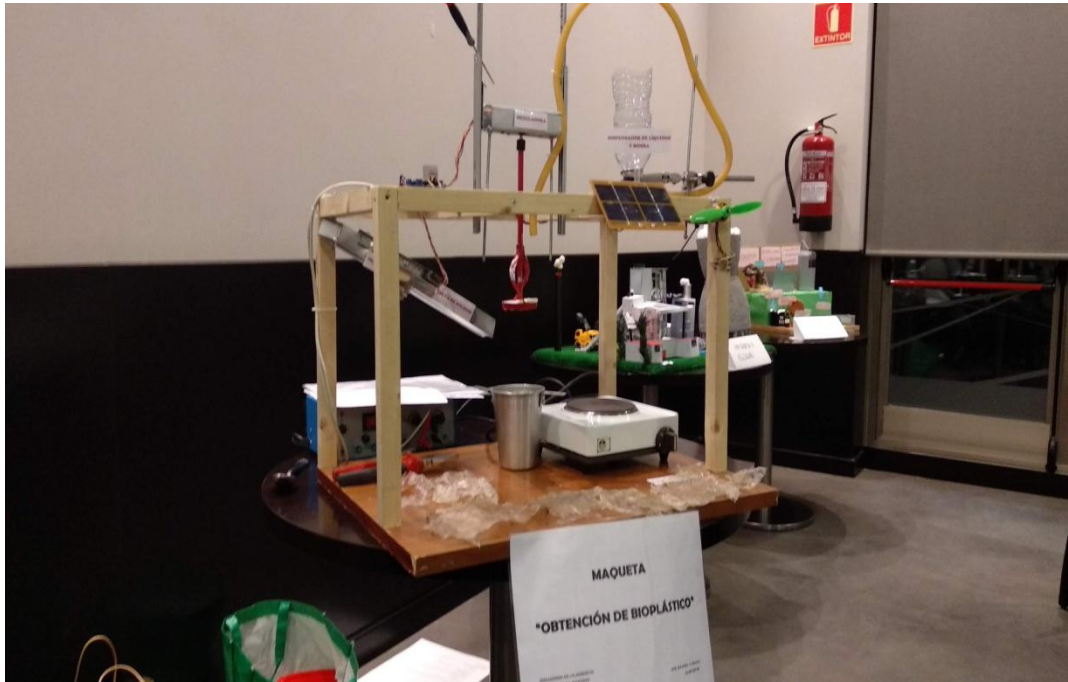


Bioplástico

Obtención de plásticos biodegradables a partir de glicerina.



IES RAMÓN Y CAJAL

Albacete

2019

Alumnos:

Cerdán Martínez, Jorge

Moya Romero, Omar

Vitoria García, Juan Eduardo

Profesora:

Wic Baena, Consuelo

ÍNDICE

Resumen	2
1.- INTRODUCCIÓN	3
<i>1.1.- Justificación del trabajo</i>	<i>3</i>
<i>1.2.- Fundamento teórico</i>	<i>3</i>
<i>1.3.- Hipótesis</i>	<i>4</i>
<i>1.4.- Objetivos</i>	<i>4</i>
2.- MATERIAL Y MÉTODO	5
<i>2.1.- Etapa de investigación</i>	<i>5</i>
<i>2.2.- Construcción de la maqueta</i>	<i>7</i>
RESULTADOS.....	11
CONCLUSIONES.....	13
BIBLIOGRAFÍA.....	13

Resumen

El uso de plásticos obtenidos a partir del petróleo es parte fundamental de todas las sociedades de nuestro planeta, en gran medida gracias a sus propiedades mecánicas y fisicoquímicas, que permiten sustituir el uso de otros materiales más caros o menos resistentes. Esto ha dado lugar a graves problemas ambientales como el calentamiento global, o la contaminación, debido a la inadecuada gestión de los residuos y escasez de recursos naturales no renovables. Su sustitución por otros materiales biodegradables es una exigencia medioambiental, debida a la acumulación de materiales sintéticos.

El objetivo principal de este trabajo es obtener y estudiar el proceso de obtención de plásticos biodegradables, así como sus características. Aportando nuestro granito de arena en la síntesis y estudio de plásticos 100% degradables.

Para ello, tras realizar una minuciosa revisión bibliográfica, hemos obtenido mezclas, en proporciones diferentes (según análisis de resultado previo), de polímeros naturales y glicerina, que dieron lugar a diferentes muestras bioplásticos. A estas se les hizo un estudio de ciertas propiedades como; resistencia, degradación, impermeabilidad, etc. En una segunda etapa, de este proyecto, se construyó una maqueta que, de forma automática, simulara el proceso industrial. Todo este trabajo lo hemos llevado a cabo en nuestro Centro educativo con la ayuda de nuestra profesora y en nuestro tiempo libre.

Del análisis de los resultados se ha podido comprobar que el bioplástico tiene características de un plástico convencional, ya que tiene elasticidad y resistencia. Además con la construcción de la maqueta hemos podido observar y demostrar que la producción, a mayor escala, es un proceso simple y económico.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Justificación del trabajo

Este trabajo de investigación surge por la necesidad de reducir el impacto ambiental que genera el uso excesivo e inadecuado de plástico en el diario vivir del ser humano, y la necesidad de buscar nuevas alternativas a este producto que mantenga la sostenibilidad del Planeta.

1.2.- Fundamento teórico

En el mundo existe un uso excesivo e inconsciente de los plásticos, generando aproximadamente 200 Kg por segundo de residuos plásticos, y en lugar de disminuir con el paso del tiempo, se van acumulando, para que desaparezca un plástico tienen que pasar cientos de años, y en realidad no se degrada en su totalidad, solo se generan partículas más pequeñas de plástico. Esto origina daños al medio ambiente y problemas de salubridad humana.

Los bioplásticos son plásticos biodegradables obtenidos a partir materias primas renovables diferenciándose del plástico corriente justamente en este aspecto,

La síntesis de bioplásticos es un campo emergente, pero se está extendiendo su uso en varios sectores: en medicina (prótesis, hilos de sutura...), en alimentación (productos de catering, envases de usar y tirar...), juguetes, e incluso en el mundo de la moda (Versace cuenta con una línea de ropa, Ingeo, hecha de maíz) y, por supuesto, bolsas biodegradables.

Estos materiales presentan como ventajas que:

- 1) Reducen la huella de carbono
- 2) Suponen un ahorro energético en la producción.
- 3) No consumen materias primas no renovables.
- 4) Reducen los residuos no biodegradables, que contaminan el medio ambiente.
- 5) No contienen aditivos perjudiciales para la salud como ftalatos o bisfenol A.

Los polímeros son macromoléculas, que pueden ser de origen sintético o de origen natural, cuya unidad estructural es el monómero. Éste, mediante una reacción de polimerización, se repite un número elevado de veces formando la macromolécula. Estos al hidratarse a una temperatura un poco alta se forma una textura gomosa. La hidrólisis parcial que experimentan las cadenas cuando son hidratadas permite la entrada de otros compuestos, denominados aditivos, que, al establecer nuevas uniones químicas, modifican la estructura del polímero, haciendo que sean más o menos flexible o rígida. (Muñoz, 2014)

El plástico se obtiene por la combinación de un polímero o varios, con aditivos y cargas, con el fin de obtener un material con unas propiedades determinadas. Son compuestos de naturaleza orgánica y en su composición intervienen fundamentalmente el Carbono y el Hidrógeno, además de otros elementos en menor proporción, como Oxígeno, Nitrógeno, Cloro, Azufre, Silicio, Fósforo, etc. Los polímeros no naturales son obtenidos del petróleo por la industria mediante reacciones de síntesis, lo que les hace ser materiales muy resistentes y prácticamente inalterables. El 99% de la totalidad de plásticos se produce a partir de combustibles fósiles.

Según Iles y Martin (2013), los bioplásticos pueden unir productores de materias primas (recursos naturales renovables) y comercializadores, a través del desarrollo de nuevas tecnologías para la producción de prototipos que cumplan con los requerimientos comerciales de durabilidad, rendimiento y costos. "Mater-Bi" es un producto desarrollado por "Novamont" a partir de almidón y celulosa, con el cual se producen y comercializan actualmente plásticos biodegradables. Estos se elaboran a partir de recursos renovables provenientes de plantas y/o animales, ofrecen una solución conveniente y amigable con el ambiente, considerándose como estrategias para reducir las emisiones de dióxido de carbono y la dependencia de recursos fósiles (Peelman et al., 2013).

A pesar de los beneficios que ofrecen los materiales plásticos a partir de recursos naturales, se ha demostrado que ninguno de los que actualmente se encuentran en uso comercial o en desarrollo es totalmente sostenible. Además, estos plásticos requieren tierras para su producción, ellos podrían competir con los terrenos necesarios para producir alimentos para el consumo humano.

Por lo tanto, es importante y necesario investigar en este campo de obtención y estudio del plástico para identificar sus potencialidades y limitaciones.

1.3.- Hipótesis

I. Cuando se utilizan polímeros naturales, se podrá producir, a un bajo coste, un bioplástico que presente las características del plástico convencional, pero con 100% degradable.

II. Podemos automatizar la obtención de bioplásticos mediante la construcción de una maqueta alimentada por fuentes renovables y que podría ser construida a una escala mayor para su utilización real.

1.4.- Objetivos

El objetivo general de este trabajo es obtener muestras de bioplásticos a partir de polímeros naturales que puedan ser elaborados y utilizados en la vida cotidiana, reduciendo

así la producción de este tipo de residuos al medio ambiente.

Como objetivos específicos tenemos:

- Obtener muestras de bioplástico utilizando diferentes polímeros naturales como: harina de maíz, harina de trigo y almidón.
- Estudiar y comparar las características de los plásticos obtenidos.
- Construcción de una maqueta que produzca bioplástico de forma automatizada y que pueda ser construida a nivel industrial.
- Reducir la contaminación ambiental, por medio de la utilización de plástico biodegradable.

2.- MATERIAL Y MÉTODO

2.1.- Etapa de investigación

Los materiales y reactivos que utilizados en esta primera etapa han sido:

1. Balanza electrónica
2. Probeta 100ml
3. Espátula metálica
4. Vaso de precipitados
5. Soplete
6. Crisol
7. Recipiente para extender el plástico
8. Placa calefactora
9. Varilla de vidrio
10. Almidón de maíz
11. Almidón de patata
12. Almidón de trigo
13. Glucosa
14. Ácido cítrico
15. Ácido acético
16. Agua destilada
17. Glicerina

METODOLOGÍA DE LA FASE EXPERIMENTAL

A principios de curso empezamos este proyecto realizando una amplia revisión bibliográfica para conocer y entender el método, además de saber en qué punto se encuentra este campo de investigación actualmente. Comenzamos seleccionando la materia prima necesaria siguiendo la hipótesis y basándonos en la información recopilada, empezamos obtener bioplástico en el laboratorio. Para esto, utilizamos diferentes polímeros naturales, harina de maíz, harina de trigo y almidón de patata (el cual se extrajo en el laboratorio de patatas) y como componente fijo, glicerina (excedente de la producción de biodiésel en la que están trabajando nuestras compañeras), un poco de ácido, vinagre o ácido cítrico (extraído de frutos cítricos) y agua destilada.



Cuando ya habíamos trabajado y obtenido bioplástico de los distintos polímeros naturales mencionados, empezamos a probar con distintas proporciones de cada reactivo, observando las distintas características que se obtenían en cada producto.

El proceso de fabricación del plástico consiste en lo siguiente:

1. En primer lugar, medimos la masa necesaria del componente sólido (polímero natural) necesario con la balanza electrónica en un vaso de precipitados.



2. A continuación, medimos con la probeta el volumen de los distintos componentes líquidos, de la mezcla (agua y ácido), la cual vertemos al vaso de precipitados utilizado anteriormente para medir la masa del componente sólido.

3. Seguidamente, colocamos el vaso encima de la placa calefactora y removemos la mezcla con una varilla de vidrio.

4. Cuando la mezcla empieza a ser más espesa, retiramos el vaso de la fuente de calor y extendemos la mezcla en una bandeja con la espátula.

5. Aproximadamente 48 horas más tarde ya podremos retirar el plástico totalmente seco.



Las cantidades de las muestras fueron variando, dependiendo de cómo se observaba la muestra inicial, aumentando o disminuyendo los reactivos.

El almidón de patata lo obteníamos previamente a la obtención de bioplástico. Para ello pelábamos y rallábamos la patata, ésta se dejaba en remojo durante unas cuantas horas. Posteriormente se retiraba la patata (que puede ser reutilizada) y parte del agua, y se filtraba la suspensión que quedaba en el vaso, recogiendo, de esta manera el almidón.

A todos los diferentes bioplásticos obtenidos se les hizo un estudio de características como flexibilidad y resistencia, tiempo de degradación, impermeabilidad, aislante y su temperatura de fusión.

- La flexibilidad y resistencia se observó con nuestras propias manos. Con una superficie aproximada de 0,1 metros cuadrados de plástico, se colocaron objetos pesados hasta que se rompía.
- Para comprobar el tiempo de degradación, se tomó, aproximadamente, 0,1g del bioplástico y se dejó a la intemperie, sometido a las inclemencias meteorológicas. Se observó durante, aproximadamente, un mes.
- Su impermeabilidad se observó poniendo en contacto con agua.
- Para observar su carácter aislante, el bioplástico se utilizó para coger objetos muy calientes. Comprobamos que podíamos hacerlo sin quemarnos. También para comprobar su carácter de aislante de la electricidad se le aplicó una corriente eléctrica continua, de poca diferencia de potencial, y se comprobó que no había continuidad alguna.
- La temperatura de fusión se intentó medir, dándole calor hasta que pasase a estado líquido. No se obtuvieron resultados, por lo que comprobamos que el plástico es termorresistente, lo que implica que para darle forma al material, se debe hacer en el momento de la hacerlo, se debe moldear en ese momento, porque no se podría hacer de otra manera más tarde.

También, con los bioplásticos obtenidos se intentó sacar unos filamentos para poder usar en una impresora 3D. Para ello usamos un microtubo y jeringuilla (construidos por nosotros mismos), por el cual hacíamos pasar el plástico recién obtenido, aún semilíquido.



2.2.- Construcción de la maqueta

Los materiales utilizados para la construcción de la maqueta han sido:

- Listones de madera.
- Fuente de alimentación.
- Placa calefactora.
- Perfil de aluminio.

- Tubo.
- Botella.
- Barra roscada métrica.
- Nuez de laboratorio
- Bomba de agua.
- Arduino.
- Servomotor 180° 90g.
- Motor paso a paso.
- Motor DC 5v.
- Módulo de relés.
- Placa controladora de motores.
- Motor trifásico sin escobillas 1000Kv.
- Placa solar 5v 2w.
- Batería de polímero de litio (LiPo) 3s 11.1v 1500mAh.
- Mecanismo movimiento de un cajón.
- Varilla removedora.
- Puente rectificador de diodos.
- Condensador electrolítico de 25v 100Mf.
- Varilla roscada 5mm.
- Bridas.

METODOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

A continuación se detalla, en orden, las fases y la metodología seguida en cada una de ellas.

Todo el material utilizado ha sido reciclado de otros lugares y dispositivos.

1°.- Montaje del chasis con los listones de madera.

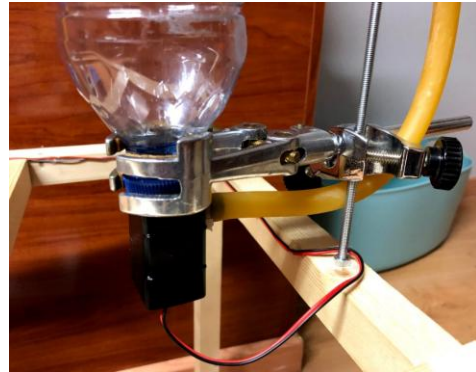
2°.- Tolva de sólidos:

Cortamos una pieza de 10cm del perfil de aluminio, tras ello instalamos el servomotor que hace mover la compuerta para permitir el paso del almidón y colocamos un motor CC en la parte inferior para que pueda caer más fácilmente al hacer vibrar la tolva.



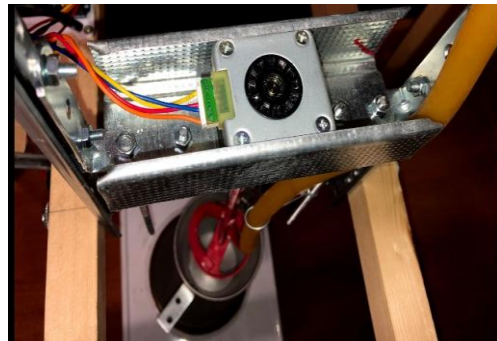
3°.- Tolva de líquidos:

Abrimos la botella por la parte inferior y taladramos un agujero en el tapón. Pegamos la entrada de la bomba de agua al tapón y la sellamos con silicona termofusible. En la salida de la bomba conectamos el tubo.



4°.- Mecanismo de Agitación:

Cortamos otros 10 cm de perfil de aluminio donde colocamos el motor, paso a paso, reciclado de una impresora. En el eje del motor colocamos la varilla agitadora. Esta pieza la sujetamos al mecanismo de un cajón para así poder subir o bajar la varilla para introducir el recipiente donde se fabrica el bioplástico.



5°.- Acoplamiento a la cuba mezcladora:

Instalamos el mecanismo agitador en el chasis y a continuación colocamos las dos tolvas, orientando la salida del sólido y sujetando el tubo que viene de la bomba de líquidos al recipiente principal.



6°.- Electrónica:

Colocamos en el chasis el arduino con la placa controladora de motores ya instalada. Acoplamos el módulo de relés a su lado y lo conectamos al arduino. La bomba de 12v va conectada al relé, que accionamos con el arduino y por último, el servomotor y el motor CC a la placa controladora de motores.



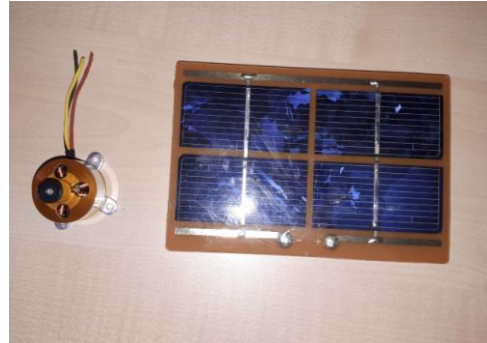
Tras ello, le cargamos el código correspondiente para el control de la maqueta:

```
#include <Servo.h>
#include <AFMotor.h>
//Declaracion de variables
int bomba = 2; //La bomba se encuentra en el pin 2
int suma = 0; // Variable para que solo se ejecute la primera vez
//STEPPER
// Conecta un Motor stepper con 200 pasos por revolucion (1.8 grados) NEMA 17 200 pasos
// Para el motor 2 se utilizan los puertos (M3 and M4)
AF_Stepper motor(200, 2);
// DC motor on M2
AF_DCMotor motorV(2);
//SERVO
Servo servo1;
void setup() {
//PUERTO SERIE
Serial.begin(9600);
//SETUP STEPPER REMOVEDOR
motor.setSpeed(60); // 60 rpm
//SETUP BOMBA GLICERINA
pinMode(bomba,OUTPUT);
// SETUP VIBRADOR
motorV.setSpeed(200); //INICIO VIBRADOR
//SETUP SERVO HARINA
servo1.attach(9);
}
void loop() {
Serial.println("COMIENZO DEL PROCESO");
if (suma==0) {
Serial.println(suma);
delay(1000);
//BOMBA
Serial.println("BOMBA");
digitalWrite (bomba,LOW); //ENCIENDE RELE (EN EL RELE ES AL REVES)
delay(5000);
digitalWrite (bomba,HIGH); //APAGA RELE
delay(1000);
//SERVO HARINA
Serial.println("SERVO");
servo1.write(0);
// ARRANCA VIBRADOR
motorV.run(FORWARD);
delay(15000);
// PARAR MOTOR #2
motorV.run(RELEASE); //STOP VIBRADOR
servo1.write(90);
delay(1000);
}
Serial.println("REMOVIENDO");
motor.step(200, FORWARD, MICROSTEP);
motor.release();
suma=suma+1;
Serial.println(suma);
}
```

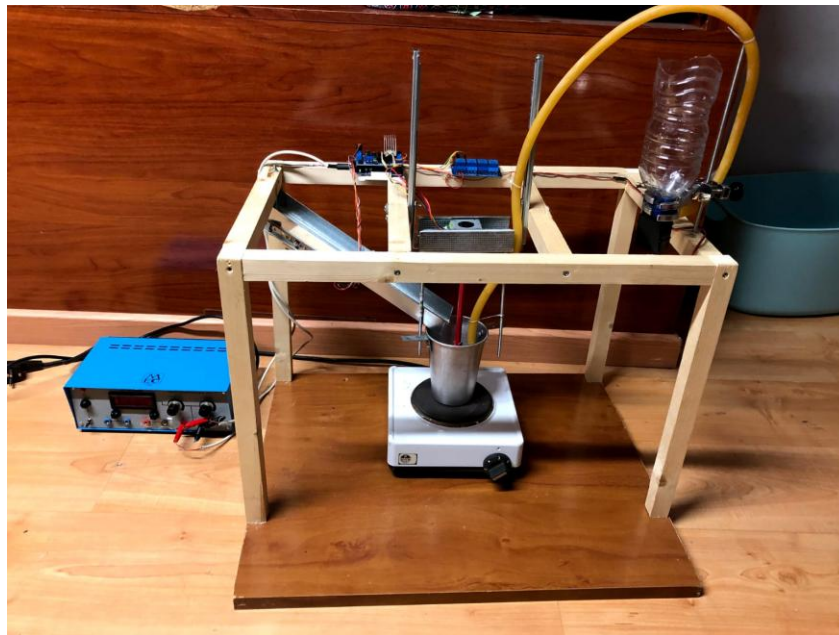
Tras comprobar el código y hacer la primera prueba, decidimos poner un sistema para alimentar de forma renovable la maqueta. En nuestro caso ni el motor sin escobillas ni la placa solar podían generar suficientes vatios como para poder alimentar directamente la maqueta, pero si podían cargar la batería LiPo, lentamente, para poder alimentarla en caso

de corte de luz durante algo menos de una hora (excepto la placa calefactora, ya que va a 220V AC consumiendo 1500W y la maqueta funciona a 12V DC y un pico de consumo de poco más de 30W).

El motor trifásico (izquierda en la foto) lo conectamos a un rectificador de diodos para pasar de corriente CA a CC y un condensador para depurar la salida y junto con la placa solar (derecha en la foto), cargar lentamente la batería que va conectada directamente al circuito del arduino.



El resultado final se observa en la siguiente fotografía:



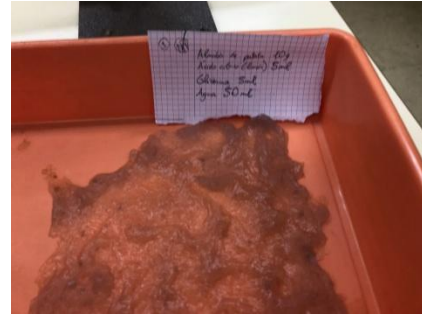
RESULTADOS

De los análisis de los resultados se obtiene que ciertas características de las muestra varían de acuerdo a la composición de las mismas. No podemos considerar que haya muestras con características mejores que otras, todo es según el uso posterior que se le quiera dar.

Se pudo observar, aunque con diferencias poco notables, que el aumento de glicerina, en la mezcla inicial, aumentaba la elasticidad del bioplástico, pero también lo hacía más fácil de romper. Esto es lógico si se entiende que el aumento de la glicerina (agente plastificante)

actuó como un diluyente disminuyendo la interacción entre las cadenas del polímero y en consecuencia causó el aumento de la flexibilidad. Cada componente cumple una función específica, en las diversas propiedades que constituyen un plástico.

Las muestras de bioplástico obtenidas con almidón de patata, son más resistentes pero menos elásticas que las obtenidas con harina de maíz o trigo (ver la figura adjunta). Esto nos lleva a pensar que, esta materia prima, sería más adecuada para la producción de vasos, platos u otros utensilios que necesiten de mayor resistencia y menos flexibilidad.



En todas las muestras obtenidas, se pudo comprobar que:

- El bioplástico de una superficie aproximada de 0,1 m², soporta masas de más de 2 Kg sin romperse.
- 0,1g del bioplástico se disgregó y rompió, en aproximadamente, un mes.
- Son todos impermeables.
- Permiten sostener objetos muy calientes (a más de 100°C), sin quemarnos.
- Permiten que no se perciba corriente eléctrica en nuestras manos.
- No se fundían fácilmente al someter a altas temperaturas.

Así pues, las propiedades de los plásticos biodegradables obtenidos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: *Propiedades de las muestras de bioplástico obtenido.*

CARACTERÍSTICAS	Plástico de harina de maíz	Plástico de harina de trigo	Plástico de almidón de patata
100% DEGRADABLE		Sí	
Tiempo de degradación (de 0,1g)		1 mes	
Moldeable		Sí	
Impermeables		Sí	
Aislante térmico y eléctrico		Sí	
Termorresistente		Sí	

En resume: al agregar un polímero natural, pudimos crear un bioplástico que coincide con las características de un plástico que utilizamos nuestra vida diaria, ya que tiene elasticidad y resistencia, pero aún seguimos haciendo muestras para obtener resultados satisfactorios. También hemos empezado a crear artículos que se utilicen en la vida diaria

(platos, cuencos, etc...).

CONCLUSIONES

Después del análisis de los resultados hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se evitan el uso de fuentes de energía no renovables (petróleo).
2. Se reduce el problema cada vez mayor de manejo de desechos.
3. Se le puede dar salida al excedente de glicerina producido en el proceso del biodiesel.
4. El diseño químico e industrial del proceso de obtención es sencillo y de bajo coste.

Es por esto por lo que nos atrevemos a realizar una serie de recomendaciones a la ciudadanía, administraciones competentes y empresas, deberían tener en cuenta, de manera que:

- i) Se incentive el desarrollo de productos biodegradables para el cuidado y prolongación de la vida en el planeta.
- ii) Se informe a la ciudadanía sobre alternativas que ayuden al medio ambiente, como es la fabricación de plástico biodegradable.
- iii) Se de a conocer y concienciar sobre el daño y contaminación que genera el excesivo y mal uso de los plásticos derivados del petróleo.

BIBLIOGRAFÍA

Biokunststoffe, 2013. Bioplásticos: ¿una alternativa con futuro? International Trade Fair. Alemania. Recuperado el 20 de diciembre de 2015, de: http://www.acoplasticos.org/boletines/2013/Noticias_Ambientales_2013_Octubre/FA_06_Biokun ststoffe_Lang_es_octubre.pdf

Iles, A., y Martin, D., Expanding bioplastics production: sustainable business innovation in the chemical industry, *Journal of Cleaner Production* 45(), 38-49 (2013).

Malajovich, M. 2014. Bioplásticos. *Ciencia*. Recuperado 05 de enero de 2016 de: <http://cienciahoy.org.ar/2014/06/bioplasticos/>

Muñoz, S., Desarrollo de nuevos agentes espumantes endotérmicos para la fabricación de materiales celulares poliméricos, Tesis de grado de Física. Universidad de Valladolid, Facultad de Ciencias, España: Valladolid, pp. 83 (2014)

Peelman, N., y otros seis autores, Application of bioplastics for food packaging, *Trends in Food Science & Technology* 32(2), 128-141 (2013).

Peelman, N., y otros seis autores, Application of bioplastics for food packaging, Trends in Food Science & Technology 32(2), 128-141 (2013)

Segura, D. 2007. Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. Biotecnología V14. Recuperado el 15 de diciembre de 2015, de: http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_31.pdf

Vázquez, A., et al. (2014). El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana. Anipac. Recuperado el 10 de diciembre de 2015, de: <http://www.anipac.com/origendelosplasticos.pdf>