

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

“Análisis de la Sostenibilidad para la producción de bioplásticos a partir de los residuos de *Musa Balbisiana* y *Zea Mays*”

Por:

Lourdes Rosy Salgado Cantaro

Victor Alberto Herrera Valerio

Asesor:

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, Julio del 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mag, Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: ***“Análisis de la Sostenibilidad para la producción de bioplásticos a partir de los residuos de Musa Balbisiana y Zea Mays”*** constituye la memoria que presenta los **estudiantes Victor Alberto Herrera Valerio y Lourdes Rosy Salgado Cantaro** para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, a los 18 días de agosto del año 2020.



Mag, Milda Amparo Cruz Huaranga

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....30..... día(s) del mes de.....julio.....del año ..2020.. siendo las....10:00....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):
Ing. Orlando Alan Poma Porras.....,el(la) secretario(a):
Mg. David Andres Sumire Qquenta..... y los demás miembros:
Ing. Josue Isac Carrillo Espinoza, Mg. Javier Raúl Condor Huamán.....
y el(la) asesor(a) Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga
 con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado:Análisis de la sostenibilidad para la producción de bioplásticos a partir de los residuos de *Musa Balbisiana* y *Zea Mays*.....

.....de los (las) egresados (as): a) Victor Alberto Herrera Valerio.....
b) Lourdes Rosy Salgado Cantaro.....
conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en
Ingeniería Ambiental.....
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando..... a los..... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por.....los..... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Victor Alberto Herrera Valerio.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

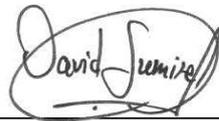
Candidato/a (b): Lourdes Rosy Salgado Cantaro.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó..... a los..... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente/a



 Secretario/a

 Asesor/a

 Miembro

 Miembro



 Candidato/a (a)



 Candidato/a (b)

Análisis de la sostenibilidad para la producción de bioplásticos a partir de los residuos de *Musa Balbisiana* y *Zea Mays*

ANALYSIS THE SUSTAINABILITY FOR THE PRODUCTION OF BIOPLASTICS FROM THE WASTE OF MUSA BALBISIANA Y ZEA MAYS

SALGADO CANTARO LOURDES ROSY ^a, HERRERA VALERIO VICTOR ALBERTO ^b

^a *Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura EP, Ingeniería Ambiental. Lima, Perú*

Resumen

El artículo presenta un análisis de revisión sobre la sostenibilidad para la producción de bioplásticos a partir de los residuos de *Musa Balbisiana* y *Zea Mays*. El uso de plásticos convencionales cada día va en ascenso y los daños que produce al tener una mala disposición son severos para el ambiente. Una de estas alternativas son los bioplásticos, que son elaborados con el almidón de distintos frutos o tubérculos, donde diversos estudios han evidenciado que se degradan totalmente sin deteriorar al ambiente. En conclusión, los estudios revisados nos demuestran que la producción de bioplásticos es sostenible, debido a la cantidad de almidón que contiene la *Musa Balbisiana*, y la buena resistencia que posee el *Zea Mays* en su olote y por su rápida degradación, también por la gran cantidad de materia prima que hay de ambos productos a nivel nacional, esto permitirá una producción de bioplásticos a gran escala.

Palabras clave: Bioplástico, almidón, residuos orgánicos, degradación

Abstract

The article presents a review analysis on the sustainability for the production of bioplastics from the *Musa Balbisiana* and *Zea Mays* residues. The use of conventional plastics every day is on the rise and the damage caused by having a bad disposition is severe for the environment. One of these alternatives is bioplastics, which are made with the starch of different fruits or tubers, where various studies have shown that they totally degrade without damaging the environment. In conclusion, the reviewed studies show us that the production of bioplastics is sustainable, due to the amount of starch contained in the *Musa Balbisiana*, and the good resistance that *Zea Mays* has in its corn and its rapid degradation, also due to the great amount of raw material of both products nationwide, this will allow a large-scale production of bioplastics.

Key words: Bioplastic, organic waste, degradation.

Autor de correspondencia:

Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Ingeniería Ambiental Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lurigancho Chosica - Lima

Tel: 927663865-951587143

E-mail: lourdessalgado@upeu.edu.pe - victorhvalerio@upeu.edu.pe

1. Introducción

La modernización de los procesos ha buscado desde sus inicios complacer a las necesidades del ser humano, muchas veces orientándose a la elaboración de productos de corta vida útil, sin considerar el costo o daño ambiental que este conlleva, uno de ellos lo representa la producción de plástico que ha tenido un aumento desmedido a través de los años y con ello la gran cantidad de desechos que traen consigo (Antonieta & Palma, 2018).

En la actualidad “ en el mundo se usan 5 billones de bolsas anualmente, casi 10 millones de bolsas por minuto y además cada año se vierten 8 millones de toneladas de plásticos a los océanos”(MINAM, 2018).“La producción total de plásticos a nivel global en 2015 alcanzó los 380 millones de toneladas”(Greenpeace, 2019) y si no cambian los hábitos de consumo y se siguen con las prácticas de hoy en día, se estima que “para el 2050, habrá alrededor de 12 millones de toneladas de basura plástica en los vertederos y espacios naturales” (ONU Medio Ambiente, 2018). En el Perú se usa 3 mil millones de bolsas por año, por cada minuto se utilizan 6000 mil bolsas y cada persona emplea 30 kilos de plásticos aproximadamente (MINAM, 2018). El dilema consiste en la falta de sensibilización y conciencia ambiental, es por ello que solo el 9 % de todo el plástico se ha reciclado, mientras que el porcentaje de incineración ha llegado a un 12% y el 79% ha terminado en nuestros alrededores, en botaderos o rellenos sanitarios, además estos materiales de plástico no solamente permanecen en el ambiente, estos pueden llegar hasta el mar y alcanzar una profundidad de 10 000 metros (Greenpeace, 2019).

Las cifras de producción, consumo y disposición final del plástico a nivel mundial y nacional son alarmantes, ya que cada día va en ascenso, esta realidad exige la creación de sociedades de consumo responsables orientadas a cambiar la filosofía de vida de usar y tirar, comprometida con el diseño de nuevos productos que satisfagan las necesidades de los usuarios y a la vez disminuir el daño ambiental (Antonieta & Palma, 2018), por lo tanto, una medida para reducir este impacto sería la producción de bioplásticos a base de cascara de diferentes frutas o tubérculos que son totalmente biodegradables (Guillén & Sánchez, 2014). Es por ello que la presente investigación de revisión tiene como objetivo analizar la sostenibilidad para la producción de bioplásticos a partir de los residuos de *Musa Balbisiana* (Plátano) y *Zea Mays* (Maíz).

2. Plástico

2.1. Definición:

Estos materiales están hechos de materias primas fósiles como el petróleo y el gas, que han tenido un largo periodo de formación. Actualmente alrededor del 7% de todo el petróleo es para producir plástico. Por ejemplo, el polietileno (PET), poliestireno (PS) y otros (Den, Molenved, Der, & Bos, 2019).

“Los plásticos pueden ser de origen biológico, los más utilizados son los sintéticos o semi-sintéticos provenientes del derivado del petróleo y que se obtiene por polimerización a través de la unión de varias moléculas llamadas monómeros que al unirse entre sí constituyen largos polímeros” (Antonieta & Palma, 2018).

2.1.1. Características y usos del plástico

“Este material se caracteriza por ser ligero, resistente (ácidos, álcalis y solventes), flexible, de fácil fabricación y sobre todo económico” (Antonieta & Palma, 2018).

El uso más común del plástico es el empaquetado.

2.1.2. Problema ambiental que produce el plástico

La demanda masiva de plásticos convencionales obtenidos de fuentes fósiles está ocasionando graves problemas ambientales debido a que todo producto industrial, doméstico, alimenticio, medicinal y entre otros, se empaqueta en plástico (García, 2015). Fuera de esto no solo las ciudades sufren la contaminación, los océanos sufren consecuencias devastadoras por el desecho de los plásticos, aproximadamente el 80% de los residuos encontrados en ellos proviene de la tierra y en su mayoría son plásticos (García, 2015).

Los daños que puede causar a la vida acuática es irreparable, ya que al ser expuesto ante el viento y los rayos del sol se convierten en macropartículas y es confundido como alimento lo cual al ser consumidas les produce la muerte. “Tan solo el 15% de la basura marina flota sobre la superficie del mar; el otro 15% permanece en la columna de agua, y el 70% restante descansa en el lecho marino” (Bilbao, 2015).

2.2. Bioplástico

2.2.1. Definición

Los bioplásticos son plásticos biodegradables porque son elaborados a base de materias primas confiables y todos llegan a ser biodegradables por microorganismos como: bacterias, hongos, algas, entre otros. En un inicio los primeros en difundirse fueron los bioplásticos vegetales, es decir, los que son fabricados a partir del almidón de papa, maíz o yuca. De cierto modo, la ventaja que ofrecen los bioplásticos es no usar los recursos no renovables como es el petróleo (Fernández & Vargas, 2015).

2.2.2. Características y usos

“Los plásticos biodegradables se caracterizan por degradarse completamente en CO₂ y H₂O por la acción de algunos microorganismos”(Antonietta & Palma, 2018). Los biopolímeros o bioplásticos, tienen las mismas aplicaciones que el plástico que ya conocemos; pueden usarse como conectores para guardar alimentos, material de embalaje y se pueden fabricar losas de plástico para uso desechable, teniendo ventaja de que si este se junta con los residuos orgánicos y se envía a un sistema de compostaje, el bioplástico será degradado biológicamente por los microorganismos presentes y además su impacto al ambiente es cero a comparación con los plásticos convencionales (National Geographic, 2017).



Figura 1: El bioplástico.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Biodegradación de los plásticos y los bioplástico

“Se define la biodegradación como la capacidad metabólica de los microorganismos para transformar o mineralizar contaminantes orgánicos en compuestos menos peligrosos, que quedan integrados en los ciclos bioquímicos naturales” (García, 2015).

2.3.1. Biodegradación del plástico

El plástico que va hacia el mar se aglomera en las islas de plásticos o se convierten en microplásticos, trocitos muy diminutos que son ingeridos por los peces y aves marinas provocándoles contaminación y graves desequilibrios endocrinos que podrían terminar por extinguir a ciertas especies (Relevo, 2018).

La gran desventaja es su lenta descomposición, por ejemplo, al poliestireno y al plástico le lleva quinientos años en desintegrarse (Bejarano, 2018).

2.3.2. Biodegradación de los bioplásticos

“Los bioplásticos son biodegradables porque son obtenidos a partir de materias primas renovables como el almidón, debido a su disponibilidad en la naturaleza y bajo costo”(Bejarano, 2018).

“Son materiales capaces de desarrollar una descomposición aeróbica o anaeróbica por acción de microorganismos tales como bacterias, hongo y algas bajo condiciones que naturalmente ocurren en la biosfera”(Remar, 2011).

2.4. Clasificación del bioplástico

Se clasifican en tres grupos:

- “Bioplásticos procedentes de recursos renovables: Son cuyos monómeros proceden de la biomasa (almidón y celulosa), y son producidos mediante la fermentación de recursos renovables, aunque el proceso de polimerización posterior sea por vía química convencional” (Remar, 2011).
- “Bioplásticos procedentes sintetizados por vía biotecnología: Existen 2 vías, la primera consiste en la obtención biotecnológica de los monómeros y polimerización posterior por vía química y la segunda es la síntesis integral de los bioplásticos mediante la fermentación microbiana” (Remar, 2011).
- “Polímeros biodegradables sintéticos: Proceden de la polimerización de monómeros a partir de fuentes fósiles” (Remar, 2011).

En el siguiente gráfico se presenta la clasificación de los bioplásticos y los que se encuentran dentro de un círculo, son los que tienen mayor demanda o significancia comercial.

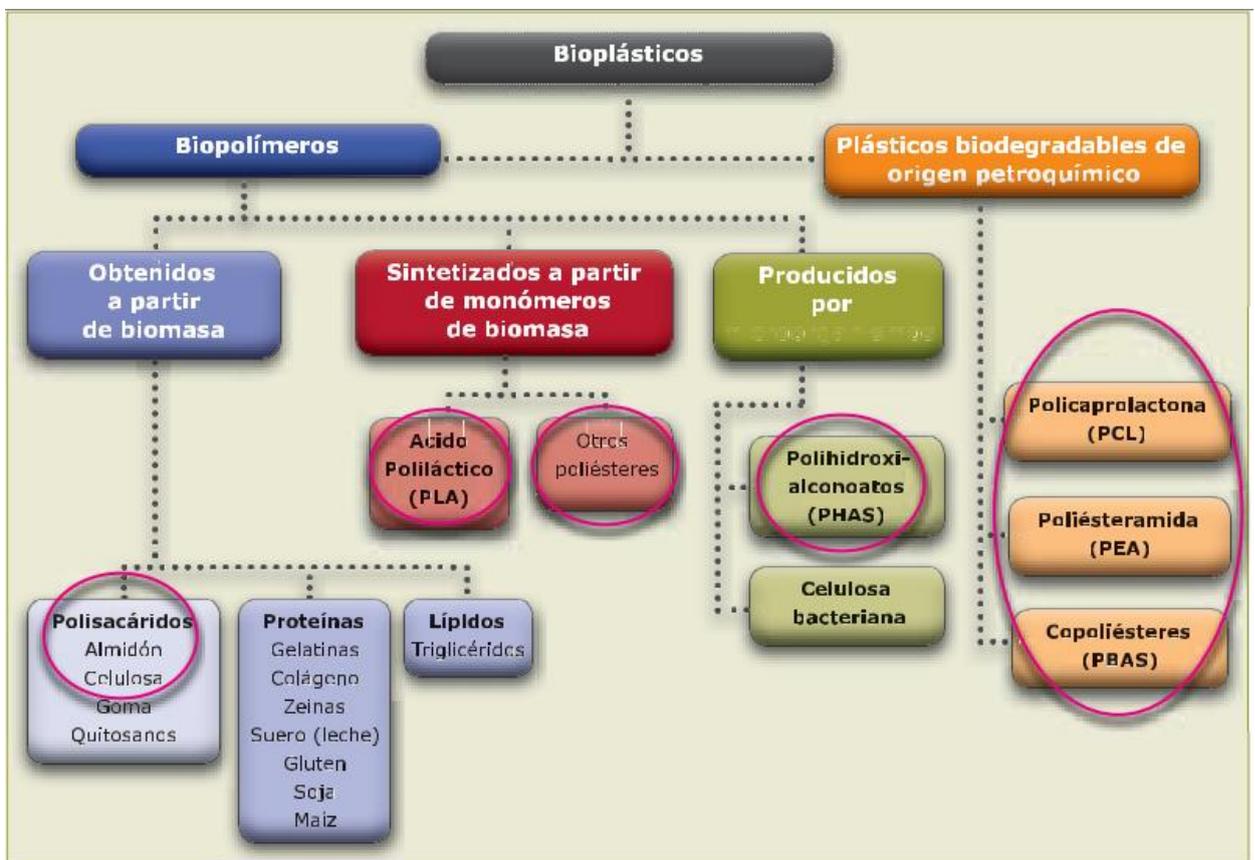


Figura 2: Clasificación de los Bioplásticos según su procedencia (Remar, 2011)

2.4.1. Tipos de bioplásticos

Existen 3 tipos de bioplásticos la primera es procedente de cultivos agrícolas como el almidón de maíz, del trigo, de la papa, del camote, el plátano, el taro, la remolacha, etc. El segundo se consigue del biopolímero desde las plantas y el tercero se produce “a través de la fermentación de la materia prima vegetal con ciertas cepas de bacterias” (Ecoinventos, 2016)

2.4.2. Ventajas y desventajas del bioplástico

Los plásticos biodegradables ofrecen una serie de ventajas, cuando se comparan con los plásticos que usamos actualmente. “Estos son completamente degradados en compuestos que no dañan al ambiente: agua, dióxido de carbono y humus”(García, 2015).

En la tabla 1 se mencionan las ventajas y desventajas del bioplástico

Tabla 1:
Ventajas y desventajas del bioplástico.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No tienen sustancias químicas que puedan hacer daño al ambiente. ➤ La mayoría de los bioplásticos son biodegradables y estos pueden ser usados para la elaboración de fertilizantes para la agricultura (compostaje). ➤ Es muy saludable para usarlo como envases de alimentos y bebidas sin que altere su sabor u olor. ➤ En el caso de incinerar al bioplástico las emisiones de gases tóxicos son mínimos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiene un costo considerable para su elaboración comparado al plástico derivado del petróleo. ➤ La fabricación de bioplásticos en grandes cantidades podría traer un impacto negativo con las reservas de los alimentos que son obtenidos del maíz y el trigo, como son la harina y el almidón principalmente. ➤ La gente no tiene conocimientos suficientes sobre la disposición correcta del bioplástico, los productos pueden ser completamente biodegradables, pero si no son colocados o llevados a un centro de compostaje y son desechados en un contenedor manteniéndose en espacios secos van a impedir su degradación.

Fuente: (Ecoinventos, 2016; Relevo, 2018)

En la tabla 2 se dan a conocer las características del bioplástico y el plástico.

Tabla 2:
Ventajas y desventajas del bioplástico y el plástico convencional.

Características	Bioplástico	Plástico convencional
Degradable al 100%	Si	No
Transparente	No	Si
Moldeable	Si	Si
Resistencia a la humedad	Parcialmente	Si
Impermeables	Si	Si
Resistente a la corrección	Si	Si
Baja densidad	Si	Si
Disminuye la contaminación	Si	No
Aislante eléctrico	Si	Si
Tiempo máximo de degradación	1 año	Mayor de 100 años

Fuente: (Pizá, Rolando, Ramirez, Villanueva, & Zapata, 2017)

2.5. Almidón

“El almidón es un polímero natural (carbohidrato) formado por la amilasa y la amilopeptina adquirida del maíz, papa, trigo, tapioca, plátano, taro etc. Cuando la glucosa forma cadena de polímero el producto es el almidón. Ésta molécula está formada por 300 -12000 unidades de glucosa”(Guillén & Sánchez, 2014). Esta sustancia abunda a nuestro alrededor ya que está presente en las plantas, además es de bajo costo, es renovable y lo más importante es su rápida biodegradabilidad (Remar, 2011)

“Las propiedades comercialmente significativas del almidón, tales como su resistencia mecánica y flexibilidad, dependen de la resistencia y de la región cristalina, la cual depende de la relación de amilosa y amilopeptina”(García, 2015) y por consiguiente del tipo de planta, de la partición del peso molecular, del grado de ramificación y del proceso de ajuste de cada componente de polímero.

“El uso de los polímeros biodegradables tales como el almidón puede ser una solución interesante debido a su relativa abundancia y fácil biodegradabilidad”(García, 2015).

2.5.1. *Zea Mays* (maíz)

El maíz desde la antigüedad ha sido uno de los importantes cultivos en América latina, tiene su origen en México donde existen aproximadamente 2000 especies (Guacho, 2014).

En el Perú, el maíz se cultiva en las tres regiones naturales, costa, sierra y selva. En la selva el maíz amarillo duro se siembra en mayor proporción para ser usado como materia prima de los alimentos balanceados de aves, cerdos y como forraje. También es consumido como alimento en la dieta diaria (Davalos, 2017).

2.5.2. *Musa Balbisiana* (Plátano)

“El plátano es originario del Sureste Asiático, se le considera como el cuarto lugar entre los cultivos más importantes, es fuente de alimentos para los habitantes de las zonas tropicales húmedas”(Saldívar, 2017).

“A nivel mundial se estima que son cultivados en 10 millones de hectáreas, con una producción de 84 millones de toneladas “(Saldívar, 2017).

En el Perú, el plátano es un cultivo que se caracteriza por ser una valiosa fuente alimenticia para el consumidor y un ingreso económico para los agricultores que están ubicados especialmente en la selva baja (Herrera & Colonia, 2011).

3. Producción de *Zea Mays* en el Perú

El maíz es uno de los principales cereales en el mundo, ya que su volumen de producción mundial está por delante del arroz y el trigo (Posada, 2018).

“El almidón es el principal constituyente de maíz (Agama, Juárez, Evangelista, Rosales, & Bello, 2013) , lo que lo convierte en fuente de energía por excelencia. En el Perú este producto es, por excelencia, el principal insumo para la industria avícola y porcina” (Posada, 2018).

El almidón del maíz está formado por 2 polímeros de glucosa que son la amilosa y amilopectina donde “cerca del 20% de la mayoría de almidones es amilosa y el 80% amilopectina” (García, 2015).

“En 2017, la producción nacional de maíz amarillo duro fue de un millón 248 mil 294 toneladas, pero la demanda total fue de 4 millones 605 mil 744 toneladas donde la importación fue de 3 millones 357 mil 450 toneladas”(La República, 2018).

Las mayores superficies cosechadas de este cereal fueron en los departamentos de La Libertad, Ica, Piura, Ancash y Loreto, que en su totalidad representaron un 71.6 % de la producción nacional (INEI, 2017).



Figura 3: *Zea Mays* (Maíz amarillo)

Fuente: Elaboración propia

3.1. Usos y aplicaciones del almidón de maíz

Normalmente el almidón de maíz suele utilizarse como agente espesante en distintos procedimientos, no obstante, sus utilizaciones son más variados, como lo muestra el siguiente listado:

- Alimentos: Se usa para espesar y engrosar preparaciones.
- Productos horneados
- Alcohol: Preparación de bebidas no alcohólicas, perfumes, aerosoles de cabello y para la pureza del alcohol etílico.
- Farmacéutica.
- Alimentación de animales domésticos
- Elaboración de papel
- Adhesivos
- Cremas de afeitas
- Productos textiles
- Productos del cuidado personal
- Solventes

3.1.1. Ventajas y desventajas del almidón como materia prima, para elaboración de bioplástico

Tabla 3:
Ventajas y desventajas del almidón (García, 2015)

Ventajas	Desventajas
Segundo biopolímero más abundante	Elevada densidad
Buenas propiedades mecánicas	Procesado complicado por extrusión
Sellable e imprimible sin tratamiento superficial	Fragilidad
Intrínsecamente antiestático	Material muy sensible a la humedad
Hidrosoluble	
Versátil (puede modificar químicamente)	

3.2. Producción de *Musa Balbisiana* en el Perú

“El volumen de producción del plátano alcanzó 182 000 toneladas y los departamentos que destacaron por su mayor producción fueron Piura (84.73%), San Martín (13,19%), Ucayali (11.67%), Loreto (1.55%)”(INEI, 2018).

“La cáscara de plátano es una fuente abundante de material celulósico y representa alrededor del 40 % de su peso”(Olsson & Hahn-Hägerdal, 1996).

Según el trabajo de investigación realizado por Giraldo et al., 2014 se evidenció que la cascara de plátano posee un contenido de almidón cercano al 12%, esto hace posible obtener un bioplástico de ella.

El bioplástico fabricado a partir del plátano tiene características similares a las fabricadas a base de petróleo, pero con una gran diferencia de que el primero no es toxico y es totalmente biodegradable que hasta incluso puede usarse como abono (Castillo et al., 2015).



Figura 4: *Musa Balbisiana* más conocido como plátano macho. **Fuente:** Elaboración propia

3.2.1. Sostenibilidad para la producción de bioplásticos

Los bioplásticos contribuyen al desarrollo sostenible; ya que las emisiones de dióxido de carbono del plástico derivado del petróleo se reducen entre 0,8 y 3,2 toneladas al producir bioplástico, además las cantidades de residuos se aminoran entre 25 al 50% debido a la degradación rápida de los bioplásticos (Gálvez, 2016).

Además según (Remar, 2011) "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 y la reducción de emisiones de CO₂", con respecto al primer impacto, Bejarano (2018) menciona que "Si todos los bioplásticos fueran fabricados a partir del almidón, el consumo de petróleo usado en su proceso de facturación caería entre 90 y 195 millones de barriles por año".

Es sostenible porque para la obtención del termoplásticos, el almidón se funde con la ayuda de una cantidad relativamente baja de agua durante el proceso de extrusión, moldeo por presión o inyección, donde la cantidad de agua está por debajo de 20% en la mayoría de los casos y parte del agua generalmente se reemplaza por pequeñas dosis de glicerina (García, 2015).

"Los bioplásticos se están erigiendo en un componente crucial de los empeños por crear una bioeconomía totalmente sostenible y circular" (Comisión Europea, 2017).

De forma más amplia y general, los bioplásticos ayudan a mejorar el impacto medioambiental de los productos de varias maneras:

- El uso de los recursos renovables para la fabricación de monómeros permite una reducción en la utilización de recursos fósiles y en las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Su carácter biodegradable ofrece una opción adicional al final de su vida útil del producto y permite una reducción de volumen de los desechos (Natureplast, 2017).
- Se reduce la contaminación por plásticos en el ambiente acuático y terrestre.
- Pueden transformarse en compost (Remar, 2011).

3.2.2. Proceso de extracción del almidón del *Zea Mays*

Según la metodología de (Montiel & Romero, 2015).

- **Selección y recepción de materia prima:** El olote de maíz se recogerá en el campo, después de haber realizado el desgranado del maíz.
- **Lavado de materia prima:** Las muestras de olote se someterán al lavado con agua de grifo, de esa manera se eliminarán impurezas y materiales extraños.
- **Secado:** Seguido del lavado se procederá a eliminar la humedad, para ello se utilizará un horno eléctrico a 70 °C por un tiempo de 6 horas.
- **Reducción del tamaño:** El olote del maíz lavado y secado se molerá en un molino de discos hasta un tamaño de partícula de 3 mm, con el propósito de aumentar la superficie de contacto, favoreciendo los rendimientos en la hidrólisis, porcentajes de azúcares reductores y producto terminado.
- **Pesado:** Se pesará la cantidad de material que será parte del proceso, se hará uso de una balanza analítica.



Figura 5: Residuo del maíz (tusa u Olote).
Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Proceso de extracción del almidón de la *Musa Balbisiana*

Según la metodología de Castillo et al. (2015)

- Solución antipardeamiento: Esta solución tiene como función evitar la oxidación enzimática del almidón. Esta mezcla homogénea se extraerá del jugo de la naranja agría, ya que en la revisión bibliográfica hace referencia a la vitamina C (presente en todos los cítricos) que ayuda a prevenir dicha oxidación.
- El lavado de los plátanos se realizará con agua de red pública, para eliminar cualquier tipo de impureza externa que pudiese estar presente.
- Pelado de plátanos e inmersión de las cáscaras.
- Con la ayuda de un cuchillo se realizarán cortes a lo largo de la fruta, para posteriormente desprender la cascara de plátano.
- Seguidamente de pelar el plátano, se debe hacer la inmersión de la cascara en la solución antipardeamiento para evitar la oxidación mencionada anteriormente.
- Rayado del endocarpio y deshidratación: Con la ayuda de un cuchillo se rayan las cascara (el endocarpio) para extraer lo que queda del plátano, que es de donde se obtendrá posteriormente el almidón.
- A medida que se tengan las tiras de almidón de las cascara, se van colocando en las parrillas para ser deshidratadas.
- Una vez deshidratada, las tiras se trituran y muelen, para producir una especie de polvillo. Finalmente, el polvillo se tamizará para obtener una granulometría homogénea.
- Para verificar si en efecto se estaba consiguiendo el almidón se procederá a colocar gotas de yodo sobre muestras del producto tamizado. La aparición de algún tipo de coloración oscura, como resultado de este procedimiento, será un indicativo de almidón en la sustancia.



Figura 6: Cascara de la *Musa Balbisiana*.
Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Procedimiento para la elaboración del bioplástico:

Por cada cucharada de almidón se agregarán 4 cucharadas de agua, una cucharada de vinagre, ½ de harina de Tusa y una cucharadita de glicerina. La mezcla alcanzada se debe resolver hasta su completa homogenización y cociones hasta que espese. La pasta obtenida se dispersa sobre una superficie seca y lista para su secado, está se llevará a una estufa para su secado a una temperatura constante.

4. Resultados de los Análisis de estudios revisados

En esta tabla 4 se puede observar estudios realizados sobre la obtención de bioplásticos. Con respecto a estas 3 investigaciones podemos resaltar que 2 estudios tuvieron buenos resultados con respecto a la flexibilidad/ densidad y en la degradación.

Tabla 4:

Comparación de estudios de la elaboración de bioplásticos de los diferentes autores.

Autores	título	materiales utilizados	Flexibilidad / Densidad	Temperatura	Degradación
(Chinchayhuara & Quispe, 2018)	ELABORACIÓN DE BIOPLASTICO CON RESIDUOS ORGANICOS A BASE DE CASCARA DE PLATANO Y MANGO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR EL USO DE PLÁSTICOS SINTETICOS EN TRUJILLO - 2018-I	Jugo de Naranja	0.6049 g/cm ³	75 °C	2 Semanas
Castillo et al. (2015)	BIOPLASTICO A BASE DE LA CASCARA DEL PLATANO		0.6204 g/cm ³	76 °C	3 Semanas
(Valarezo, 2012)	DESARROLLO DE BIOPOLÍMEROS A PARTIR DE ALMIDÓN DE CORTESA DE YUCA		0.2752 g/cm ³	69 °C	92 días

5. Discusión

Según (Remar, 2011) el almidón es un polisacárido abundante, de bajo coste, renovable y totalmente biodegradable que se encuentra en las plantas y que el almidón es 100% biodegradable, es por ello que en el estudio experimental que realizaron (Castillo et al., 2015), obtuvieron un bioplástico con características físicas, químicas y ecológicas adecuadas, esto tiene relación con la investigación de (Vázquez, Espinosa, Beltrán, & Velasco, 2015), donde nos dice que los bioplásticos pueden contribuir de manera efectiva a la protección del ambiente, “ya que todos los polímeros naturales basados en carbono, como el almidón, celulosa, lignina, etc. Y los monómeros en los que están basados son biodegradables” (Remar, 2011).

6. Conclusiones

La producción de bioplásticos a partir de los residuos de *Musa Balbisiana* y *Zea Mays* es sostenible debido a la cantidad de almidón que contiene la *Musa Balbisiana* y la buena resistencia que posee el *Zea Mays* en su olote.

La degradación de los bioplásticos se da con rapidez y en un corto periodo de tiempo.

La cantidad de materia prima de *Musa Balbisiana* y *Zea Mays* a nivel nacional es abundante, esto permitirá una producción de bioplásticos a gran escala.

El reaprovechamiento de estos residuos es una buena alternativa para luchar contra el plástico convencional y de ese modo cuidar el ambiente.

Referencias

- Agama, E., Juárez, E., Evangelista, S., Rosales, O. L., & Bello, L. (2013). Características del Almidón de Maíz y Relación con las Enzimas de su Biosíntesis. *Agrociencia*, 47(1), 1–12. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v47n1/v47n1a1.pdf>
- Antonieta, M., & Palma, R. (2018). Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador. *Avances En Química*, 13(3), 69–78. Retrieved from <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/avancesenquimica/article/viewFile/13983/21921925061>
- Bejarano, N. (2018). *Estudio de las propiedades mecánicas de un biopolimero a partir del contenido de almidón de cáscara de plátano*.
- Bilbao, A. (2015). Desengancharse del plástico. *Ecologistas En Accion*, 20. Retrieved from <https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-plastico.pdf>
- Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Nuñez, N., & Peñaloza, S. (2015). Bioplástico a base de la cáscara del plátano. *Revista de Iniciación Científica*, 1.
- Chinchayhuara, R., & Quispe, R. del pilar. (2018). *ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS CON RESIDUOS ORGÁNICOS A BASE DE CÁSCARA DE PLÁTANO Y MANGO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR EL USO DE PLÁSTICOS SINTÉTICOS EN TRUJILLO - 2018-I*. Retrieved from <https://www.academia.edu/search?utf8=✓&q=ELABORACIÓN+DE+BIOPLÁSTICOS+CON+RESIDUOS+ORGÁNICOS+A+BASE+DE+CÁSCARA+DE+PLÁTANO+Y+MANGO+PARA+REDUCIR+LA+CONTAMINACIÓN+POREL+USO+DE+PLÁSTICOS+SINTÉTICOS+EN+TRUJILLO>
- Comisión Europea. (2017). Los bioplásticos: materiales sostenibles para construir una bioeconomía circular sólida en Europa. Retrieved November 13, 2019, from <https://cordis.europa.eu/article/id/400694-sustainable-materials-for-a-strong-and-circular-european-bio-economy/es>
- Davalos, A. (2017). “*DIVERSIDAD DE MAÍZ (Zea mays L.) EN LA SELVA PERUANA.*”
- Den, M., Molnved, K., Der, M., & Bos, H. (2019). *Biobased and biodegradable plastics. Handbook of Ecomaterials* (Vol. 4). https://doi.org/10.1007/978-3-319-68255-6_103
- Ecoinventos. (2016). Bioplásticos: La única alternativa para el futuro. Retrieved October 2, 2019, from <https://ecoinventos.com/bioplasticos/>
- Fernández, J., & Vargas, P. (2015). *Elaboración de un plan de negocios para determinar la factibilidad de la producción de bioplásticos a partir de papa en contra de la contaminación en Colombia*. Retrieved from <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>
- Gálvez, A. G. (2016). *Elaboración de plástico biodegradable a partir del almidón extraído de maíz (Zea mays)*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- García, A. (2015). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. *International Journal of Modern Physics B*, 25(26), 18. <https://doi.org/10.1142/S0217979211101259>
- Giraldo, J., Cuarán, J., Arenas, L., & Flórez, L. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1, 7–21. <https://doi.org/10.23850/24220582.109>
- Greenpeace. (2019). Datos sobre la producción de plásticos. Retrieved October 2, 2019, from <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- Guacho, E. (2014). *CARACTERIZACIÓN AGRO-MORFOLOGICA DEL MAÍZ (Zea mays L.) DE LA LOCALIDAD SAN JOSÉ DE CHAZO*.

- Guillén, M., & Sánchez, M. (2014). ¡Contribuye con el medio ambiente! elaboración de bioplástico a través de polisacáridos!
- Herrera, M., & Colonia, L. (2011). GUÍA TÉCNICA CURSO – TALLER MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PLÁTANO “ JORNADA DE CAPACITACIÓN UNALM – AGROBANCO ” Expositores :, 1–33.
- INEI. (2017). Maíz Amarillo Duro: Producción crece en el norte pero no cubre la demanda nacional. Retrieved November 11, 2019, from <https://infomercado.pe/maiz-amarillo-duro-produccion-crece-en-el-norte-pero-no-cubre-la-demanda-nacional/>
- INEI. (2018). Perú: producción agropecuaria creció 14,79% en mayo del 2018. Retrieved November 8, 2019, from <https://peru.com/actualidad/economia-y-finanzas/peru-produccion-agropecuaria-crecio-1479-mayo-segun-inei-noticia-572054>
- La República. (2018). La producción de maíz amarillo duro es insuficiente para la demanda nacional. Retrieved November 11, 2019, from <https://larepublica.pe/sociedad/1293379-produccion-nacional-maiz-amarillo-duro-insuficiente-demanda-nacional/>
- MINAM. (2018). Cifras del mundo y el Perú. Retrieved May 4, 2020, from <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Montiel, K., & Romero, L. (2015). *Obtención de bioetanol a partir de la coronta (olote) del maíz variedad HS-5, por el método de hidrólisis ácida diluida - fermentación separada, laboratorios de química.* Retrieved from [http://repositorio.unan.edu.ni/1357/1/Monografía KiaraLeticia.pdf](http://repositorio.unan.edu.ni/1357/1/Monografía%20KiaraLeticia.pdf)
- National Geographic. (2017). Científicos mexicanos desarrollan plásticos biodegradable. Retrieved November 13, 2019, from <https://www.ngenespanol.com/ciencia/desarrollo-de-plasticos-biodegradables-bioplasticos/>
- Natureplast. (2017). Ventajas medioambientales del bioplástico. Retrieved November 13, 2019, from <http://natureplast.eu/es/el-mercado-de-los-bioplasticos/ventajas-de-los-bioplasticos/ventajas-medioambientales-de-los-bioplasticos/>
- Olsson, L., & Hahn-Hägerdal, B. (1996). Fermentation of lignocellulosic hydrolysates for ethanol production. *Enzyme and Microbial Technology*, 18(5), 312–331. [https://doi.org/10.1016/0141-0229\(95\)00157-3](https://doi.org/10.1016/0141-0229(95)00157-3)
- ONU Medio Ambiente. (2018). El estado de los plásticos, 20. Retrieved from https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state_plastics_WED_SP.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Pizá, H., Rolando, S., Ramirez, C., Villanueva, S., & Zapata, A. (2017). Análisis Experimental De La Elaboración De Bioplástico a Partir De La Cáscara De Plátano Para El Diseño De Una Línea De Producción Alterna Para Las Chifleras De Piura, Perú. *Pirhua*.
- Posada, C. (2018). Producción De Maíz Amarillo Duro No Cubre La Demanda Local. *Cámara de Comercio De Lima*, 3. Retrieved from [https://www.cameralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/posada_841/posada_841_producción de maíz amarillo duro no cubre la demanda local.pdf](https://www.cameralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/posada_841/posada_841_producción%20de%20maíz%20amarillo%20duro%20no%20cubre%20la%20demanda%20local.pdf)
- Relevo. (2018). Reciclar vs Bioplásticos. Retrieved October 2, 2019, from <https://www.relevocontigo.com/reciclar-vs-bioplastico/>
- Remar. (2011). Bioplásticos. In *Red de Energía y Medio Ambiente* (Vol. 2). Retrieved from www.redremar.com
- Saldívar, P. (2017). Hortofruticultura. Retrieved from [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68163/Cultivo de Banano.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68163/Cultivo%20de%20Banano.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vázquez, A., Espinosa, R., Beltrán, M., & Velasco, M. (2015). Bioplásticos y plásticos degradables. *Universidad Autónoma Metropolitana*, 11.
- Valarezo, M. J. (2012). Desarrollo de biolímeros a partir de almidón de corteza de yuca. *ILibrary*. Recuperado el 01 de Junio de 2020, de <https://1library.co/document/oz1ej8y9-desarrollo-de-biopolimeros-a-partir-de-almidon-de-corteza-de-yuca-manihot-esculenta.html?tab=pdf>