1

En cuanto a la resistencia máxima a cizalladura, la muestra cerámica es la que mejor propiedad presenta, incluso superando al plástico comercial en ese aspecto, lo que reafirma que se trata de un material con propiedades cerámicas y, aunque esté dotado de una dureza aceptable, se trata de un material frágil. Respecto a la resistencia a combustión, el material no es resistente al calor y tampoco arde, aunque se ve claramente que el calor afecta a la composición del material. Por último, no supera el ensayo de permeabilidad puesto que, al entrar en contacto con el agua, pierde totalmente sus propiedades y si está en contacto con ésta durante un tiempo prolongado, se descompone.

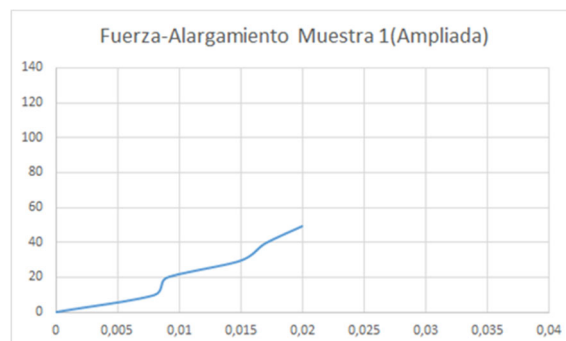


Fig. 4. Detalle del ensayo de tracción en muestra 1

3.2. Muestra 2

La muestra "elástica" no podía ser sometida al ensayo de tracción porque no tiene una consistencia mínima como para realizar este ensayo, al igual que la resistencia a cizalladura. En cuanto a la resistencia a combustión, el material no ofrece combustión, pero tampoco es resistente al calor. En el ensayo de permeabilidad de este material se demuestra que puede estar sometido al agua durante un tiempo prolongado sin verse afectadas sus propiedades. Aunque no se ve un claro uso en esta muestra en concreto, sí es un dato interesante a tener en cuenta.

3.3. Muestra 3

Por último, la muestra "plástica", al ser sometida al ensayo de tracción ($y=9,0208x+21,876$), sufre una deformación plástica antes de la rotura por sus características similares a la de los plásticos comerciales. Sus resultados en la resistencia a cizalladura son muy parecidos a los del plástico comercial seleccionado, lo que nos muestra de nuevo que puede tener ciertos usos reales, en la resistencia a combustión esta muestra presenta los mismos resultados que las muestras previamente, por lo que podemos determinar que las tres muestras no son resistentes al calor y no ofrecen combustión, como los plásticos comerciales. Por último, en la prueba de permeabilidad,

la muestra no se ve afectada en un contacto breve con el agua pero si se trata de un contacto prolongado, la muestra pierde propiedades mecánicas.

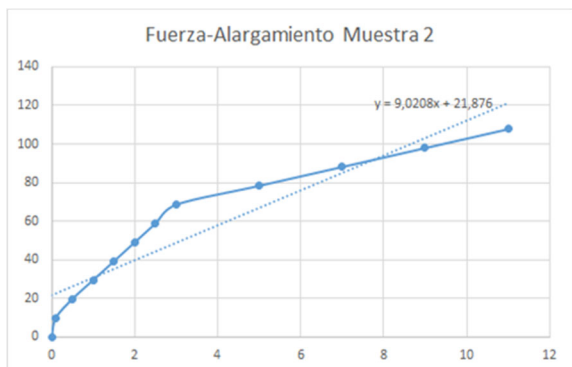


Fig. 5. Ensayo de tracción en muestra 3

3.4. Muestra comercial

La muestra "comercial", tras ser sometida al ensayo de tracción ($y=7,6014x+24,317$), sufría una deformación plástica antes de la rotura. Sus resultados al ensayo de cizalladura eran mejores que las otras muestras, pero como hemos dicho antes, muy similares a los de la muestra "plástica" por lo que, ésta podría ser usada comercialmente. En la resistencia a combustión, le ocurre lo mismo que a nuestras tres muestras; el material no resiste al calor y no es un combustible. Por último, al realizarle la prueba de permeabilidad a la muestra de plástico comercial, no ve afectadas sus propiedades, ni al hidratarla levemente ni al tenerla sumergida el mismo tiempo que las otras.

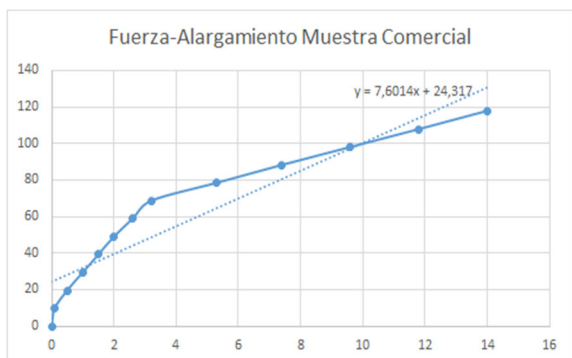


Fig. 6. Ensayo de tracción en muestra comercial

Comparando las ecuaciones de la muestra fabricada con la del plástico comercial, observamos que, a pesar de que el comercial es capaz de soportar tensiones mayores, también sufre una mayor deformación antes de la rotura, lo que significa que la muestra 2, aunque soporte casi la misma tensión, antes de la rotura se deforma menos, lo que podría ser una característica interesante si se perfeccionase la fabricación del material.

Tabla 3. Resultados de los ensayos de tracción

Fuerza(N)	Alargamiento(mm)		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra Comercial
0	0	0	0
9,8	0,008	0,1	0,1
19,6	0,009	0,5	0,5
29,4	0,015	1	1
39,2	0,017	1,5	1,5
49	0,02	2	2
58,8		2,5	2,6
68,6		3	3,2
78,4		5	5,3
88,2		7	7,4
98		9	9,6
107,8		11	11,8
117,8			14

Tabla 4. Resultados de los ensayos de cizalladura

MUESTRA	FUERZA HASTA ROTURA (N)
ELÁSTICO	0
PLÁSTICO	39.2
CERÁMICO	58.8
COMERCIAL	58.8

4. Conclusiones

Los resultados han cumplido nuestras expectativas ya que, al usar componentes poco específicos para la fabricación de un material, no podemos formar el material con la adecuada certeza, ni mucho menos realizar las pruebas deseadas, ya que no contamos con el instrumental adecuado. A pesar de ello, hemos obtenido tres muestras con propiedades distintas que, con cierto material especializado, se podrían perfeccionar y tener cierto uso comercial.

Tras realizar los ensayos nos damos cuenta de que las 3 muestras tienen propiedades muy distintas, debido a que en cada uno de los ensayos destaca una de ellas:

En el ensayo de tracción nos impresionó ver que la muestra plástica es muy similar al plástico comercial en cuanto a propiedades mecánicas se refiere. En el ensayo de resistencia máxima a cizalladura, la muestra con propiedades cerámicas soporta las mismas fuerzas que un plástico comercial. En resistencia a combustión, pensábamos que las tres muestras arderían, pero nos sorprendió ver que la muestra con propiedades elásticas fue la única que no ardió a la temperatura máxima que podíamos obtener. Por último, en el ensayo de permeabilidad, también nos sorprendió el hecho de que las tres muestras perdieran propiedades mecánicas, debido a que, al basarnos en los ensayos anteriores, pensábamos que, al menos, una de las ellas aguantaría sin problema el ensayo.

El proyecto es viable para ciertas utilidades concretas, además de ser un material con una fabricación muy sencilla, puesto que los materiales son baratos, abundantes y de muy fácil obtención. El proceso de creación del material es bastante sencillo, aunque el resultado puede variar si se alteran las medidas. A la hora de realizar los ensayos es muy probable que los resultados nos sean exactos ya que, como hemos mencionado antes, no contamos con el material especializado. Algún uso para el material podría ser plástico para envasar concretamente, empleando la muestra más exitosa ya que es la más resistente al agua (aunque no es impermeable).

Cabe destacar las propiedades de la muestra con características elásticas, a pesar de que es el que menos tensiones soporta, las que puede soportar, le permiten volver a su forma inicial. Podríamos llegar a pensar que la muestra elástica sería capaz de llegar a tener uso en el ámbito del calzado, por ejemplo, para crear plantillas.

5. Bibliografía

- [1] http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000500003
- [2] Presentaciones y apuntes resumido de clase de Estructura de materiales I
- [3] Presentaciones y apuntes resumido de clase de Estructura de materiales II
- [4] https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/residuos/fabricar-bioplásticos-en-casa/#La_glicerina
- [5] http://avalon.utadeo.edu.co/comunidades/estudiantes/ciencias_basicas/orgánica/guia_7_carbohidratos.pdf