

Plástico biodegradable

J. Yus

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 21 mayo 2021

Disponible online 1 junio 2021

Keywords:

Modelling

Mechanical properties

Food processing

ABSTRACT

El *abstract* deberá tener un solo párrafo que no exceda las 120 palabras. Es un resumen de los elementos más importantes de tu artículo (*paper*). Debe redactarse de forma concisa y precisa el contenido, alcance y resultados obtenidos. Para contar el número de palabras en este párrafo, puede seleccionar el párrafo y en la barra de herramientas/revisar, hacer click en "contar palabras". Las palabras clave (*keywords*) son términos clave que reflejan el contenido del trabajo de TFG y sirven para determinar la temática del mismo. Se recomienda no limitarse a repetir las palabras que figuran en el título y elegir conceptos vinculados al tema del trabajo, tanto términos generales como más específicos. Ej: Neurobiología, Sistema nervioso. Las palabras clave serán sustantivos o palabras sustantivadas.

© 2021 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

1. Introducción

1.1. Inicio de los plásticos

Debido al elevado impacto que los plásticos procedentes del petróleo al medio ambiente he decidido contribuir en la creación de polímeros biodegradables, los cuales cuentan con un campo de investigación muy activo. Estos polímeros se consideran una alternativa natural de sustitución a los plásticos de uso habitual. Sin embargo, las propiedades de estos polímeros no son comparables a la de los derivados del petróleo, por lo que es necesario continuar con su desarrollo.

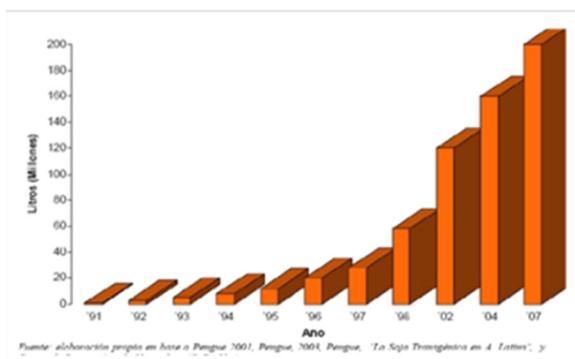


Fig. 1. Evolución en el uso de plásticos

Los primeros polímeros semisintéticos, creados por la modificación de la celulosa, no aparecieron hasta principios del siglo XX. Tras la II Guerra Mundial (1939-1945) los plásticos sintéticos obtuvieron su máximo impulso e implantación, con el descubrimiento del nylon.

1.2. Propiedades de los plásticos

Los polímeros están formados por cadenas muy largas llamadas macromoléculas. Estas a su vez están formadas por monómeros,

unidos por enlaces covalentes. Los plásticos presentan tanto ventajas como inconvenientes con respecto a sus propiedades. Dentro de las ventajas nos encontramos que poseen una elevada resistencia a las agresiones del medioambientales, poseen un menor peso que otros materiales utilizados para el mismo fin, así como un bajo coste debido a su alta producción a escala mundial. Uno de los inconvenientes es su durabilidad en el medio comparado con su uso escaso tiempo de utilización, lo cual es una desventaja si su uso es inadecuado debido al aumento de contaminación por la acumulación de estos polímeros. Otro inconveniente que podemos encontrar es el costo de producción y el precio, más elevado que los plásticos sintéticos.

1.3. Clasificación de los plásticos

Los plásticos se clasifican de la siguiente manera:

- Naturales: son polímeros los cuáles se obtienen directamente de materias primas vegetales (como la celulosa o el látex) o animales (como la caseína).
- Sintéticos: son polímeros sintetizados a partir de productos elaborados por el hombre, mayor mente derivados del petróleo.
- También se pueden clasificar según el tipo de monómeros de partida:
- Termoplásticos: son plásticos que al aumentar la temperatura se ablandan y para ser moldeados, la cual se mantiene al enfriarse el plástico. Esta operación se puede repetir tantas veces como se quiera. (Ejemplos: PVC, PS, PEAD, PEBD, PP, PE...)
- Termoestables: son plásticos que cuando ya han experimentado el proceso de calentamiento y formación, se vuelven rígidos y son indeformables. Representan la mayor parte de los plásticos de uso común. (Ejemplos: resinas, poliésteres, PU...)
- Elastómeros: son plásticos que se caracterizan por cambiar su forma al estar sometidos a una fuerza externa, pero tras quitarla vuelven a su forma original. (Ejemplos: caucho)

1.4. Objetivo del proyecto

El objetivo de este experimento es determinar cómo varían las propiedades mecánicas de los plásticos biodegradables dependiendo de si se han obtenido a partir de almidón de arroz o caseína de yogurt. Se pretende, además, estudiar los procesos de obtención de estos dos tipos de plástico.

Se estudiará también el tipo de resistencias mecánicas de estos dos polímeros biodegradables.

2. Metodología y procedimiento

2.1. Materiales a emplear

2.1.1. Almidón

Es un polisacárido abundante, de bajo coste, renovable y totalmente biodegradable que se encuentra en las plantas. El almidón comercial se obtiene de las semillas de cereales: arroz, trigo, varios tipos de arroz, y tubérculos como la patata. El más utilizado para la producción de bioplásticos es el almidón de arroz (posteriormente veremos el proceso de elaboración de un bioplástico a partir del almidón de arroz, y caseína del yogurt).

Dentro de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas encontramos que su densidad ($1.2-1.35 \text{ g/cm}^3$) es superior a la de la mayoría de los polímeros termoplásticos convencionales y presentan baja resistencia a disolventes y aceites, aunque este aspecto se puede mejorar con mezclas. El almidón es muy sensible a la humedad y al contacto con agua lo que limita el rango de sus aplicaciones. En cambio, por su estructura polisacárido, ofrece propiedades moderadas de permeabilidad al oxígeno.

En cuanto a las propiedades biodegradables, el almidón es 100% biodegradable según la normativa EN13432, sin embargo, determinados copolímeros, en un alto grado de sustitución, pueden afectar negativamente a la biodegradabilidad por interacciones almidón-poliéster que ocurren a nivel molecular.

2.1.2. Agua

Se trata de agua (H_2O) pura, es decir, carente de impurezas, que se ha obtenido mediante un proceso de destilación. El agua destilada actúa en el proceso desnaturalizando las moléculas del almidón, y la proporción en peso que se utilice, afectará a las propiedades finales del producto.

Se utiliza comúnmente como plastificante del almidón para la obtención de termoplásticos, debido a que es muy económico.

2.1.3. Glicerina

Si fabricásemos plástico con solo almidón, obtendríamos un plástico con una elevada fragilidad y para aportarle una mayor flexibilidad, le añadimos plastificantes que nos ayudan a ello disminuyendo la absorción de agua del almidón. La glicerina es un plastificante que es compatible tanto con el almidón de arroz y modifica tanto el aspecto físico del plástico como sus propiedades mecánicas finalmente obtenías. Tiene tres grupos hidroxilo por ello es soluble en el agua. Al añadir glicerina lo que conseguimos es un aspecto suave y uniforme y tiene una acción como lubricante. Cabe decir también, que para que el plástico sea biodegradable, es imprescindible que los plastificantes como la glicerina también lo sean. Su adquisición es fácil, pudiéndola encontrar en farmacias o droguerías.

2.1.4. Vinagre

Líquido miscible en agua, con sabor agrio, que proviene de la fermentación

acética del alcohol. Contiene una concentración que va de 3% al 5% de ácido acético en agua. Los vinagres naturales también contienen pequeñas cantidades de ácido tartárico y ácido cítrico.

2.1.5. Caseína del yogurt

La caseína es una fosfoproteína que se encuentra asociada al calcio del yogurt, que precipita cuando se acidifica el yogurt a pH 4.6, obteniéndose la llamada caseína ácida. Se caracteriza por ser hidrofóbica, carecer de estructura secundaria definida y contener una alta cantidad del aminoácido prolina.

Es un plástico natural que se utiliza principalmente en fabricación de pegamentos, pinturas y productos alimentarios.

2.1.6 Utensilios

Para este experimento hemos utilizado unos utensilios básicos. Una cuchara grande para añadir los ingredientes en cantidades pequeñas para poder controlarlo mejor. Una cuchara de madera para remover las diferentes mezclas y que se quedase homogéneo.

Una olla para mezclar los diferentes ingredientes y para posteriormente calentarla. Una báscula para medir las proporciones de los ingredientes. Papel aluminio y tablas para depositar la mezcla caliente y dejar que se enfríe. Un filtro para separar la mezcla heterogénea que nos quedaba al mezclar el yogurt con el vinagre. Y una fuente de calor, que en este caso ha sido la cocina.

2.2. Método experimental

2.1.6. Plástico biodegradable de almidón de arroz

Los materiales necesarios para la elaboración de un bioplástico con almidón de arroz son:

- Almidón
- Vinagre
- Glicerina
- Agua
- Un recipiente para mezclar los ingredientes
- Una cuchara
- Una fuente de calor

Elaboración:

Paso 1: Añadimos al recipiente 4 cucharadas de agua, 3 cucharas de almidón y una cucharada tanto de vinagre como de glicerina.

Paso 2: Remover cuidadosamente la mezcla para despegar del fondo del recipiente el almidón que se está secando para evitar que se solidifique, este paso es de gran importancia.

Paso 3: Una vez que la mezcla es homogénea se pone al calor para que se comience a formar el plástico. Hay que mantener la mezcla en continuo movimiento para evitar que se produzca una pérdida de la elasticidad, dependiendo de la cantidad de material utilizado el tiempo de este proceso varía.

Paso 4: Durante este paso se va a comenzar a formar una masa pastosa por lo que hay que continuar moviendo para que todo el plástico tenga la misma consistencia.

Paso 5: Cuando ya se ha formado la masa, pero se sigue manteniendo el recipiente sobre la fuente de calor se añade el colorante si quisiéramos que nuestro bioplástico tuviese algún color.

Paso 6: Por último, retiramos la masa del calor y la distribuimos a lo largo de una placa, para conseguir una lámina de plástico. Se deja enfriar.

Dato: Los bioplásticos a base de arroz son una buena alternativa a los plásticos procedentes del petróleo con el inconveniente de que no son capaces de soportar el calor por lo que no pueden utilizarse como envase para productos calientes.

2.1.7. Plástico biodegradable a partir de la caseína del yogurt

Los materiales utilizados son:

- 500ml yogurt
- 20 ml de vinagre
- Fuente de calor, filtros y recipientes

Tras medir adecuadamente las proporciones necesarias, calentamos en un cazo el yogurt sin dejar que llegue a hervir.

Una vez calentada la pasamos a un recipiente adecuado, donde le añadiremos los 20 ml de vinagre. En este momento comienza la reacción de precipitación de la caseína, ya que su solubilidad disminuye notablemente en medios ácidos, como el vinagre. La temperatura durante este proceso debe ser de aproximadamente 60 °C.

La caseína comienza a aglomerarse, formándose unos gránulos blancos, bien diferenciados del suero del yogurt, que presenta un aspecto líquido y amarillento. Este proceso dura aproximadamente 2 horas.

Tras esto, separamos mediante un filtro de tela, la caseína del suero. Dejamos secar la caseína en la tela del filtro hasta que alcance la consistencia deseada, en nuestro caso, 6 días.

3. Resultados

3.1. Fabricación de los diferentes plásticos

Para conseguir un polímero termoestable en buenas condiciones he creado varias muestras modificando la cantidad de los materiales y otros factores. Además de sintetizar dos tipos de plásticos diferentes para concluir cuál es el más útil y comparar sus propiedades mecánicas adquiridas finalmente.

3.1.1. Muestra de plástico de almidón de arroz 1

En la siguiente tabla podemos observar los distintos componentes del polímero y su proporción expresada en gramos para este sexto experimento.

Tabla 1. Componentes de la muestra de almidón de arroz 1

Componente	Peso (Gramos)
Almidón Arroz	16,3
Glicerina	10
Vinagre	6,3
Agua	26,7

Este es el primer experimento que he realizado del almidón de arroz y el componente que hemos modificado es el almidón esta vez. He añadido solo 16,3 gramos para elaborar mi polímero. En esta imagen observamos que como hemos añadido una cantidad pequeña de almidón y la misma cantidad de glicerina, el efecto plastificante es mayor y el otorga una mayor flexibilidad y transparencia.



Fig. 2. Muestra fabricada con almidón de arroz 1

3.1.2. Muestra de plástico de almidón de arroz 2

En la siguiente tabla podemos observar los distintos componentes del polímero y su proporción expresada en gramos para este segundo experimento.

Tabla 2. Componentes de la muestra de almidón de arroz 2

Componente	Peso (Gramos)
Almidón Arroz	43
Glicerina	10
Vinagre	6,3
Agua	26,7

Para este segundo experimento he aumentado el tiempo para obtener una mezcla bien homogénea y también la he aumentado la cantidad de almidón, disminuyendo la probabilidad de que sea arenosa y he aumentado la cantidad de agua facilitando la disolución del almidón. En estas imágenes que tenemos a continuación podemos ver la fotografía del plástico que hemos obtenido con los anteriores componentes citados. Se puede apreciar que el polímero es una fina capa y transparente, lo cual significa que el almidón está totalmente disuelto y que la glicerina ha hecho su efecto de plastificante. Además, es una mezcla homogénea y suave al tacto. La realización de este experimento ha sido de tan solo 2.30 minutos ya que es muy simple y la temperatura empleada es muy baja. Para conseguir un plástico de color sería necesario el uso de colorantes.

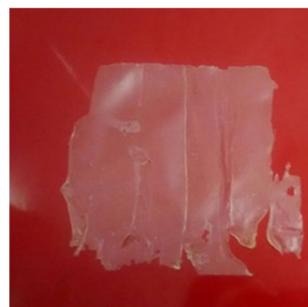


Fig. 3. Muestra fabricada con almidón de arroz 2

3.1.3. Muestra de plástico obtenido a partir de la caseína del yogurt

Finalmente, he creado el polímero a partir de la caseína. A partir de la caseína del yogurt, anteriormente explicada su obtención, hemos creado un nuevo plástico. Este es mucho más duro y no es flexible. Debido al color blanco del yogurt y a que no le he añadido ningún colorante más a mi plástico su resultado es blanco.



Fig. 4. Muestra fabricada con caseína de yogurt

4. Análisis y conclusiones de resultados

4.1. Propiedades mecánicas

4.1.1. Muestras de plástico obtenido a partir de almidón de arroz

Para comparar la dureza entre los diferentes plásticos obtenidos por almidón de arroz, vamos a realizar pequeñas incisiones con un cuchillo sobre cada una de las muestras. Observamos que la muestra con menor dureza es la muestra 1, en la que el cuchillo atravesaba fácilmente el plástico. La muestra más dura es la 2, que apenas fue

rayada por el cuchillo aplicándose la misma presión que es las anteriores. En cuanto a la flexibilidad, podemos decir que varía de forma opuesta a la dureza de forma general, las muestras más duras son aquellas que muestran una menor flexibilidad. También comprobamos que todas las muestras procedentes del almidón de arroz eran impermeables al agua, y que al aplicarles una temperatura elevada volvían a fundirse, pudiendo volver a solidificarse de nuevo en una forma diferente.

4.1.2. *Muestra de plástico obtenido a partir de la caseína del yogurt*

Esta es la muestra que hemos obtenido con mayor dureza, ya que el cuchillo apenas deja huella sobre ella.

Aunque durante el proceso de formación es blanda y muy deformable, tras terminar su secado se vuelve muy rígida, nada flexible.

Al calentarla a elevadas temperaturas observamos cómo puede volver a deformarse levemente.

4.1.3. *Comparación de las muestras*

Podemos ver cómo, mientras que el plástico obtenido del yogurt es duro y rígido y las muestras obtenidas mediante el almidón de arroz presentan una mayor gama de propiedades intermedias.

4.2. *Influencia de los distintos aditivos*

4.2.1. *Influencia de la glicerina*

Podemos obtener un plástico más flexible o rígido dependiendo de la cantidad de glicerina que añadamos, así cuanto mayor sea la cantidad de glicerina que añadamos al plástico más flexible será este.

4.2.2. *Influencia del vinagre*

El vinagre se utiliza para una técnica denominada hidrólisis ácida que consiste en acabar con alguna de las ramas de la amilopeptina (uno de los componentes básicos del almidón, se trata de un polímero ramificado y corto que le confiere al plástico una estructura quebradiza y débil).

4.2.3. *Influencia de la velocidad de reacción*

Para comprobar esto, fabricamos dos plásticos, uno lo dejamos enfriar a temperatura ambiente y el otro lo metimos en el frigorífico. El resultado obtenido fue que en la lámina enfriada en el frigorífico se produjeron roturas y tenías flexibilidad, pero menor a la de la lámina enfriada a temperatura ambiente.

5. Conclusiones

Tras la realización de estos experimentos comprobamos que las propiedades mecánicas de los plásticos biodegradables dependen tanto de las proporciones de su composición química como de su proceso de obtención. Gracias a esto, plásticos con misma composición química pueden presentar propiedades diferentes en función de la temperatura y tiempo de fabricación. Observamos también que hay multitud de plásticos biodegradables, con propiedades muy diferentes entre sí. Esto, junto a la facilidad de producción y abundancia de recursos naturales para su obtención, hace que los plásticos biodegradables sean un grupo material con utilidad en multitud de sectores, siendo a la vez económicos, reciclables y no contaminantes.

6. Bibliografía

[1] http://www.futureenergia.org/ww/es/pub/futureenergia/chats/bio_plastics.htm

[2] <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a12.pdf>

[3] <http://blog.utp.edu.co/metalografia/2012/07/31/2-propiedades-mecanicas-de-los-materiales/>

[4] http://lastupidezestremendamentmasinteresant.blogspot.com.es/2014_01_19_archive.html

[5] https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/469/45757/1/Documento10.pdf

[6] <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html>