

BIOPLÁSTICOS: SOLUCIONES AMBIENTALES

Escuela de procedencia: Instituto Asunción de México

Clave de registro: CIN2016A10109

Autores:

María Fernanda Godínez Cardoso

Santiago Juárez Green

Renata Andrea Nieto Trespalacios

Mariana Senties Paz

Asesora:

Laura Cecilia Díaz Arelle

Área de conocimiento: Ciencias

Tipo de investigación: bibliográfica- experimental

Ciudad de México 19 de febrero de 2016

Resumen

Bioplásticos

El plástico es un material que se encuentra presente en la mayoría de los productos que utilizamos en la vida diaria debido a su amplia versatilidad. No obstante, el impacto ambiental que tienen es altísimo debido a la cantidad de residuos que genera. Una solución a este problema es el uso de los bioplásticos, que son un tipo de plásticos elaborados a partir de biomoléculas, lo cual hace que se degraden en el medio ambiente mucho más rápido.

El objetivo de este proyecto es fabricar distintos tipos de bioplásticos con el fin de crear productos que, además de ser muy utilizados en la vida diaria, sean amigables con el medio ambiente. En este sentido, nuestras propuestas son crear unas láminas biodegradables que sirvan para la recolección de excremento de perro y la sustitución de las bolsas de plástico usadas para el transporte de plantas.

Lo que se busca es concientizar a la gente acerca de la contaminación generada por los plásticos y motivarla a realizar acciones, que por más pequeñas que sean, ayuden a reducir y solucionar este gran problema, tales como sustituir los plásticos por materiales más amigables con el ambiente.

Lo que pretende es mostrar una alternativa para en un futuro reducir la producción de plásticos hoy en día considerada la producción más grande a nivel mundial y así evitar que proliferen un material que lleva años en degradarse.

Palabras clave: medio ambiente, plásticos, biopolímeros, biodegradable, contaminación.

Bioplastics

Plastic is present in almost all products that we use every day because its wide versatility. However, the environmental impact they have is very high due to the amount of waste generated. One solution for this problem is the use of biopolymers to make bioplastics which are a type of plastic made from plant sources, that causes them to degrade in the environment much faster.

The purpose of this project is to manufacture different types of bioplastics in order to create products that, besides being widely used in daily life, are friendly to the

environment. In this respect, our proposal is to create biodegradable sheets to be used in the dog excrement collection and to transport plants before plantation.

What is sought is to raise awareness about the pollution generated by plastic and motivate people to take action, that even if slight, can help reduce and solve great problems, such as plastics replacement with more environmentally friendly materials.

Keywords: environment, plastics, polymers, biodegradable, pollution

Planteamiento del problema:

¿Se podrá sintetizar un bioplástico a partir de materiales sencillos como almidón, grenetina, sorbitol y glicerina? ¿Tendrá las características necesarias para ser utilizado como material para recolección y envoltura de excremento de perro en áreas públicas y parques en la Ciudad de México? 620 toneladas es la cantidad que, según expertos de la Escuela Nacional de Trabajo Social y de la Facultad de Medicina (FM) de la UNAM, producen nuestras mascotas durante un solo día en la Ciudad de México. Estos excrementos se recogen del suelo con bolsas de plástico que tardan más de 100 años en degradarse, contribuyendo a una enorme contaminación ambiental.

(Vela, 2014)

Hipótesis:

Si se utilizan mezclas en diferentes proporciones de almidón, grenetina, sorbitol y glicerina junto con un tratamiento térmico, se podrán fabricar láminas de bioplástico que podrán tener múltiples usos como la recolección de excrementos de perros, ya que éstas podrían biodegradarse en un menor tiempo que una bolsa de plástico.

Objetivos:

Fabricar láminas de bioplásticos a partir de almidón, grenetina, sorbitol y glicerina que puedan utilizarse, entre muchos usos, para la recolección de excremento de perro y sustituyan las bolsas de plástico que contaminan tanto.

Justificación:

“Se calcula que cada año se producen 300 millones de toneladas de plástico, cifra que puede incrementarse con las nuevas formas que éste está adoptando. Las mediciones de las regiones más contaminadas de los océanos del mundo muestran que la masa de plástico supera a la del plancton por seis”.

(Cardona, 2012)

El plástico es un derivado del petróleo muy utilizado en la vida diaria. Lo vemos en las botellas de agua, vasos, recipientes, plumas y una gran cantidad de objetos. Sin embargo, el petróleo es un recurso no renovable y algún día, no muy lejano, se va terminar. De hecho, la fabricación de plástico en la actualidad representa alrededor del 8% del consumo de petróleo. (Cardona, 2012)

Del mismo modo, el plástico está muy lejos de ser amigable con el medio ambiente. Por citar un ejemplo, una bolsa de plástico puede tardar más de 100 años en degradarse, lo cual ocasiona que la acumulación de plástico desechado en nuestro planeta sea un problema cada vez mayor. (Bolufer, 2009)

Hoy en día existe una gran preocupación acerca del impacto ambiental de este material, lo cual ha originado que se empiecen a utilizar alternativas novedosas que sustituyan a los plásticos petroquímicos.

Los bioplásticos son un tipo de plásticos elaborados a partir de fuentes vegetales, lo cual hace que se degraden en el medio ambiente mucho más rápido que el plástico convencional. Éstos se están perfilando como una gran solución para el problema de contaminación ambiental por desechos plásticos, es por esto que nosotros escogimos este tema, ya que consideramos de suma importancia que la gente realmente se dé cuenta del impacto que este material está teniendo a nivel mundial y empiece a hacer lo que está en sus manos para contribuir a resolver y disminuir este problema.

Nuestro objetivo es hacer que las personas que lean nuestro trabajo comprendan que los grandes cambios inician con acciones pequeñas y, que en este sentido, nosotros debemos ser el cambio que queremos ver en el mundo; pero sobretodo, que

entiendan que no es posible construir una sociedad si se destruye al medio ambiente que la rodea.

Polímeros

Los polímeros se definen como macromoléculas compuestas por uno o varios monómeros (unidades químicas) que se repiten a lo largo de toda una cadena; es por esto que algunos científicos prefieren llamarlos macromoléculas o moléculas grandes. Si se omiten los metales y los compuestos inorgánicos, se puede decir que todo lo demás en el mundo son materiales poliméricos, los cuales incluyen proteínas y ácidos nucleicos de nuestros cuerpos, las fibras que se usan para hacer ropa, las proteínas y el almidón que comemos, los elastómeros de las llantas de nuestros coches, las pinturas, los recubrimientos plásticos de paredes y suelos, espumas aislantes, platos, muebles, tubos y más objetos de nuestros hogares.

Los polímeros pueden ser sintéticos o naturales (*biopolímeros*), por lo que muchos científicos afirman que deben estudiarse de manera separada. Sin embargo los principios son los mismos para cada tipo, lo único que varía es la finalidad o el para qué se va a usar pero ambas dependen de las fuerzas intermoleculares (entre moléculas) e intramoleculares (dentro de la molécula), por ejemplo los puentes de hidrógeno y por los grupos funcionales presentes.

(Symour, 1995)

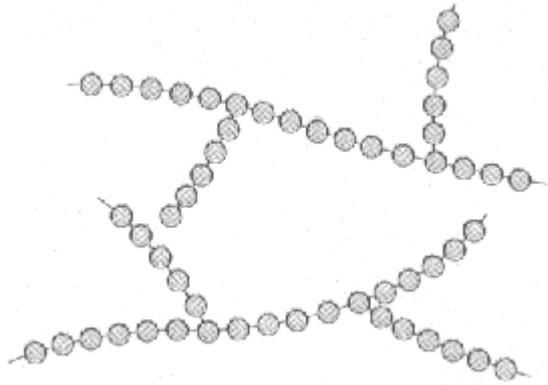
Estructura:

La estructura de los polímeros puede ser:

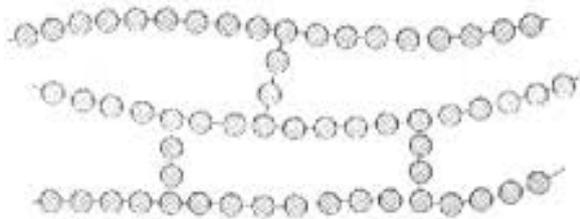
Lineal: las unidades monoméricas se unen unas con otras formando cadenas sencillas.



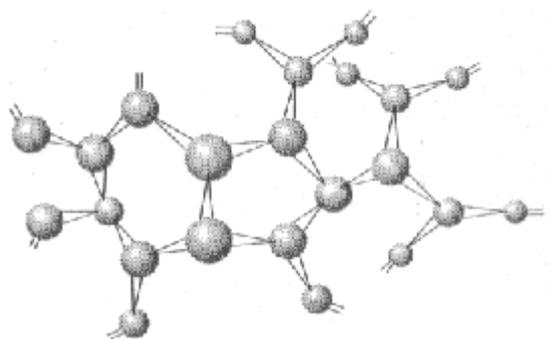
Ramificados: se sintetizan polímeros cuya cadena principal se conecta con otras cadenas secundarias. Esto hace que disminuya la densidad del polímero.



Entrecruzados: cadenas lineales adyacentes se unen transversalmente en varias posiciones mediante enlaces covalentes, así como se incorporan átomos o moléculas a la cadena. Muchos de los materiales elastómeros de caucho están entrecruzados.



Reticulados: las unidades monoméricas trifuncionales que tienen tres enlaces covalentes activos implica la formación de una red formada por la unión de las diferentes cadenas poliméricas.



La polaridad y el volumen de estos átomos afectará a la fuerza de cohesión entre cadenas que afectan de forma significativa la flexibilidad del material, temperatura de transición vítrea, temperatura de fusión y capacidad de cristalización entre otros. (http://www.joseluisesarueda.com/documents/TEMA_9_001.pdf).

Impacto en el ambiente:

Los polímeros plásticos han revolucionado la industria de todo el mundo. La industria petrolera tiene grandes ganancias, ya que el petróleo crudo es necesario para su producción. Después de la recolección y el procesamiento de petróleo, una planta de producción lo convierte en derivados comunes que se encuentran en la actualidad. Además, los polímeros también han reducido el costo de muchos productos y con lo que aumenta su rentabilidad.

Los plásticos son polímeros que no se degradan en el ambiente de forma natural. Como las sustancias que los producen son demasiado estables, la energía que se necesita para degradarlos es muy alta, es por eso que son tan contaminantes. Entonces la perforación de petróleo y las fábricas siguen afectando el medio ambiente y a pesar de que las compañías han hecho esfuerzos por disminuir los residuos y la utilización de recursos como el agua y la energía, la afectación sigue siendo muy alta. (<https://prezi.com/x9s3vlythfz7/polimeros-y-los-danos-al-medio-ambiente/>).

Plásticos en el ambiente

Los plásticos están hechos de petróleo, gas natural y carbón, todos ellos son recursos que han tardado millones de años en formarse y no son renovables. Se calcula que en las reservas de petróleo y gas sólo quedan 200 mil millones de toneladas, las cuales sólo serían suficientes para satisfacer las necesidades de los próximos 50 años, si se siguen consumiendo de la misma manera.

(Stevens, 2002)

Se dice que extraemos recursos a una gran velocidad y que generamos más residuos de los que el planeta puede asimilar. Desde principios del siglo pasado, la industria de los plásticos supera a casi todas las demás actividades industriales debido a su enorme crecimiento. En el año 2000, la producción mundial de plástico alcanzó 160 millones de toneladas; y en el 2006, México, superó los 4 millones de toneladas. Además, se calcula que anualmente cada persona consume 49 kg de este material.

(Ortiz, 2013)

En 1960 se estableció que la cantidad de plástico que había en el mundo era suficiente como para envolver a todo el planeta. El uso de este material no es lo que está mal, sino las magnitudes en las que se produce y consume. Su utilidad en la vida diaria es indiscutible, sin embargo, una vez que los plásticos han sido utilizados se

convierten en residuos que originan gran parte de los problemas de contaminación del agua, aire y suelo. A nivel mundial, se estima que en el ambiente se acumulan 25 millones de toneladas que permanecen inalterables entre 100 y 500 años debido a que su degradación es muy lenta.

(Ortiz, 2013)

En realidad, el plástico no se oxida ni descompone con el tiempo, únicamente pasa por un proceso llamado fotodegradación; en el cual, debido a la acción de los rayos UV, se destruye en pequeñas partículas de vinil que se esparcen y acumulan en el océano. Según la revista *Science*, la contaminación de los océanos ha llegado a tal punto que incluso las playas vírgenes contienen desechos plásticos de tamaño microscópico mezclados en la arena. De hecho, este material constituye entre el 40 y el 60% de la basura que termina en ellas.

(Lira, 2013)

Por otro lado, datos recientes señalan que de las 37.5 millones de toneladas de desechos que se generan al año (principalmente de plástico), sólo el 60% llega a los rellenos sanitarios, mientras que el otro 40% termina en tiraderos a cielo abierto, mares y lugares inadecuados.

(Lira, 2013)

Debido a la necesidad de seguir utilizando plásticos y el gran impacto ambiental que éstos tienen, se han estado creando e impulsando alternativas que contribuyan a la solución de este problema:

- Reciclaje: en México, del total de residuos plásticos que se generan, sólo el 12% se recupera para su reciclaje debido a que en nuestro país no existe la suficiente infraestructura para realizarlo. Por esta razón se exporta mucho a otros países, como a China, quien nos regresa el material reciclado convertido en ropa, muebles y otros productos.
- Reuso: la desventaja de este método es que en varias ocasiones éstos no pueden ser reutilizados debido a cierto tipo de impurezas que se le quedan, como sería el caso de los empaques y contenedores de comida
- Reducción: consiste en reducir la cantidad de materiales “sobrantes” (residuos), tratando de rediseñar los procesos de producción.

(Lira, 2013)

Otra alternativa es la fabricación de bioplásticos a partir de polímeros como el almidón, el colágeno y ácido láctico. Su ventaja, en comparación al plástico tradicional, es su permanencia en el ambiente (2-24 meses) y su desventaja es la diferencia del costo de producción, por esta razón su uso aún no se ha generalizado.

(Lira, 2013)

Describir, medir y controlar la degradación de los plásticos es bastante difícil debido a tres factores importantes:

1. Se pueden degradar de distintas formas, de manera continua o simultánea (fragmentación a través de fuerzas físicas, la interacción con agua y otros solventes, cambios químicos por degradación abiótica o por la colaboración de algunos microorganismos que los desintegran)
2. El entorno en el que se encuentren (clima, humedad, tierra, luz, etc.)
3. La composición química (entre más solubles en agua sean, más sencilla será su degradación)

(Stevens, 2002)

Por todo lo anterior, es necesario, que a la hora de fabricar un producto se haga un “análisis de ciclo de vida” (ACV) que logre generar una visión integral de los posibles impactos que éste pueda tener, a través de estudios que van desde la extracción de la materia prima, hasta la reincorporación de los materiales al ambiente.



Bioplásticos

Los plásticos que se manufacturan actualmente, con algunas excepciones, están hechos de polímeros sintéticos. Pero los polímeros también se producen en la naturaleza por plantas, animales y microorganismos; se les llama polímeros biológicos o simplemente biopolímeros.

Los carbohidratos y proteínas son biopolímeros presentes en la biomasa en gran abundancia, son mejor conocidos por su importancia en la nutrición. Los poliésteres, producidos por microorganismos, son otro tipo de biopolímeros no tan conocido pero de gran importancia, al igual que los ácidos nucleicos (que proporcionan el material genético).

(Stevens, 2002)

Los biopolímeros son inherentemente biodegradables, como debe ser para que puedan formar parte del ciclo de renovación de la naturaleza. Los biopolímeros tienen una estructura fundamentalmente diferente a la de los polímeros sintéticos, los cuales se usan en el 90% de la producción de plásticos. Los biopolímeros casi siempre tienen oxígeno o nitrógeno en su cadena, esta es la cualidad principal por la que son biodegradables, en cambio, las cadenas de carbono con enlaces simples, que son propias de los polímeros sintéticos, son particularmente resistentes a biodegradarse.

(Stevens, 2002)

Los biopolímeros se clasifican en:

1. Naturales: Son aquellos que son sintetizados por los seres vivos. Algunos ejemplos son los ácidos nucleicos, proteínas, polisacáridos, polihidroxicarboxilatos, entre otros.
2. Sintéticos: Los biomateriales sintéticos pueden ser metales, cerámicas o polímeros y comúnmente se denominan materiales biomédicos, para diferenciarlos de los biomateriales de origen natural.

(Biopolímeros,2014)

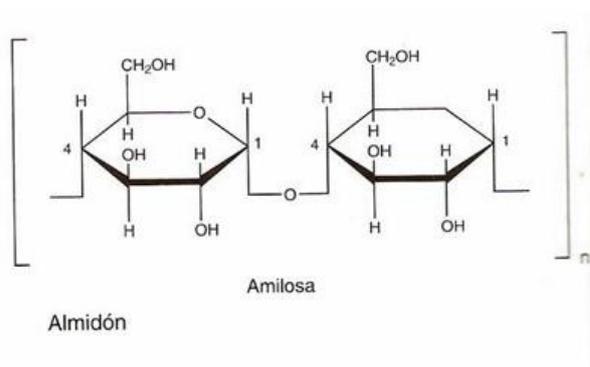
Biopolímeros para producir bioplásticos:

- Gelatina: es una proteína derivada de animales (derivada del colágeno), que constituye gran parte del tejido conectivo en los seres vivos. Está formada por aminoácidos enlazados en forma de hélice. Al ser una molécula soluble en

agua, la gelatina forma un coloide lo que también la hace adquirir ciertas propiedades como la capacidad de formar coágulos. Al mismo tiempo también brinda flexibilidad y resistencia.

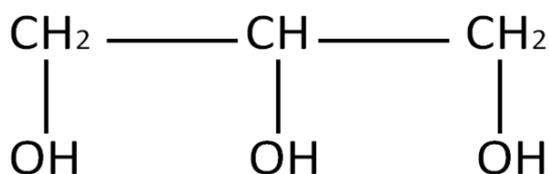
(AL-Químicos, 2007)

- **Almidón:** polisacárido derivado de las plantas. Es importante como materia prima para la formación de los bioplásticos por su accesibilidad y disponibilidad en gran escala y el bajo costo que tiene. La maicena es conocida como un polvo fino blanco de almidón que se puede conseguir fácilmente.



(Stevens, 2002)

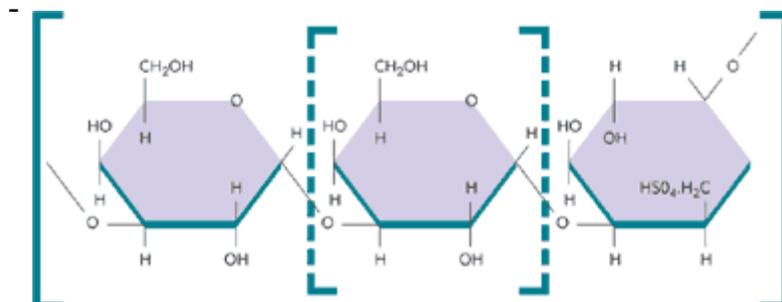
- **Glicerol:** también conocido como glicerina, sirve como plastificante en los bioplásticos. Se produce en la fermentación del azúcar o de aceites y grasas animales y/o vegetales.



Glicerol

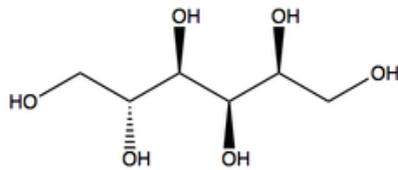
(Stevens, 2002)

- **Agar-Agar:** el agar-agar se presenta como un carbohidrato estructural de la pared celular de las algas agarofitas, donde existe en la forma de sales de calcio o de una mezcla de sales de calcio y magnesio. Sirve como gelificante.



(AgarGel, 2003)

- Sorbitol: se utiliza como humectante en muchos tipos de productos para ofrecer protección contra la pérdida del contenido de humedad. Las propiedades de textura y de estabilización de la humedad del sorbitol se utilizan en la producción de productos de confitería, productos horneados y chocolate. En este caso su función es como plastificante, al igual que el glicerol.



(Calorie Control Council, 2016)

Materiales:

8 vasos de precipitado de 250 mL.

1 vaso de precipitado de 500 mL.

Mecheros de Bunsen

Tripie

Rejillas de asbesto

Termómetros

Agitadores de vidrio

Tapetes de silicón

Método:

1. Mezclar todos los ingredientes en frío.
2. Permitir la hidratación por 3 minutos.
3. Calentar a fuego directo hasta 95°C (agitación constante).
4. Colocar la mezcla en una superficie plana de silicón o con antiadherente, papel encerado. Dejar secar.

Fórmulas y materiales:

	Gelatina	Maicena	Sorbitol	Solución de glicerina al 1%	Glicerina	Agar	Agua
Bioplástico 1	6 g	-----	-----	120 mL			
Bioplástico 2	9 g	-----	-----	120 mL			
Bioplástico 3	12 g	-----	-----	-----	12 g	-----	60 mL (agua caliente)
Bioplástico 4	1.13 g	1.13 g	-----	120 mL	-----		-----
Bioplástico 5	1.13 g	1.13 g	0.75 g	60 mL	-----		-----
Bioplástico 6	-----	0.75 g	0.75 g	60 mL	-----	0.75 g	60 mL
Bioplástico 7	3 g	-----	2.25 g	180 mL	-----	1.5 g	240 mL
Bioplástico 8	0.75 g	1.5 g	0.75 g	120 mL	-----	0.38 g	-----
Bioplástico 9	2.25 g	4.5 g	1.5 g	360 mL	-----	1.13 g	60 mL

Resultados:

<i>Bioplástico</i>	<i>Grosor</i>	<i>Transparencia</i>	<i>Flexibilidad</i>	<i>Moldeabilidad</i>	<i>Textura</i>
1	grueso	si	poco flexible	si	áspera y rígida
2	grueso	si	muy poca	no	lisa y muy rígida
3	grueso	translúcido	muy flexible	si	suave y plasticosa
4	delgado	si	mucha	si	suave y un poco rígida
5	delgado	si	mucha	si	suave y un poco frágil
6	delgado	si	mucha	si	suave y un poco frágil
7	delgado	si	mucha	si	suave y un poco frágil
8	delgado	si	mucha	si	suave y un

					poco frágil
9	delgado	si	mucha	si	suave y un poco frágil

Análisis de resultados:

Durante el experimento se observó que la temperatura y el peso o medida exacta de los compuestos de cada biopolímero, es de suma importancia para poder obtener el resultado esperado, al igual que dejar secar las soluciones en una superficie antiadherente. De lo contrario se pueden formar grumos y se puede romper el bioplástico.

Los bioplásticos 1 y 2 son muy similares entre sí, son gruesos y rígidos. La grenetina como único biopolímero les confirió características de rigidez, transparencia y resistencia, la diferencia es la cantidad de grenetina, ésta tiene la propiedad de formar redes tridimensionales y brindar resistencia, aspecto que se pudo observar en el biopolímero 2, que es mucho más rígido y poco moldeable.

El bioplástico 3, a diferencia de los anteriores contiene gran cantidad de glicerina y presencia de grenetina (como el 1 y el 2), sin embargo la glicerina le brindó características de gran flexibilidad al bioplástico, similar a una lámina de silicón. Mantuvo la transparencia, pero incrementó notablemente su flexibilidad. La mezcla de grenetina con glicerina hicieron que plastificara más rápido que los otros bioplásticos y le brindó una flexibilidad característica, además de la resistencia que presenta.

Los bioplásticos 4 y 5 fueron diferentes a los anteriores. Entre ellos sólo varió la presencia de sorbitol en el 5 y su ausencia en el 4. Ambos resultaron muy delgados y con buena flexibilidad, sin embargo el 4 resultó un poco pegajoso y el 5 al tener sorbitol en su fórmula, le restó esta pegajosidad y le brindó mayor poder plastificante. El 5 tiene mayor resistencia que el 4. El sorbitol tuvo propiedades plastificantes. Ambos contienen maicena y gracias a esta los bioplásticos son mucho más delgados y flexibles que los expuestos anteriormente.

Los bioplásticos 6, 7, 8 y 9 resultaron ser similares, ya que todos son del mismo grosor, transparencia, flexibilidad, moldeabilidad y textura, esto se debe a que se les agregaron casi los mismos ingredientes y en proporciones parecidas. La novedad en ellos fue la presencia de agar. Todos resultaron delgados y flexibles y el agar les

brindó una gran resistencia. El bioplástico 7 es más transparente que el 6, ya que la maicena confiere al bioplástico cierta opacidad blanquecina.

El bioplástico 8 resultó ser más grueso que el 9, ya que 9 tenía agua agregada a la fórmula y el resultado fue una lámina muy delgada. Ambos tiene un alto contenido de gelatina, sorbitol, agar y maicena, que juntos brindaron resistencia y flexibilidad.

Conclusiones:

Se lograron hacer diferentes láminas de bioplásticos, con diferentes propiedades, a partir de biomoléculas que brindan propiedades plásticas.

Como ya se mencionó anteriormente, el plástico es un material que indiscutiblemente está presente en la mayoría de los productos que utilizamos en la vida diaria debido a su amplia versatilidad. En el año 2000, la producción mundial de plástico alcanzó 160 millones de toneladas y en el 2006, México, superó los 4 millones de toneladas. (Ortiz, 2013)

No obstante, el impacto ambiental que tienen es altísimo debido a que la cantidad de residuos que se generan es mayor a la que el planeta puede asimilar. Un ejemplo muy claro de esto es el caso de las bolsas de plástico. Éstas pueden tardar hasta más de 100 años en degradarse, lo cual ocasiona que la acumulación de éste plástico, que en muchas ocasiones deja de ser utilizado a los 10 minutos, termine contaminando el agua, aire y suelo.

Los bioplásticos están comenzando a tomar fuerza como una solución para este problema de desechos, ya que a comparación del plástico tradicional, su permanencia en el ambiente es de 2-24 meses.

Al hacer este trabajo, además de promover una conciencia social, quisimos fabricar nuestros propios biopolímeros y darles un uso para empezar a sustituir los plásticos tradicionales, al menos a nivel comunidad, y así ayudar a reducir la basura con este método ecológico. Basados en los resultados obtenidos, se llegó a la propuesta de los siguientes dos productos:

- Transportador de plantas: comúnmente las plantas son envueltas con un pedazo de bolsa de plástico para poder ser transportadas y plantadas. Sin embargo, una vez que la planta ha sido colocada en su lugar, el plástico es retirado y, muchas veces, la gente olvida recogerlo y tirarlo a la basura. En este sentido, la primera propuesta es suplir este plástico con el bioplástico 8, recortado en rectángulos, ya que consideramos que gracias a su grosor, resistencia al agua y capacidad de

biodegradarse, es ideal para enterrarse junto con la planta; de esta forma no se generaría basura ni se contaminaría el ambiente.

- Recoge excrementos: cuando la gente saca a pasear a sus mascotas, normalmente, recogen los excrementos con bolsas de plásticos que posteriormente tiran junto con la materia fecal. Nuestra propuesta es sustituir estas bolsas con pequeños pedazos del bioplástico 5 para que éstos puedan mezclarse con el excremento y se degraden de la misma forma. Con éste, la persona podrá levantar el excremento de una manera sencilla, debido a que es un plástico fácil de manipular. Además, es lo suficientemente resistente y grueso para soportar y contener la popo.

Es importante, que la gente realmente se dé cuenta del impacto que este material está teniendo a nivel mundial y empiece a hacer lo que está en sus manos para contribuir a resolver y disminuir este problema. Con este trabajo se quiso demostrar que para poder cambiar al mundo, primero tenemos que cambiar nosotros mismos. Toda acción empieza siendo pequeña, y depende de nuestro interés, compromiso y motivación hacerlo cada vez más grande y compartirlo con los demás. Tenemos que entender que ya no es tiempo de seguir viendo cómo se destruye el planeta, que el cambio depende de nosotros y que no podemos seguir esperando a mañana para empezar a movernos, puesto que no es posible construir una sociedad si se destruye al medio ambiente que la rodea.

Referencias:

- Stevens, Eugene, Green Plastics: An introduction to the New Science of Biodegradable Plastics, Princeton University Press, New Jersey, 2002, pp. 83-103
- Lira Saade, Carmen. (27 mayo 2013). *Problemas de la industria del reciclaje de plástico en México*. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-o.html>
- Ortiz Hernández, María Laura. (27 mayo 2013). *El impacto de los plásticos en el ambiente*. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-f.html>
- Lira Saade, Carmen. (27 mayo 2013). *La contaminación derivada del plástico*. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-h.html>

- Vázquez Morillas, Alethia, Beltrán Villavicencio, Margarita, *et. al.* (s.f.). *El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente*. Obtenido de <http://www.anipac.com/origendelosplasticos.pdf>
- Stevens, Eugene, Green Plastics: An introduction to the New Science of Biodegradable Plastics, Princeton University Press, New Jersey, 2002
- Alejandra Cardona. (2012). Obtenido de <http://grupoatrevete.com/cuantas-toneladas-de-plastico-se-producen-anualmente-en-el-mundo/>
- Pascual Bolufer. (2009). Obtenido de <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/28983-Los-biopolimeros-el-plastico-del-futuro.html>
- Polímeros, Seymour Raimond, Carraher Charles, *Introducción a la química de los polímeros*, Reverté, Barcelona, 1995, pp.689, extraído de (<https://books.google.com.mx/books?id=FOobaAs4Wp4C&pg=PA1&dq=pol%C3%AADmeros&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwje65-wo8vKAhXGIoMKHbDACgQQ6AEIQTAAH#v=onepage&q=pol%C3%ADmeros&f=false>), consultado 28 de enero del 2016.
- Estructura de los polímeros en (http://www.joseluisesarueda.com/documents/TEMA_9_001.pdf), consultado el 29 de enero del 2016.
- S.A. Los polímeros en la medicina: Biopolímeros. (2014)_ Obtenido de <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/medicina/biopolimeros.htm>
- DVA MÉXICO. Alcohol Polivinílico (2013). Obtenido de http://www.dva.mx/Dva_A/alcohol-polivinilico/index.html
- AL-Químicos. Gelatina (2007) Obtenido de <http://al-quimicos.blogspot.mx/2007/04/gelatina.html>
- AgarGel. Agar-Agar (2003). Obtenido de <http://www.agargel.com.br/agar-tec-es.html>
- Calorie Control Council. Poliol: Sorbitol. (2016) Obtenido de <http://datossobrelospoliols.com/sorbitol/>
- Polímeros efectos en el ambiente en (<https://prezi.com/x9s3vlythfz7/polimeros-y-los-danos-al-medio-ambiente/>), consultado el 29 de enero del 2016.
- Vela, 2014 (<https://www.veoverde.com/2014/01/620-toneladas-de-heces-caninas-al-dia-en-la-ciudad-de-mexico/>),
Consultado el 11 de febrero del 2016.