



# **PLÁSTICO BIODEGRADABLE**

*Una alternativa para disminuir la contaminación*

Clave del registro del proyecto: CIN2017A10187

Escuela de procedencia:  
Bachillerato Colegio Martinak 2371

Autores:  
Brandon Arturo Cortés Ramos  
Jesús Shai Gutiérrez Quiroz  
Raymundo Aaron Toledo González  
Evert Jaime Werner García

Asesores:  
Abraham Zambrano Garnica  
Rosa Soledad Márquez Gutiérrez

Area de Conocimiento : Ciencias biológicas, químicas y de la salud  
Tipo de Investigación: experimental  
Disciplina: Química.  
Ciudad de México a 17 febrero 2017

# Índice Temático.

Índice.....	2
Resumen.....	3-4
Summary.....	4-5
Planteamiento.....	6
Hipótesis.....	6
Objetivo.....	6
Investigación.....	6-10
Materiales.....	11
Desarrollo.....	11-12
Nueva Experimentación.....	13
Avances.....	13
Conclusiones.....	13-14
Registro Fotográfico.....	15
Fuentes Consultadas.....	16

## Introducción

### **Resumen**

Uno de los principales problemas de contaminación en el mundo es la cantidad de basura que generan los seres humanos.

En casi todos los países existe el reciclaje, pero en pocos funciona exitosamente. ¿La razón? Falta de tecnología, tiraderos a cielo abierto, excesiva comercialización y empaque, ignorancia o falta de conciencia de las personas.

En México, hasta el año 2014, se generaban 86 mil 343 toneladas de basura diariamente, sólo se separaba el 11% y se reciclaba el 9%. La mayoría de los desechos provenían de zonas urbanas, encabezadas por la capital de la República con 19 mil 43 mil toneladas (19.7%).

De acuerdo a Green Peace, en 2015 la cifra aumentó a 100 mil toneladas diarias, pero no así la separación de residuos ni el reciclaje; señalando que las autoridades han dado más importancia a deshacerse de la basura por medio de vertederos, tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios que a buscar alternativas.

Un dato curioso es que el 40.7% de los desperdicios son de comida y vegetación, por lo que podrían utilizarse en fertilizantes

Ante esta realidad y dado que el fenómeno comercio-consumo no disminuirá y que el proceso de concientización de gobierno-sociedad para reciclar se llevará un largo tiempo, se hace necesario tomar medidas que ayuden a mejorar el medio ambiente y que a la vez generen un cambio.

Así, crear y utilizar productos biodegradables es una alternativa razonable y positiva para la humanidad. Para comenzar, esta medida debe aplicarse en los productos de mayor uso, por muy insignificantes que parezcan (como popotes, vasos y cucharas desechables, etc.)

## Summary

One of the main pollution problems in the world is the amount of garbage generated by humans.

In almost all countries there is recycling, but in few it works successfully. The reason? Lack of technology, open dumps, excessive marketing and packaging, ignorance or lack of awareness of people.

In Mexico, until 2014, 86 thousand 343 tons of garbage were generated daily, only 11% separated and 9% recycled. The majority of the waste came from urban areas, headed by the capital of the Republic with 19 thousand 43 thousand tons (19.7%).

According to Green Peace, in 2015 the figure increased to 100 thousand tons per day, but not the separation of waste or recycling; Noting that the authorities have given more importance to dispose of the garbage through landfills, open pit dumps and landfills than to look for alternatives.

A curious fact is that 40.7% of the waste is food and vegetation, so they could be used in fertilizers

Facing this reality and taking into consideration that the trade-consumption phenomenon will not diminish, and that the process of government-social awareness to recycle will take a long time, it is necessary to take measures to help improving the environment and at the same time to generate a change.

Thus, creating and using biodegradable products is a reasonable and positive alternative for humanity. To begin with, this measure should be applied to products of greater use, however insignificant they may appear (such as straws, disposable cups and spoons, etc.)

Using a fruit peel, in this case banana, mandarin, mango and apple-jicama, will be made bioplastic to create straws that when finished using them, can be eaten, such as the cone of an ice cream that is made of cookie. Likewise, plates and glasses can be created to replace plastic and foam.

Particular attention will be paid to only using organic material in good condition to prevent them being unhealthy and, if thrown away, disintegrate very quickly, serving as fertilizer to the soil.

In addition, less waste will be generated by taking advantage of peels of different kinds of fruit, which are almost always wasted.

## **Planteamiento**

Utilizando cáscara de fruta, en este caso de plátano, mandarina, mango y manzana-jícama, se fabricará bioplástico para crear popotes que, al terminar de usarlos, puedan comerse, tal y como el cono de un helado que es de galleta. De igual forma se pueden crear platos y vasos que sustituyan el plástico y el unicel.

Se pondrá especial atención en solo utilizar materia orgánica en buen estado para evitar que sean insalubres y que, en caso de tirarse, se desintegren muy rápido, sirviendo de abono a la tierra.

Además, se generará menos basura al aprovecharse las cáscaras de diferentes tipos de fruta, mismas que casi siempre son desperdiciadas.

## **Hipótesis:**

Si creamos productos biodegradables que al tirarse se desintegren en un corto plazo o que puedan consumirse porque tienen un agradable sabor, se generará menos basura y contribuiremos a disminuir la contaminación.

## **Objetivo:**

Colaborar en mejorar el medio ambiente, consumiendo productos que sean comestibles y/o se degraden fácilmente, sin contaminar el suelo o el aire. En este caso, crearemos popotes biodegradables con sabor a fruta.

## **Investigación**

Si México generó más de 86 mil toneladas de basura diariamente en 2014, la cifra mundial fue de 3.5 millones de toneladas, según la ONU y el Banco Mundial. Cantidad impresionante y que representa un grave problema de contaminación para todos los seres vivos.

Entre los principales desechos se encuentran los provenientes del plástico, material que no se desintegra con facilidad (tarda entre 100 y mil años), que es difícil de reciclar por la variedad que existe y que libera sustancias nocivas para el medio ambiente.

Prácticamente todo lo que utilizamos tiene plástico o fibras sintéticas, es algo común en la vida cotidiana, pero de gran impacto ecológico. De acuerdo a los científicos, una botella de plástico que no es reciclada y queda “olvidada” en tierra o en el mar, está expuesta a los rayos UV, mismos que después de largo tiempo la convertirán en pequeñas partículas de vinil que contaminarán el suelo y el agua.

Esto es, el plástico no se oxida ni se descompone, sólo se foto degrada , así que siempre existirá y no se reintegrará a la naturaleza. De aquí la importancia de aprender a usarlo con conciencia y, de ser posible, sustituirlo por artículos biodegradables.

Y ¿qué quiere decir biodegradable? Es el proceso por el que los materiales se descomponen o desintegran en poco tiempo por la acción de bacterias, hongos, gusanos o insectos. Un ejemplo: la cáscara de fruta tarda un promedio de 90 días en descomponerse.

Aunque hay universidades, centros de investigación, fundaciones y empresas privadas a nivel mundial que han realizado y/o patrocinado con éxito experimentos para crear materiales biodegradables que sustituyan al plástico, todo está en proceso y no se ha aplicado en el ámbito social.

Hasta ahora, sólo se utiliza lo oxodegradable (principalmente bolsas de plástico que se dan en supermercados, tianguis, etc.) y que no se reintegran al ambiente, sólo se fragmentan en pequeñas partículas que se localizan en la tierra y mar.

Destacan por su éxito comprobado tres investigaciones acerca de lo más novedoso en plásticos biodegradables, una de la Universidad Nacional Autónoma de México y la segunda del Instituto Politécnico Nacional y una de la Universidad de Málaga, España; todas en proceso de patente y susceptibles de ser mejoradas.

La primera es una película de polietileno que se degrada hasta en 74% y a partir del día 45, en condiciones de compostaje; con propiedades mecánicas, químicas y de elasticidad semejantes al del plástico.

El costo es similar al del polietileno de alta y baja densidad, cuyo consumo en 2015 fue de 5.5 millones de toneladas.

Los científicos quieren alcanzar el 99% de degradación, por ello están experimentando con un aditivo a base de estereato de manganeso para disminuir la densidad molecular y contribuir a que los microorganismos actúen más rápido.

La segunda investigación, dada a conocer en enero de este año, consiste en el cultivo de una bacteria que vive en el suelo: *azotobacter vinelandii*. Es inocua (no es dañina) y tiene la propiedad de producir un polímero conocido como polihidroxibutirato (PHB), 100% biodegradable y biocompatible.

Se pretende que este material sustituya los plásticos derivados del petróleo. Aunque el microorganismo ha requerido ciertas modificaciones genéticas para que produzca más polímero y éste sea más flexible, asimila gran variedad de sustratos y requiere poco oxígeno, por lo que se facilita su cultivo.

Para comprobar que es completamente biodegradable, se hicieron botellas con el polímero proveniente de esta bacteria y se dejaron en el fondo de un lago y en composta, el tiempo que tardaron en desaparecer fue un año.

Otras ventajas que se han descubierto del polímero es que las bacterias y hongos que se comen el material son muy abundantes, que no genera ningún compuesto tóxico al ambiente durante su degradación y que tiene más usos. Por ejemplo, en la agricultura, ya que produce amonio a partir del aire, produciendo un fertilizante para el crecimiento de las plantas.

Un descubrimiento igual de innovador y benéfico para el medio ambiente es el de la Universidad de Málaga, donde se ha creado un plástico biodegradable a partir de la piel del jitomate.

Los científicos utilizaron el biopoliéster del jitomate, llamado cutina, cuya característica es preservar la pérdida de agua desde el interior, para consolidar un material visco-elástico, de color anaranjado, al que se le puede dar el grosor que se requiera; cabe resaltar que es inofensivo, biodegradable al 100% y su duración es muy similar a la piel del fruto.

Todavía se realizan pruebas de resistencia, elasticidad y transparencia, pero se espera que revolucione a la sociedad y disminuya el consumo de plástico al sustituirlo en el empaque de alimentos y recubrimiento de medicinas.

Por último, en México, científicos del Instituto Politécnico Nacional están desarrollando un proceso de termoplastificación que facilite la degradación del plástico. Después de un estudio para determinar cuál podría ser la fruta más adecuada, que no perjudicará el abasto para consumo, que el costo fuera accesible y su ciclo de producción corto, se determinó que el plátano era la mejor opción.

Al poseer grandes cantidades de almidón, sobre todo verde, se puede elaborar harina, la cual, una vez procesada (termoplastificación), tiene la misma resistencia, impermeabilidad y elasticidad que el plástico.

Para obtener la harina se utiliza el plátano verde con todo y cáscara, se pasa por un satinizante que elimina microorganismos, se corta y seca para facilitar la trituración y producción del polvo, el que se blanquea con peróxido de hidrógeno.

En esta investigación, el plástico no se sustituye, sino que se combina: la harina de plátano se mezcla con polímero de plástico para dar como resultado un material termoformable con un alto porcentaje de biodegradación.

De acuerdo con Plan Verde, billones de popotes son desechados cada año y pocos son los que se biodegradan, pues la mayoría termina en basurales o contaminando los océanos o en ríos.

En el mundo se tiran a la basura 280 millones de toneladas de plástico al año. En Alemania se propone que en 2018 cada habitante del mundo consuma anualmente 90 bolsas de plástico. Ahora su uso implica más de cuatro mil bolsas por persona por

año. Todo producto industrial, doméstico, alimenticio, medicinal, etcétera, se empaqueta en plástico.

De acuerdo a datos de la asociación Ocean Conservancy (Conservación de los Océanos), más de 100,000 toneladas de basura fueron recolectadas por voluntarios en el 2013 en diferentes costas y cuerpos acuíferos alrededor del mundo. Los popotes ocupan el quinto lugar de los productos más colectados: 555,007 popotes, de los cuales 11,574 se encontraron en los 120 km que se limpiaron en México.



## **Materiales para experimento**

- Cáscara de mandarina, plátano, manzana. jícama, mango.
- Almidón o fécula de maíz.
- Vinagre blanco
- Agua
- Colorante natural
- Glicerina
- Cuchara
- Licuadora
- Recipiente

## **Desarrollo**

El experimento consiste en los siguientes pasos:

- ❖ Se licuan la cáscara de la fruta con agua, vinagre, colorante y fécula de maíz.
- ❖ Una vez que el líquido ya no se ve grumoso, se vacía en un recipiente que se pondrá a fuego lento, previa añadidura de tres cucharas de glicerina.
- ❖ Cuando ya está espeso, se retira de fuego y está listo para extenderlo.

### *Ensayo 1*

La primera ocasión se experimentó con cáscara de mandarina, sin que se obtuviera la consistencia adecuada, ya que la mezcla quedaba muy grumosa y espesa. Al repetirse, quedó muy aguada, aunque el color era llamativo y el olor agradable, el sabor era amargo-acido (imposible de comer).

### *Ensayo 2*

La segunda opción fue con cáscara de mango. Ahora ya quedó la mezcla casi exacta, no hubo que repetirla, pero el aspecto fue repulsivo y el sabor tolerable, aunque de ninguna manera sabrosa, que es uno de los objetivos.

### *Ensayo 3*

Se repitió todo el procedimiento con cáscara de plátano. En un principio el producto se hizo negro, de hecho tenía muy mal aspecto, pero después de dejarlo reposar, adquirió un color amarillo-anaranjado y el sabor fue muy agradable, dulce, sin ser empalagoso.

De hecho, la mezcla con plátano es la que ha aprobado todos los estándares de calidad. Esto es, para el desarrollo del proyecto es la más adecuada para sustituir al plástico por su ductilidad, consistencia, sabor y resistencia.

Cabe señalar que en las pruebas de tiempo de desintegración, tanto en tierra como en agua, los resultados han sido alentadores.

En tierra, después de una semana, el bioplástico estaba en proceso de descomposición; a las dos, sólo quedaba un pequeño residuo. En tanto, en agua, el material se disuelve entre dos y tres días.

### *Ensayo 4*

Para garantizar que otras frutas pueden servir, se experimentó con una mezcla de manzana y jícama, la primera por su sabor y la segunda por su resistencia fibrosa. Los resultados no fueron satisfactorios, de nueva cuenta el sabor y la consistencia hicieron que se desechara.

## **Resultados**

### **Nueva experimentación**

Tomamos diversas muestras de nuestro plástico y lo enterramos junto a un popote de plástico normal, con el fin de comparar los resultados en relación a la biodegradación de cada uno, mostrando así los resultados de nuestros experimentos.

### **Avances**

Descubrimos durante la realización de éste proyecto que efectivamente el material cuenta con un alto grado de biodegradación, especialmente comparado al plástico convencional que se utiliza en la realización de popotes y otros artículos comerciales.

El tiempo de degradación promedio durante el experimento fue de una semana; mientras nuestro bioplástico paso gran parte de sus nutrientes a la tierra, el plástico normal del popote apenas se estaba contaminando por los diversos factores del medio ambiente.

### **Conclusiones**

En los dos primeros ensayos (mango y mandarina), ya se obtuvo bioplástico, aunque el sabor no fue muy agradable y la consistencia resultó muy grumosa. Sin duda, el aspecto y el sabor no ayudarían a utilizarlo y menos a comercializarlo, pues la vista influye en el uso y consumo; la mayoría de las personas se fija en el aspecto del producto o alimento. Lo mismo ocurrió con el cuarto experimento.

Por supuesto que se repitieron los procesos, haciéndose algunos ajustes en la fórmula, pero el sabor no ha sido el óptimo.

Sin lugar a dudas, la fruta que se utilizará será el plátano, ya que con la fórmula balanceada da excelentes resultados. En la primera fase de preparación, el aspecto que tiene la mezcla es grumoso y de color oscuro (gris-negro), pero al dejarse reposar

para la preparación final, el aspecto cambia (se hace amarillo-anaranjado y homogéneo), la maleabilidad es buena.

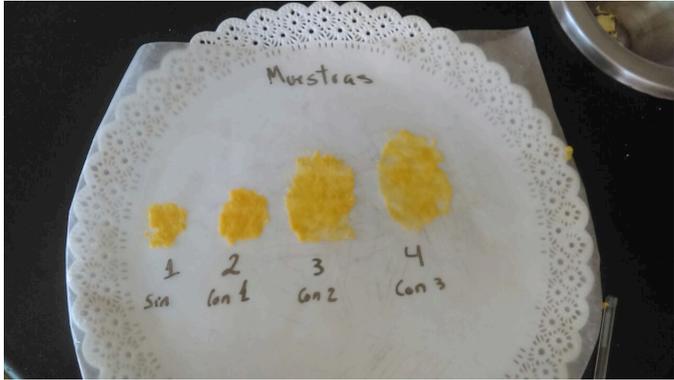
Actualmente se trabaja en dar la forma de popote, a un plato y un vaso, todavía sin éxito por carecer de los moldes apropiados, específicamente el del primero, ya que manualmente queda muy grueso y no tiene un adecuado sellado del cilindro.

En fechas recientes, tanto en el Senado como en la Asamblea de Representantes de la CDMX, se ha hecho la propuesta de legislar para restringir o eliminar el uso de popotes por considerarse contaminantes y de consumo muy extendido, lo que genera gran cantidad de basura.

Este experimento para crear popotes de bioplástico sería la solución al problema, ya que no limitaría su uso o ni alentaría la desaparición del invento, sino que lo haría subsistir, permanecería por motivos de higiene, pero con la responsabilidad de saber que no contaminará el medio ambiente y que, de así desearse, podría comerse como un barquillo de galleta.

Además, de tener éxito en la generación de bioplástico, la gran mayoría de los productos desechables que hoy se utilizan podrían sustituir su materia prima y dejarían de ser un problema para el medio ambiente, sin afectar la producción y costo de la fruta.

Registro fotográfico



## **Fuentes consultadas:**

<http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/basura.aspx?tema=T>

<http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/basura-cero/>

[http://enes.unam.mx/?lang=es\\_MX&cat=sostenibilidad&pl=el-problema-creciente-de-los-residuos-en-mexico](http://enes.unam.mx/?lang=es_MX&cat=sostenibilidad&pl=el-problema-creciente-de-los-residuos-en-mexico)

<http://ecoosfera.com/2014/11/mexicanos-descubren-como-hacer-plastico-biodegradable-con-desechos-de-leche/>

<http://www.gaceta.unam.mx/20160121/wp-content/uploads/2016/01/210116.pdf>

[http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016\\_462.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_462.html)

<http://www.jornada.unam.mx/2014/07/14/sociedad/039n2soc>

<http://www.muyinteresante.es/tecnologia/articulo/la-piel-del-tomate-se-transforma-en-plastico>

Redacción\ Sin embargo. (2016). ¿Sabes el daño que causan los popotes? El movimiento #AntiPopotes llama a evitarlos. 30 septiembre, de SETV Sitio web: <http://www.sinembargo.mx/31-03-2016/1642332>

Elena Sanz. (2015). La piel del tomate se transforma en plástico. 30 septiembre 2016, de Muy Interesante Sitio web: <http://www.muyinteresante.es/tecnologia/articulo/la-piel-del-tomate-se-transforma-en-plastico>

De le Redacción. (2014). Crean en el IPN harina para elaborar plásticos con capacidad biodegradable. 30 septiembre 2016, de Periódico La Jornada Sitio web: <http://www.jornada.unam.mx/2014/07/14/sociedad/039n2soc>

Green peace. (2010). Basura Cero. 30 septiembre 2016, de Greenpeace Sitio web: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/basura-cero/>

