



**Centro Educativo Cruz Azul  
Campus Lagunas, Oaxaca  
CLAVE INCORPORACIÓN 6914**



**CIN2017A10095 - El Mango: ¿Una alternativa a los plásticos convencionales?**

**Nombre(s) de los Autor(es)**

**Bernal Toledo Martha Elena**

**García López Roberto**

**Martínez Calzada Susana Paola**

**Nombre del asesor:**

**Pedrosa Espinoza Joaquín**

**Área de participación:**

**Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud**

**Disciplina:**

**Medio Ambiente Química**

**Tipo de Investigación:**

**Experimental**

Lagunas, Oaxaca, a 10 de febrero de 2017

## Índice

<b>Planteamiento del Problema</b> .....	1
<b>Objetivo General</b> .....	1
<b>Hipótesis</b> .....	1
<b>Justificación</b> .....	2
<b>Marco Teórico</b> .....	2
Los Polímeros .....	2
Biopolímeros .....	3
El Plástico .....	4
El bioplástico .....	5
La cáscara de mango para elaborar un plástico.....	9
<b>Metodología de investigación</b> .....	10
<b>Resultados</b> .....	11
<b>Discusión</b> .....	12
<b>Conclusiones</b> .....	12
<b>REFERENCIAS</b> .....	13
<b>Anexos</b> .....	15

## **Resumen.**

El presente proyecto tiene como objetivo crear un plástico alternativo que no sea nocivo hacia las personas y hacia el ambiente, producido a partir de cáscaras de mango verde ya que en México es uno de los principales productores de mango, siendo el quinto lugar productor de mango y primer lugar en exportación, y estos al ser residuos orgánicos no causan daños y además son biodegradables. El proyecto se inició con la obtención de la cáscara de mango verde y la preparación de una mezcla homogénea elaborada a partir de glicerina, vinagre y la misma cáscara. Esta mezcla se llevó al fuego alrededor de 2 minutos, después se extendió sobre una superficie y fue colocado dentro de moldes, allí se dejó reposar aproximadamente 1 día y medio, para después retirarlo y observar los resultados obtenidos. Una vez concluida la elaboración del bioplástico a partir de las cáscaras de mango determinamos que puede ser utilizado siendo un material alternativo de los plásticos derivados del petróleo. En un futuro se espera evaluar su biodegradabilidad, propiedades fisicoquímicas y mecánicas y poder continuar con las pruebas.

## **Abstract**

This project aims to create an alternative plastic that is not harmful to people and the environment, produced from peels of green mango in Mexico is one of the leading producers of mango, being the fifth largest producer of mango and first place in export, and these to be organic residues are not harmful and they are also biodegradable. The project began with obtaining green mango Peel and the preparation of a homogeneous mixture made from glycerine, vinegar and the same shell. This mixture was the fire about 2 minutes, then spread on a surface and was placed into molds, there let stand for approximately 1 day and a half, in order to then remove it and observe the results. A time concluded the elaboration of the bioplastic from them shells of mango determined that can be used being a material alternative of them plastics derivatives of the oil. In the future are expected to assess their biodegradability, physico-chemical and mechanical properties and to continue with the tests.

Keywords: Biodegradable, Peels, Green mango.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **Planteamiento del Problema**

El plástico convencional es uno de los grandes inventos del siglo XX, está elaborado a partir de residuos fósiles (petróleo), lo cual origina la mayor cantidad de contaminación en el ambiente al tardar alrededor de mil años en degradarse totalmente, además de ser tóxicos para los seres vivos. Si bien es cierto que el reciclaje reduce el problema, no es suficiente para eliminarlo. Es por ello que hemos dado la tarea de elaborar un polímero alternativo a los convencionales utilizando la cáscara del mango, específicamente del mango verde.

**¿Cuál sería el impacto en la comunidad con la elaboración de un bioplástico utilizando la cáscara del mango verde como una alternativa a los plásticos derivados del petróleo?**

### **Objetivo General**

Elaborar un nuevo polímero (plástico) a través de las cáscaras de mango verde que sea biodegradable para reducir el impacto en el medio ambiente causado por polímeros derivados del petróleo.

### **Objetivos Específicos.**

- Conocer las propiedades del mango.
- Conocer la elaboración de un polímero biodegradable (Bioplástico).
- Realizar pruebas para la comprobación del bioplástico.
- Conocer el tiempo de degradación del bioplástico.

### **Hipótesis**

**H1:** El bioplástico de cáscaras de mango verde una vez utilizado, puede servir como abono para las plantas.

**H2:** El bioplástico es una alternativa para solucionar el problema del desperdicio del mango en la comunidad.

## **Justificación**

Investigando sobre el problema de la contaminación en el ambiente, decidimos elaborar un polímero con un menor impacto ambiental, utilizando las cáscaras del mango como materia prima, ya que estos al ser un residuo orgánico son desechados debido a que ya no tienen un uso productivo, hasta ahora. Dentro de los últimos años la contaminación ambiental ha sido uno de los principales problemas que afectan a nuestra sociedad, a causa de la gran cantidad de productos que todas las personas consumen en la vida diaria, dentro de los cuales la mayor parte no son reutilizables, además de que son elaborados con materias primas no renovables (petróleo).

## **Metodología de investigación**

Para poder realizar nuestro proyecto tuvimos que investigar en PDFs, además de libros, también preguntando a asesores para que nos pudieran brindar la información necesaria para la información de nuestro marco teórico. Nos dedicamos a parafrasear todo lo que pudimos, también investigamos en páginas donde se aplican diagramas los cuales hemos adquirido en nuestro proyecto para servir de referencia en la información que hemos anotado.

También realizamos pruebas para poder comprobar nuestras hipótesis, en dichas pruebas observamos que gracias a los distintos procesos de elaboración (en comparación con los derivados del petróleo) la consistencia y la resistencia son un poco menores en comparación con los plásticos convencionales.

## **Conclusiones**

- En la elaboración del plástico biodegradable se determinó que la cantidad de almidón y glicerina son factores muy importantes, ya que afectan la elasticidad y estabilidad de la película a través del tiempo, además del secado.
- Pudimos corroborar que se puede elaborar un plástico a partir de cáscara de mango verde.

- El bioplástico obtenido puede ejercer una función de un producto compostable a la tierra similar a un abono orgánico.

## **Planteamiento del Problema**

El plástico convencional es uno de los grandes inventos del siglo XX, está elaborado a partir de residuos fósiles (petróleo), lo cual origina la mayor cantidad de contaminación en el ambiente al tardar alrededor de mil años en degradarse totalmente, además de ser tóxicos para los seres vivos. Si bien es cierto que el reciclaje reduce el problema, no es suficiente para eliminarlo. Es por ello que hemos dado la tarea de elaborar un polímero alternativo a los convencionales utilizando la cáscara del mango, específicamente del mango verde.

**¿Cuál sería el impacto en la comunidad con la elaboración de un bioplástico utilizando la cáscara del mango verde como una alternativa a los plásticos derivados del petróleo?**

## **Objetivo General**

Elaborar un nuevo polímero (plástico) a través de las cáscaras de mango verde que sea biodegradable para reducir el impacto en el medio ambiente causado por polímeros derivados del petróleo.

## **Objetivos Específicos.**

- Conocer las propiedades del mango.
- Conocer la elaboración de un polímero biodegradable (Bioplástico).
- Realizar pruebas para la comprobación del bioplástico.
- Conocer el tiempo de degradación del bioplástico.

## **Hipótesis**

**H1:** El bioplástico de cáscaras de mango verde una vez utilizado, puede servir como abono para las plantas.

**H2:** El bioplástico es una alternativa para solucionar el problema del desperdicio del mango en la comunidad.

## Justificación

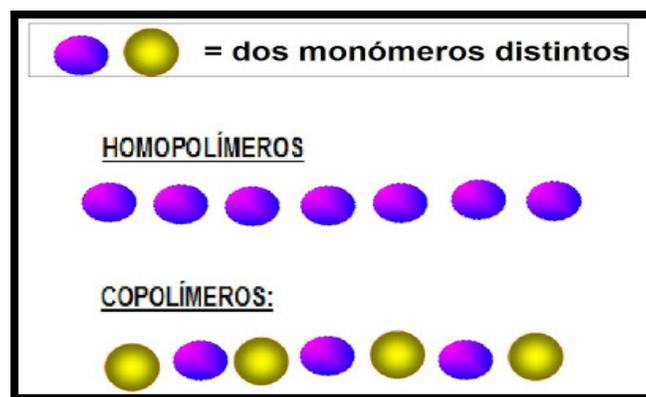
Investigando sobre el problema de la contaminación en el ambiente, decidimos elaborar un polímero con un menor impacto ambiental, utilizando las cáscaras del mango como materia prima, ya que estos al ser un residuo orgánico son desechados debido a que ya no tienen un uso productivo, hasta ahora. Dentro de los últimos años la contaminación ambiental ha sido uno de los principales problemas que afectan a nuestra sociedad, a causa de la gran cantidad de productos que todas las personas consumen en la vida diaria, dentro de los cuales la mayor parte no son reutilizables, además de que son elaborados con materias primas no renovables (petróleo).

## Marco Teórico

### Los Polímeros

Según (Beltrán, Marcilla, SA) se le denomina *polímeros* a la unión de macromoléculas formadas por una o más de ellas por medio de enlaces covalentes. Un polímero está formado por monómeros. Los monómeros son aquella asociación determinada de elementos químicos, que se repite de una forma semejante a los eslabones de una cadena. Dicha unión de estos *eslabones* o monómeros da lugar a una macromolécula.

El autor sostuvo que “El término *macromolécula* (molécula muy grande) junto con el término *polímero* pueden ser utilizados indistintamente, aunque específicamente hablando no son equivalentes ya que por un lado las macromoléculas, en un principio, no necesitan estar compuestas por unidades de repetición” (Beltrán,



Marcilla, SA). Dichas moléculas se “enredan” entre sí, conformando lo que es el plástico.

Cuando se parte de un solo tipo de molécula se habla de homopolimerización y de un homopolímero. Cuando son dos o más moléculas diferentes las que se repiten en la cadena se habla de copolimerización, comonómeros y copolímero.

Dependiendo de su origen los polímeros pueden ser naturales o sintéticos. Los sintéticos contienen entre uno y tres tipos diferentes de unidades que se repiten, mientras que, en los naturales como la celulosa, el ADN o las proteínas presentan estructuras mucho más complejas.

### **Biopolímeros**

Los biopolímeros tienen propiedades fisicoquímicas y termoplásticas iguales a las de los polímeros fabricados a partir de petróleo, con la diferencia que una vez desechos, se biodegradan. Estas son una de las grandes ventajas de sustituir el uso del petróleo, así como cambiar los polímeros actuales por polímeros biodegradables.

Los biopolímeros naturales provienen de cuatro fuentes: de origen animal (colágeno/queratina), origen marino (quitina/quitosan), origen agrícola (lípidos y grasas e hidrocoloides: proteínas y polisacáridos), origen microbiano (ácido poliláctico “PLA” y polihidroxialcanoatos “PHA”).

Cruz, R., Martínez Y., López, A. (2013) cita a Azadehsadat, Mirzadeh e Imani (2012) que en términos generales se puede clasificar en dos tipos: Los provenientes directamente de organismos vivos y los que requieren ser sintetizados pero su procedencia es de un recurso renovable.

### **Ventajas de los Biopolímeros**

- Bajas emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de producción.

- Producto biodegradable.
- Poca inversión por parte de las empresas (mínimas modificaciones en maquinaria de procesado).

### **Inconvenientes de los biopolímeros**

- Uso limitado debido al coste de producción.
- Sensible a degradación térmica.
- No son estables frente al agua.

### **El Plástico**

El plástico es la tercera aplicación del petróleo más usada a nivel mundial, al año se llega a consumir más de 200 millones de toneladas. El plástico proviene de una fuente no renovable, es contaminante y no biodegradable (puede tardar hasta más de 1000 años en descomponerse). Su durabilidad fue considerada como una ventaja en un principio, actualmente es esa misma propiedad la que ha provocado uno de los problemas más graves de contaminación en el ambiente.

El plástico juega un papel muy importante en nuestra vida cotidiana, prácticamente sin este material no podríamos continuar con nuestra rutina ya que nos hemos hecho dependientes del plástico, además de que tiene una importancia económica igualmente. Esto se refleja en los índices de crecimiento de esta industria que, desde principios del siglo pasado, supera a casi todas las demás actividades industriales y grupos de materiales.

El plástico está formado por moléculas muy grandes llamadas polímeros, formadas por largas cadenas de átomos que contienen materiales de origen orgánico y de elevado peso molecular. Están compuestos fundamentalmente de carbono y otros elementos como el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno o el azufre.

La mayor parte de los objetos de la vida cotidiana están elaborados con este material, como por ejemplo las botellas de refrescos, la cubierta de los alimentos, las bolsas del supermercado y de la basura, las escobas, cubetas, lazos para tender la ropa, las tarjetas de crédito, los teléfonos, medios de transporte, incluso

en algunas partes ratificales del cuerpo humano, como las prótesis para sustituir huesos y válvulas del corazón que colocan los cirujanos durante las operaciones. Así es, la versatilidad de las propiedades de los plásticos les ha permitido ser aplicados en campos como la medicina, la ingeniería, las comunicaciones, la industria textil, la industria automotriz, y desde luego, la vida cotidiana.

### **El bioplástico**

El origen del *bioplástico* se remonta desde 1926, los científicos del Instituto Pasteur de Francia fueron los que lograron producir poliéster a partir de la bacteria *Bacillus megaterium*. Pero debido al auge de la producción de productos derivados del petróleo relegó al olvido a estos materiales. Pero en 1973 (en plena crisis petrolera) cuando se volvió a recuperar la idea de sustitutos plásticos que no dependieran del famoso *oro negro* y que fueran más ecológicos.

Según la Catedra Ecoembes de Medio Ambiente (SA) se denominan bioplásticos a aquellos materiales certificados como biodegradables que tienen su origen en materias orgánicas (recursos agrícolas, forestales y animales), en principio renovables.

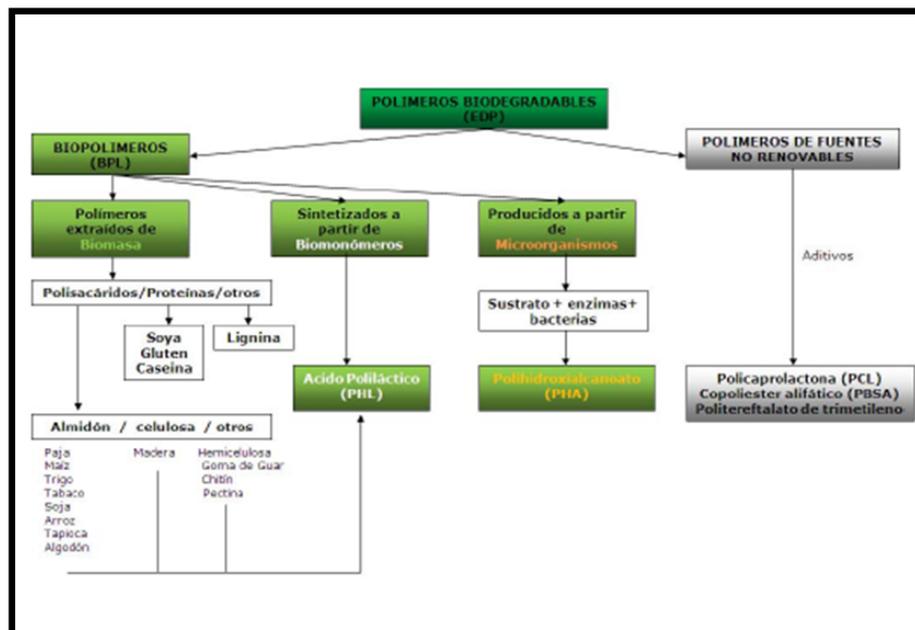
Cuando el plástico convencional se desecha, permanece en el ambiente durante décadas y en muchos casos es imposible recogerlo obstruyendo alcantarillas y drenajes, esto ocasiona la muerte de animales, la contaminación de ríos y océanos y desfigurando calles, playas y paisajes. Se han presentado ideas para el manejo de desechos como, por ejemplo, la incineración o el reciclaje.

Pero no son opciones cien por ciento confiables, la capacidad de los incineradores es insuficiente, la emisión de gases que se genera es altamente contaminante y se está gestando una crisis sanitaria por la saturación de depósitos. Por otra parte, el reciclaje, aunque juega un papel importante en el manejo de los desechos, nunca alcanzará a manejar todos los desperdicios de plástico que se producen y además requiere de un manejo adicional de los desechos el cual incrementa el costo en un alto porcentaje.

Los bioplásticos pueden ser procesados mediante tecnologías aplicadas a los plásticos convencionales tales como la extrusión, inyección, soplado o termoformado. Los bioplásticos son clasificados por diversas fuentes en 3 grupos:

- **Grupo 1. Bioplásticos procedentes de recursos renovables:** Comprenden tanto los bioplásticos cuyos monómeros proceden de la biomasa (almidón y celulosa).
- **Grupo 2. Bioplásticos sintetizados por vía biotecnológica:** Existen dos tipos de vías. El primero consiste en la obtención biotecnológica de los monómeros y polimerización posterior por vía química. Otra vía es la síntesis integral de los bioplásticos mediante procedimientos biotecnológicos, fundamentalmente por fermentación microbiana.
- **Grupo 3. Polímeros biodegradables sintéticos:** Proceden de la polimerización de monómeros de fuentes fósiles.

Sin embargo, las clasificaciones más *estrictas*, clasifican los bioplásticos únicamente en función de su procedencia bien sea a partir de fuentes fósiles (derivados de petróleo) o de materias primas naturales, denominándose entonces biopolímero. Bioplásticos del grupo 2 estarían incluidos en esta última categoría.



Anónimo, (S.A). Tipos y Clasificación de Bioplásticos [Imagen]. Recuperado de: [https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos\\_estudios\\_idi/proyecto\\_bioplasticos\\_-\\_resumen\\_ejecutivo.pdf](https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_estudios_idi/proyecto_bioplasticos_-_resumen_ejecutivo.pdf)

Los bioplásticos que son elaborados mediante fuentes renovables son una medida de reducción al problema de los desechos de plásticos contaminantes que ahogan al planeta y contaminan el medio ambiente, son 100% degradables, igual de resistentes y versátiles, y ya se usan en sectores como agricultura, industria textil, medicina y sobre todo en el mercado de embalajes y envases.

La obtención de productos químicos y nuevos materiales a partir de fuentes renovables no es una idea del todo nueva. Sin embargo, el reto está en desarrollar la tecnología necesaria y en adaptar los productos y procesos a aplicaciones reales y competitivas que supongan una verdadera revolución y se transformen en una realidad en el mercado.

Además de los mencionados en la tabla, existen otros polímeros basados en recursos renovables con escasa presencia en el mercado, por con potencial interés como son:

- Lignina, pectina, quitina, quitosano o hemicelulosa (de tipo polisacárido).
- Proteínas de origen vegetal y animal: Gluten, zeína, caseína, colágeno, gelatina y suero (grupo de las proteínas).
- Triglicéridos

Nº	Tipo de bioplástico	Tipo de polímero	Estructura o método de obtención
1	Polímero basado en almidón	Polisacáridos Grupo 1	Obtenidos por modificación de polímero natural
2	Ácido Poli láctico (PLA)	Poliéster Grupo 1	Se obtiene por polimerización química del monómero de ácido láctico (LA)
3	Poliésteres obtenidos a partir de otros precursores:  Politrimetilen Tereftalato (PTT)  Polibutilen Tereftalato (PBT)  Polibutilen succinato (PBS)	Poliéster Grupo 1 ó Grupo 3 si se parte de recursos petroquímicos	1,3 propanodiol obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)  1,4 butanodiol obtenido pro fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)  Ácido Succínico obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)
4	Poli hidroxialcanoatos (PHA): PHB, PHV y copolímeros	Poliéster Grupo 2	Polímero obtenido directamente por fermentación o cosechas genéticamente modificadas
5	Poliuretanos (PURs)	Poliuretano Grupo 2	Poliol obtenido por fermentación o modificación química de aceites naturales + isocianato petroquímico
6	Nylon 6  Nylon 66  Nylon 69	Poli amidas Grupo 1	Caprolactama obtenida por fermentación  Ácido adipídico obtenido por fermentación  Monómero obtenido por transformación química del ácido oleico
7	Polímeros de celulosa	Polisacáridos Grupo 1 / Grupo 2	Modificación polímero natural, o vía fermentación bacterial

Remar, (2011). *Tipos de Bioplásticos de Fuentes renovables [Imagen]*. Recuperada de: <http://www.modernanavarra.com/wp-content/uploads/Bioplásticos.pdf>

A diferencia de cómo piensa la mayoría de las personas, los plásticos biodegradables no se fabrican obligatoriamente de materias primas renovables; también pueden producirse con petróleo. Por lo tanto, la biodegradabilidad no depende de la materia prima, sino más bien de la estructura química de un plástico.

Todos los polímeros naturales basados en carbono, como el almidón, celulosa, lignina, etc. y los monómeros en los que están basados son biodegradables. Sin embargo, estos plásticos basados en monómeros procedentes de fuentes de materias primas renovables pueden perder la biodegradabilidad por una modificación química, como es la polimerización.

Los bioplásticos aportan una ventaja adicional derivada de la utilización de fuentes renovables para su fabricación. No obstante, desde un punto de vista global, esto no supone una ventaja en todos los casos frente a los plásticos convencionales. Los estudios de análisis de ciclo de vida realizados muestran mayoritariamente un efecto positivo en el uso de los bioplásticos cuando se valoran dos impactos medioambientales en concreto como son:

- Consumo de fuentes fósiles.
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

En cuanto a los métodos de producción comercial, los bioplásticos se pueden procesar mediante tecnologías aplicadas a los plásticos convencionales tales como la extrusión, inyección, soplado o termoformado.

Sin embargo, aunque cada familia de materiales tiene sus peculiaridades, todos tienen en común se tendencia a hidrolizarse, limitada resistencia térmica y sus bajas temperaturas de proceso. Estos aspectos son importantes a la hora de procesar estos materiales con vistas a evitar la alteración de la cinética de degradación de los mismos, ya en las etapas de fabricación.

El hecho de que un producto sea biodegradable no soluciona tampoco el problema de acumulación de basura en el paisaje, llamado de igual forma *Littering*. Incluso los materiales biodegradables necesitan semanas para descomponerse en condiciones definidas: microorganismos, temperatura y humedad. Sin estas

condiciones, el plástico es muy resistente y la descomposición biológica puede durar varios años.

### **Ventajas del Bioplástico**

- Reducen la huella de carbono.
- Suponen un ahorro energético en la producción.
- No consumen materias primas no renovables.
- Reducen los residuos no biodegradables, que contaminan el medio ambiente.
- No contienen aditivos perjudiciales para la salud como ftalatos o bisfenol A.
- No modifican el sabor y el aroma de los alimentos contenidos.

Según la Catedra Ecoembes de Medio Ambiente (SA) actualmente las capacidades productivas de estos polímeros son muy inferiores a las de los polímeros derivados del petróleo.

### **La cáscara de mango para elaborar un plástico**

La alternativa que se sugiere es el uso de bioplásticos, que consisten en conseguir polímeros naturales a partir de residuos agrícolas, celulosa, cítricos y en este caso el almidón extraído de la cáscara del mango verde.

México es líder en producción de mango al encontrarse en la quinta posición de los primeros diez países, produciendo 1, 760, 588 toneladas de mango. De igual manera México es líder a nivel mundial en la exportación de mango, exportando 297, 295 toneladas.

India	16 196 000	México	297 295
China	4 400 000	India	214 640
Tailandia	2 985 530	Tailandia	196 441
Indonesia	2 376 339	Brasil	127 132
México	1 760 588	Pakistán	101 164
Pakistán	1 680 388	Perú	99 790
Brasil	1 175 735	Ecuador	60 139
Bangladesh	945 059	Yemen	43 467
Nigeria	860 000	Filipinas	24 076
Egipto	786 528	Egipto	19 564

FAOSTAT. (2012). Primeros diez países productores de mango [Imagen]. Recuperado de [http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM\\_cp07\\_Mango\\_es.pdf](http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp07_Mango_es.pdf)

Trade Map. (2012). Primeros diez países exportadores de mango [Imagen]. Recuperado de [http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM\\_cp07\\_Mango\\_es.pdf](http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp07_Mango_es.pdf)

Los beneficios que esta situación nos aporta se resume en que es viable la producción de plástico biodegradable con cáscaras de mango. Dentro de la producción de estos también se reciclan residuos vegetales que normalmente se desechan, reduciendo en gran número los desechos orgánicos.

Componentes	Cantidad media		
	Mango fresco	Zumo	Néctar
Energía (kj/100 g)	269	172	262
Energía (kcal/100 g)	63,5	41	61,7
Agua (g/100 g)	83,1	86	84,3
Proteínas (g/100 g)	0,7	0,2	0,2
Glúcidos (g/100 g)	13,6	9,5	14,4
Lípidos (g/100 g)	0,2	0,2	0,2
Azúcares (g/100 g)	13,1	9,3	-
Almidón (g/100 g)	0,3	0,2	-
Fibra (g/100 g)	1,76	Trazas	0,6

ANSES. (2013). Principales componentes de alimento comestible. [Imagen]. Recuperado de [http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM\\_cp07\\_Manao\\_es.pdf](http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp07_Manao_es.pdf)

El mango como bien sabemos contiene 0.3g de almidón cuando este es fresco, cuando extraes el zumo del mango, este contiene 0,2. El almidón es un factor muy importante para la elaboración de un bioplástico procedentes de recursos renovables como mencionamos anteriormente.

### Metodología de investigación

Para poder realizar nuestro proyecto tuvimos que investigar en PDFs, además de libros, también preguntando a asesores para que nos pudieran brindar la información necesaria para la información de nuestro marco teórico. Nos dedicamos a parafrasear todo lo que pudimos, también investigamos en páginas donde se aplican diagramas los cuales hemos adquirido en nuestro proyecto para servir de referencia en la información que hemos anotado.

También realizamos pruebas para poder comprobar nuestras hipótesis, en dichas pruebas observamos que gracias a los distintos procesos de elaboración (en

comparación con los derivados del petróleo) la consistencia y la resistencia son un poco menores en comparación con los plásticos convencionales.

## **Resultados**

### **Primera prueba**

#### ***Paso 1***

Extrajimos ralladura de un mango verde en un recipiente, a esto mezclamos una cucharada de vinagre, una cucharada y media de glicerina y 150 ml de agua. Se mezcló hasta crear una pasta homogénea.

#### ***Paso 2***

Encendimos una estufa a fuego medio y colocamos en un pequeño sartén la pasta y a continuación, se comenzó a verter la pasta y moverla constantemente con una pala de madera. Después de que pasaron 5 minutos al fuego, se retiró. *(Fotografía 1)*

#### ***Paso 3***

Después de haberse colocado el desmoldante en el molde, se vertió la mezcla en éste, y se esperó un día entero para dejarlo secar al sol.

#### ***Paso 4***

Al finalizar el periodo se retiró del molde.

*Nota: Los resultados de esta prueba no fueron los esperados, pero de igual manera no fue una completa decepción. (Fotografía 2)*

### **Segunda prueba**

#### ***Paso 1***

Se extrajo la ralladura de dos mangos verdes en el mismo recipiente, después de añadió una cucharada de vinagre, una cucharada de glicerina y 100ml de agua. Se mezcló hasta poder crear una pasta homogénea.

#### ***Paso 2***

La estufa se prendió a fuego medio y la pasta fue colocada nuevamente en el sartén, acto seguido, se comenzó a verter la pasta con la pala de madera. Después de 5 minutos se retiró del fuego.

#### ***Paso 3***

Después de haber colocado el desmoldante en nuestro molde, vertimos la mezcla en éste, y se esperó un día nuevamente al sol.

#### **Paso 4**

La mezcla fue removida al finalizar este periodo.

*Nota: Los resultados dados en esta prueba fueron un poco más satisfactorios.  
(Fotografía 3)*

#### **Discusión**

En la primera prueba realizada los resultados no fueron los que nosotros esperábamos en un principio, pero nos pudo dar una pequeña idea de que era lo que nos faltaba y que era lo que debíamos de quitar ya que el resultado final fue una sustancia un poco pegajosa, un tanto parecido al hule. Aunque el producto no fue plástico, sino fue una masa con un poco de grumos y un tanto espesa.

Los grumos presentaron un gran problema en el desarrollo ya que estos podían ocasionar grietas en nuestro producto.

En la segunda prueba los resultados fueron mejores que el anterior, aunque no lo suficientemente satisfactorios ya que los grumos seguían presentándose, pero, por otro lado, pudimos encontrar un buen balance en las cantidades para la elaboración del plástico.

De las dos pruebas realizadas, los mejores resultados se presentaron en la segunda, ya que la mezcla quedo de forma homogénea, además de que no terminó siendo tan pegajoso.

#### **Conclusiones**

- En la elaboración del plástico biodegradable se determinó que la cantidad de almidón y glicerina son factores muy importantes, ya que afectan la elasticidad y estabilidad de la película a través del tiempo, además del secado.
- Pudimos corroborar que se puede elaborar un plástico a partir de cáscara de mango verde.

- El bioplástico obtenido puede ejercer una función de un producto compostable a la tierra similar a un abono orgánico.

## REFERENCIAS

- Análisis de bioplásticos*. Madrid, Catedra Ecoembres de medioambiente. (2009).  
*Análisis de bioplásticos*. Madrid.
- Ciencia y Tecnología de los Materiales plásticos*. (1990). Madrid: Revista de los plásticos modernos, Volumen I y II.
- Devi, G. P., & Kumari, M. S. (Edits.). (2014). Adverse effects of plastic on environment and human beings. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, JCHPS Special Issue 3*, 56-58.
- Khalsa College for Women. (2014). Bioplastic: A better alternative to plastics. *International Journal of Research in Applied*, 115-120.
- Marcilla, M. B. (S.A). *Esctructura y Propiedades de los Polímeros*:  
<http://iq.ua.es/TPO/Tema1.pdf>. Pp, 17, 22.
- Quiñónez, A. V. (2015). *Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz*. Santa Tecla: Escuela especializada en ingeniería ITCA – FEPADE.
- Reddy, R. L., Reddy, V. S., & Gupta, G. A. (2013). Study of Bio-plastics As Green & Sustainable Alternative to Plastics. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3, 82-89.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2015). *Reporte especial, Naranja*.
- Seymour, R. B., & Carraher, C. E. (1998). *Introducción a la química de los polímeros*. Sa Barcelona: Reverté.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2015). *Biodegradable plastics and marine litter*. Obtenido de United Nations Environment Programme: [www.unep.org](http://www.unep.org)
- Cruz, R., Martínez, Y., López, A., (2013). *Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos*. Obtenido de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

REMAR Red de energía y medioambiente (2011). *Bioplásticos*. Obtenido de REMAR: [www.redremar.com](http://www.redremar.com).

Nolan- ITU (2002). *Biodegradable Plastics – Developments and Environmental Impacts*.

L Gavilán, Arturo; Cristán Frías, Arturo; Ize, Irina; (2003). *La situación de los envases de plástico en México*. Gaceta Ecológica, octubre-diciembre, 67-82

Segura, D; Noguez, R; Espín G. (2007). *Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables*.

## Anexos



*Fotografo: Martínez, S. (2016)*



*Fotógrafo: García, R. (2016)*



*Fotógrafo: García, R. (2016)*



Fotógrafo: Martínez, S. (2016)

### Materiales para la elaboración del plástico

#### Primera Prueba:

MATERIAL	CANTIDAD
Cáscara de mango verde	30g
Vinagre	1 cucharada
Glicerina	1 cucharada
Agua	120ml

#### Segunda Prueba

MATERIAL	CANTIDAD
Cáscara de mango verde	45g
Vinagre	1 ¼ cucharada
Glicerina	1 ½ cucharada
Agua	100ml