



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Revisión sistemática: Uso de los residuos vegetales en la elaboración
de bioplástico”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Guerrero Benavidez Lizeth (ORCID: 0000-0003-2089-0349)

ASESOR:

Mgt. Garzón Flores Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo de investigación va dedicado principalmente a mis padres por darme fuerzas para lograr mis objetivos, por el sacrificio realizado en todos estos años de trabajo y a mi hermana por ser el motivo para seguir adelante.

Lizeth Guerrero Benavidez

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por el apoyo incondicional que siempre me brindaron, de igual manera al asesor Alcides Garzón Flores por las asesorías brindadas durante todo este ciclo.

Lizeth Guerrero Benavidez

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	9
3.3. Escenario de estudio.....	10
3.4. Participantes.....	11
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.6. Procedimientos.....	11
3.7. Rigor científico.....	13
3.8. Método de análisis de información.....	15
3.9. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
V. CONCLUSIONES.....	33
VI. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 01. <i>Matriz de caracterización apriorística</i>	9
Tabla 02. <i>Criterios de Inclusión y Exclusión</i>	13
Tabla 03. <i>Resumen de criterios de búsqueda</i>	13
Tabla 04. <i>Composición química del almidón de papa, nogal, sábila, yuca, makal, camote, sagú, maíz y plátano</i>	17
Tabla 05. <i>Solubilidad del bioplástico de plátano</i>	19
Tabla 06. <i>Influencia de factores naturales en la biodegradación del bioplástico simple y compuesto</i>	20
Tabla 07. <i>Procedimientos para obtener bioplásticos</i>	23
Tabla 08. <i>Biodegradabilidad de los diferentes bioplásticos</i>	28

Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Diagrama de flujo para selección de información.....	12
<i>Figura 02.</i> Pureza de almidones	18
<i>Figura 03.</i> Solubilidad del bioplástico de plátano.....	19
<i>Figura 04.</i> Solubilidad del bioplástico de plátano en diferentes disolventes	20
<i>Figura 05.</i> Influencia de la temperatura, humedad y suelo enriquecido.....	22
<i>Figura 06.</i> Influencia de la temperatura en degradación del bioplástico de plátano	21
<i>Figura 07.</i> Proceso de elaboración del bioplástico de mango	27
<i>Figura 08.</i> Biodegradación de los diferentes bioplásticos en días	30
<i>Figura 09.</i> Biodegradación de los diferentes bioplásticos en minutos.	30
<i>Figura 10.</i> Prueba de biodegradabilidad del bioplástico de cáscara de plátano en agar nutritivo	31

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo describir las características de los bioplásticos, sus procedimientos y los residuos utilizados para obtener este biopolímero. El almidón de nopal tiene características más favorables que la papa y la sábila para el bioplástico como recubrimiento de alimentos y películas comestibles. Otra característica del bioplástico es que el almidón de makal, camote, sagú y maíz soportan altas temperaturas indicando que este bioplástico puede ser utilizado para empaque de comidas calientes. Por otro lado, el bioplástico de plátano es insoluble en agua, acetona, alcohol etílico, ácido acético, parcialmente soluble en amoníaco y completamente soluble en ácido sulfúrico, además el bioplástico simple y compuesto fue degradado en 30°C, 15% de humedad en suelo y entre 10%-15% de microorganismos. Los procedimientos que utilizaron para obtener bioplásticos fueron los métodos de ácido dinitrosalicílico, pirólisis, hidrólisis ácida, fundición en solución, decantación y químico natural. Dependiendo de estos métodos que los bioplásticos fueran resistentes. Los bioplásticos en el suelo tardaron en descomponerse dos meses y una semana el 80.48% y en agar nutritivo las bacterias degradaron el 50% del bioplástico en 34 minutos. Finalmente se recomienda utilizar los residuos de nopal y makal para elaborar bioplásticos por contener alto porcentaje de almidón.

Palabras clave: características de las especies vegetales, métodos, biodegradabilidad.

Abstract

This research aims to describe the characteristics of bioplastics, their procedures and the waste used to obtain this biopolymer. Nopal starch has more favorable characteristics than potato and aloe vera for bioplastics as a coating for food and edible films. Another characteristic of bioplastic is that makal, sweet potato, sago and corn starch withstand high temperatures, indicating that this bioplastic can be used to pack hot meals. On the other hand, banana bioplastic is insoluble in water, acetone, ethyl alcohol, acetic acid, partially soluble in ammonia and completely soluble in sulfuric acid, in addition the simple and composite bioplastic was degraded at 30 ° C, 15% humidity in soil and between 10% -15% of microorganisms. The procedures used to obtain bioplastics were dinitrosalicylic acid, pyrolysis, acid hydrolysis, solution casting, decantation and natural chemical methods. Depending on these methods that the bioplastics were resistant. The bioplastics in the soil took two months and a week to decompose 80.48% and in nutrient agar the bacteria degraded 50% of the bioplastic in 34 minutes. Finally, it is recommended to use nopal and makal residues to make bioplastics because they contain a high percentage of starch.

Keywords: Plant species characteristics, methods, biodegradability.

I. INTRODUCCIÓN

Se realizó una búsqueda minuciosa y actualizada en las diferentes revistas, artículos y libros con información concisa para dar a conocer un tema de importancia, que en la actualidad la contaminación por materiales plásticos es considerado uno de los problemas más relevantes que está afligiendo a la población mundial.

“El plástico es hecho de poliéster, polietileno y cloruro de polivinilo producto de los derivados del petróleo, descubierto en el año 1933 para posteriormente ser fabricado el plástico en el año 1950, llegando al mercado europeo y norteamericano en el año 1970” (libera, 2018, p.4) para sustituir las bolsas de papel y tela formando así parte de la vida cotidiana por ser resistente, liviano y barato.

El consumo de plástico continúa subiendo, siendo así que “En el año 1950 la fabricación mundial creció a 2,3 millones de toneladas, al año 2015 aumento a 407 millones estimando que el ser humano durante estos 150 años el 79% de los residuos plásticos terminan en botaderos” (Libera, 2018, p.4). Esta situación es de interés mundial como informa el portal “The World Counts” que se vienen manejando al año 5 trillones de bolsas plásticas, cada segundo se viene usando 160 mil bolsas y al año 700 son utilizadas por cada persona a nivel mundial y menos del 1% es reciclado estimando que en el “Perú por año se utiliza 30 Kg de bolsas plásticas por persona llegando solo a reciclar el 0.3% del total del residuo” (Asalde, 2018, p.7).

Por cada bolsa que se fabrica se emite cuatro gramos de CO₂ (dióxido de carbono), llegando a originar “400 millones de toneladas anuales de dióxido de carbono (CO₂e) si se llega a incinerar” (Bangkok, 2019, “El plástico destruye los océanos”, parr.1) tardando cientos de años en descomponerse, liberando sustancias químicas en el proceso. “Production of methane and ethylene from plastic in the environment revela que los plásticos producen gases de efecto invernadero como es CH₄ y C₂H₄ (metano-etileno) dos gases potentes” (Asalde, 2018, p.12). Liberando gases de efecto invernadero aun cuando no reciben rayos solares provocando impactos negativos en la tierra con el aumento de temperatura afectando a organismos y ecosistemas.

Que, con el tiempo, estos polímeros sintéticos en el ambiente se forman en partes más pequeñas llamado micro plástico teniendo una extensión menor a 5mm encontrándose plagando en los fondos marinos, calculando que en nuestros mares hay entre 5 y 50 billones de micro plásticos corriendo peligro de que entren en la cadena alimenticia.

Actualmente la problemática de polímeros se está neutralizando con la elaboración de bioplásticos para reducir las emisiones de carbono y depender más de especies vegetales, como es almidón de plátano, papa, maíz, trigo, arroz, yuca y arveja. El “almidón es el más representativo con mayor contribución a la producción de plástico amigable con el ambiente y de mayor fuente comercial la producción de bioplástico de plátano, maíz, trigo, arroz, papa, yuca y arveja” (Narancic et al, 2020, p.18). Teniendo estos bioplásticos la ventaja de sensibilidad a vapor, agua, hongos, algas y bacterias para acelerar la degradación en la tierra en un año a diferencia de los polímeros tradicionales.

Los plásticos se clasifican en dos grupos de estudio el primero se obtiene a partir de recursos renovables y el segundo se obtiene de manera artificial mediante la biotecnología. Para realizar bioplástico se tomará de ejemplo al continente europeo por la producción de bolsas biodegradables que van a superar las 300.000 toneladas en este año 2020. “El mercado Europeo de productos biodegradables en el año 2015 vendieron 100.000 toneladas de bolsas que para este año 2020 podría crecer su producción superando las 300.000 toneladas por ser compostables y biodegradables” (Wojnowska et al, 2020, p.3). Considerándose así que los productos biológicos son amigables con el medio ambiente ya que los bioplásticos están hechos de vegetales que pueden ser parte del compostaje.

Es por ello que para la mayoría de polímeros se utiliza la cáscara de *Musa paradisiaca* (plátano verde) así como otras fuentes vegetales. “El almidón de banano tiene mezcla de amilosa en macromoléculas (15 a 30%) y amilopectina (70 a 85%) lo que significa que a mayor amilopectina extiende sus propiedades adhesivas y a menor amilosa desarrolla la capacidad de gelatinización” (Hamlet, 2016, p 33).

“En Bogotá se realizó bioplástico de papa con el fin de fabricar tapas, filtros de cigarrillos, envases y otros, por la obtención del balance de masa para poder procesar un kilogramo de almidón nativo además de presentar un porcentaje de elongación de 4.1%, 4.1 Mpa de resistencia a la tracción y una dureza de 72.2 obteniendo resultados significativos para la realización del proyecto piloto” (Holguín,2019,19p).

Justificándose este proyecto de investigación en los tres ejes de la sostenibilidad, estableciendo desarrollo financiero, cuidado ambiental y bienestar social, debido a la falta de conciencia ambiental que carece todo el mundo se realizará una revisión exhaustiva para contrarrestar este problema en la cual “ los bioplásticos tienen beneficios para el medio ambiente por la reducción de carbono, bajo consumo de energía, menos residuos abandonados y mayor compostabilidad en el bioplástico, además de promover una economía verde , bajo consumo de energía, mayor generación de trabajo, bienestar social y toma de conciencia para un consumo responsable” (Melnyk et al,2019, p.79).

Esta información es necesaria para la formulación del problema general de esta investigación en la que se discute lo siguiente ¿Cuáles son los residuos vegetales utilizados para la elaboración del bioplástico? y como problemas específicos:

P.E.1 ¿Cuáles son las características de los bioplásticos utilizando residuos vegetales? P.E.2 ¿Cuáles son los procedimientos para obtener bioplásticos a partir de residuos vegetales? P.E.3 ¿Cuál es el tiempo de biodegradabilidad de los bioplásticos a partir de residuos vegetales?

Que, por consiguiente, se establece el siguiente objetivo general: Realizar una revisión sistemática de los residuos vegetales utilizados en la elaboración de bioplásticos, y para su cumplimiento hace referencia en los objetivos específicos:

O.E 1 Describir las características de los bioplásticos utilizando residuos vegetales.

O.E 2 Describir los procedimientos para obtener bioplásticos a partir de residuos vegetales. O.E.3 Determinar la biodegradabilidad de los bioplásticos hechos a partir residuos vegetales.

II. MARCO TEÓRICO

Ferguson (2012) empezó a realizar investigaciones sobre los plásticos estudiando desde su descubrimiento para poder analizar su historia y en la actualidad ha creído conveniente realizar bioplásticos provenientes de especies vegetales como alternativa de solución para los petroquímicos por el incremento de costo del petróleo para una producción más viable.

Tomlinson (2020) utilizó almidón de los tubérculos de papa y maíz, así como aceites, grasas vegetales, escamas de pescado, camarones y algas para reemplazar al plástico convencional y poder realizar la silla bioplástica diseñada para mejorar el respaldo y el brazo siendo 100% compostable.

Hartman (2008) hizo una demostración del embalaje de chocolate demostrando que el plástico que usan proviene de materia prima renovable, además sus láminas fueron formadas por agua y almidón de maíz con alto contenido de amilosa, asimismo reducir el 40% de energía a comparación de los plásticos petroquímicos.

Greer (2006) promovió el plástico hecho de maíz, caña de azúcar, patatas para ser utilizadas como bolsas de basura y contenedores de alimentos. Sumándose compañías muy reconocidas como Toyota que produjo piezas de automóviles de bioplásticos, Motorola, NEC y Fujitsu con diseños para fundas de computadoras y teléfonos.

Madrigal et al (2019) determinó que el fruto *Artocarpus altilis* S. Park Fosberg (pan de sopa) tuvo mayor contenido de almidón en la etapa de pre maduración con 10%, descubriendo en el ensayo SEM-EDX que el almidón tiene 2.5 ± 0.2 a 8.4 ± 0.2 μ m de diámetro en el gránulo tomando forma esférica, y para obtener bioplástico se aisló la fécula de pan de sopa con método Infrarrojo y SEM-EDX, además de agregar plastificante de glicerol más agua. Señalando que el contenido de agua es importante durante el proceso del bioplástico, encontrando que las mejores cantidades de almidón y agua es de 1:10 para el bioplástico.

Vargas y Medina (2019) tomaron tres calidades de papa (criolla, sabanera y pastusa) para caracterizar la fécula, obteniendo como resultado que la de papa criolla tuvo 20.24% de almidón, pastusa 6.50% y sabanera 16.25%, empezando la elaboración del bioplástico con diferentes tipos de plastificantes, mezclando 62%

de almidón y 38% de plastificante para ser sometido a 40°C por cuatro horas, teniendo como resultado que la papa criolla fue la más adecuada para realizar bioplástico por presentar mayor elemento seco con más rendimiento, además de ser soluble en agua, pero con mayor resistencia en medio ácido, menor resistencia en base alcalina y permeabilidad en los aceites.

Chinchayhuara y Quispe (2018) utilizaron cáscara de plátano y mango para evaluar cuál fue el más eficiente reflejando que la *Musa paradisiaca* tenía más eficiencia en peso con 1.2098g, elasticidad y degradación de 0.009g en dos semanas a comparación de la cáscara de mango que obtuvo menor degradación (0.001g) en el mismo tiempo, densidad baja de 0.2752 (g/cm³) y peso de 0.5510.

Ortega (2019) elaboró bioplástico de paja y residuos de granos de arroz en Arequipa extrayendo la celulosa de paja con el método de hidrólisis básico y trituración a los granos de arroz para conseguir almidón, teniendo el 3.21 % y 7.09 % de rendimiento entre la celulosa y almidón.

Lama (2018) elaboró plástico verde aprovechando pectina de *citrus x sinensis* (naranja valencia) utilizando 10 kg de naranja para ser mezclado con almidón de yuca, glicerina, pectina, agua y ácido acético a 0,5 N, para luego llevar la mezcla a baño maría a 65°C por 15 minutos, para después someter a 40 °C en la estufa por 15 horas y finalmente analizar la biopelícula obtenida en sus propiedades de permeabilidad, fuerza de tracción, elongación, solubilidad y humedad comprobando que existen diferencias fisicoquímicas.

Vicente (2018) aprovechó la cáscara residual de *musa balbisiana* para extraer almidón, luego ser mezclado con ácido acético, glicerina y agua destilada en cinco concentraciones diferentes, determinando que la concentración número dos de 10 g de almidón en 50 mililitros de agua destilada se asemejo a las propiedades de resistencia a la atracción 33.23 N/m², degradación: 91.91%., elongación: 38.62 N/m² a diferencia del plástico de baja densidad.

En el departamento de Lambayeque Pimentel y Piscoya (2017) plantearon su diseño cualitativo exploratorio para incursionar en nuevos mercados teniendo una importante aceptación en el rubro empresarial para reemplazar las bolsas convencionales por bolsas vegetales mejorando la exportación que permitirá abrir

más puertas de mercados internacionales como es Escandinavia, Bélgica, Suecia, Alemania y Austria que ya cuentan con una normativa internacional.

Dávila y Peña (2017) realizaron un estudio de viabilidad comercial del banano utilizando las encuestas realizadas a 383 personas de diferentes sexos con el fin de conocer al consumidor determinando que, si es viable su comercialización por sus beneficios en el almidón.

De esta manera el estudio se enfocará en las diferentes especies que son utilizadas para realizar biopolímeros, así como los métodos que utilizan para ello, además de las características del almidón, ya que es un factor muy importante para la elaboración del mismo. Esta búsqueda empieza para erradicar el plástico “por encontrarse en cualquier tamaño, forma, textura y colores que están presentes en colchones, materiales agrícolas, envases, forros de polares de poliéster y de aparatos electrónicos, etc., ya que hoy en día es muy difícil encontrar productos que no contengan plástico” (Bilbao,2015, p.2).

Hoy por hoy se está dando solución al problema de los plásticos realizando polímeros biodegradables provenientes de fuentes vegetales renovables. “En los bioplásticos se utilizan materias primas, vegetales, para reemplazar el plástico convencional, la gran ventaja de este plástico verde es la degradación en corto tiempo lo que significa que se pueden desintegrar con mayor facilidad por agentes biológicos como el agua, sol, bacterias, plantas o hasta animales” (Flores et al, 2019, 1p.).

Una de las especies vegetales más utilizadas es el plátano (*musa paradisiaca*) por ser considerado una de las frutas más importantes en todo el mundo “después de los cereales de arroz, trigo y maíz” (Ruiz, 2014, p.3) por ser rico en hidrato de carbono y minerales con sabor único, proporcionando un aporte importante en la medicina natural combatiendo el estrés, depresión, colesterol y obesidad por su alto contenido de vitamina “A, C, K y B con azúcares naturales diferentes, sacarosa, fructosa y glucosa, además de fibra natural, hierro, fósforo, cinc y potasio conteniendo 65% de humedad” (Ministerio de Agricultura y Riego,2014, p.9 y 7).

Para obtener plástico ecológico se utilizaron diferentes metodologías como es el método de decantación, hidrólisis química y degradación en compost. Con el

método de decantación se puede obtener almidón para poder evaluar sus características de amilosa y amilopectina, con el método de hidrólisis química el almidón se puede polimerizar para facilitar la adición de aditivos y en la degradación por compost se sigue el procedimiento de la norma ISO 17556 (Meza,2016,1p).

Así mismo el almidón es la principal reserva de carbohidratos en las plantas, que por lo general se utiliza frutos verdes si se requiere extraer fécula ya que los frutos “inmaduros de 70-90 días poseen mayor cantidad de almidón en un 70 %” (Hernández et al, 2017, p.1) reflejando mayor importancia en la “industria textil, plásticos, papel, colas y manufactura de dextrinas entre otras” (Hernández et al, 2017, p.2).

Los derivados del almidón natural son materiales “termoplásticos por la combinación de polímeros con 25% de amilosa y 75% de amilopectina que son constituidas por glucosa” (Lama, 2018, p.25), la amilosa es soluble en agua hecha por glucosa formando cadenas no ramificadas constituyendo en menor cantidad a la fécula que a diferencia de la amilopectina es insoluble en agua coagulando en forma de gel formando una estructura ramificada constituyendo mayor cantidad al almidón.

Consecuentemente el almidón cambia por la humedad dependiendo de la fuente vegetal de donde procede variando su contenido, sin embargo, el almidón puede soportar hasta un cierto grado de temperatura. “El método de pirólisis puede llegar a ocasionar cambios inalterables en la estructura física y química del almidón por el incremento de temperatura a más de 60°C rompiendo los gránulos por falta de refrigeración en la difusión y pérdida de cristalización” (García,2017, p.10) este proceso se llama gelatinización por pérdida de fécula en el calor llegando a formarse gel y al momento de hincharse pierde sus propiedades fisicoquímicas consiguiendo depender de la cristalización, flexibilidad y del tipo de planta para la resistencia del almidón.

Los biopolímeros se clasifican según su origen y comportamiento al elevarse la temperatura. Los polímeros naturales se encuentran en la naturaleza provenientes del reino vegetal sin modificación como por ejemplo el algodón, caucho, madera, almidón y los polímeros sintéticos provienen de industrias de los derivados del

petróleo hechas por el hombre. “El plástico sintético contiene entre uno y tres tipos de unidades diferentes a comparación de biopolímeros de celulosa, ADN o proteínas tienen estructuras más complejas (Beltrán y Marcilla, p.3)”. Al mismo tiempo se clasifica en cinco grupos al elevarse su temperatura de una forma:

Termoplástica tomando el comportamiento de un plástico sin afectar el polímero si se somete a temperaturas elevadas, los plásticos termorrígidos no permiten que se le introduzca químicos para luego ser procesados, los termoplásticos varían en su comportamiento pasando a termorrígidos por su estructura lineal conteniendo la capacidad de 300% de elasticidad, los recubrimientos de superficies son similares a las de los adhesivos teniendo una gran resistencia y las Fibras forman prendas estables sin ceder demasiado(Hermida, 2011 ,p.18).

De este modo es que surge la era de los bioplásticos como alternativa del futuro hechos a partir de celulosa, proteínas y almidón pero que se ha centrado mayormente en realizar plásticos de almidón por bajo costo, por ser renovable y biodegradable que radica en “Proceso de transformación de microorganismos por enzimas que estos generan en el mismo además por el carbón orgánico presente transformado en compuestos simples como el bióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), a través del proceso de mineralización” (Vázquez et al, p.4).

Estos polímeros son materiales que tienen capacidad de descomponerse por microorganismos como bacterias, hongos y algas a temperatura ambiente y para obtener bioplásticos es necesario fundir la estructura granular semicristalina agregándole plastificante adecuado para reducir los enlaces de hidrógeno y aumentar el espacio molecular, “la cristalinidad se clasifica en tipo A, B y C cuando no se completa la fusión durante la plastificación y la cristalinidad del tipo A es común en almidones de cereales, el B en tubérculos y el C en ciertas raíces y semillas” (GARCÍA,2015, p.18) relacionada con la temperatura y humedad durante el procesamiento para la obtención del polímero.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada cualitativa por los hallazgos encontrados que además se basa en datos ya existentes donde se analizó la información encontrada “esto hace referencia al modo de enfocar la metodología en el que se busca la problemática para dar respuestas y soluciones a la investigación” (Quecedo y Castaño, 2002, p.7) ayudando a comprender los datos recogidos estudiando el pasado y la actualidad del problema.

El diseño de investigación corresponde a narrativo de tópico porque “narra hechos o historias acontecidas en un tiempo y espacio determinado” (Enciclopedia de conocimientos fundamentales, 2010, p.1) llegando a ser recurso informativo para tener la libertad de analizar la historia del problema en la investigación “teniendo sucesiones epistemológicas y ontológicas presentes en la vida en la que se procesan y analizan los resultados” (Domínguez y Herrera, 2013, p.625). Que además la “literatura del investigador es el que otorga los resultados por la recopilación de información en categorías y subcategorías denotando un tópico que detalla en micro aspectos surgiendo a partir de los objetivos”(Herrera et al, 2015, p.6).

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla 01. *Matriz de caracterización apriorística.*

Preguntas específicas	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías	Unidad de análisis
¿Cuáles son las características de los bioplásticos utilizando residuos vegetales?	Describir las características de los bioplásticos utilizando residuos vegetales	Características de los bioplásticos	Almidón Solubilidad	Rizwana, 2020 Zoungnan et al, 2020 Moreno et al, 2017 Briones y Riera, 2020 Hernández et al, 2008 Pilco et al, 2018 López et al, 2014
¿Cuáles son los procedimientos para obtener	Describir los procedimientos para obtener	Procedimientos para obtener bioplásticos	Pirólisis	Sharif et al, 2016 Noor Fatimah y Wan Lutfi, 2017 Naveda et al, 2020

bioplásticos a partir de residuos vegetales?	bioplásticos a partir de residuos vegetales		Hidrólisis	NA Azieyanti, 2019 Mrgaonkar, 2017 Sofiah et al, 2019 Mochamad et al, 2020
			Fundición en solución	Chetan y Abanti, 2020 Judawisastra et al, 2018
			Agar nutritivo	Huzaisham y Marsi, 2020 YE Agustin y KS Padmawijaya, 2017 Rusdi et al, 2019 Supriya y Shivani, 2019
¿Cuál es el tiempo de biodegradabilidad de los bioplásticos a partir de residuos vegetales?	Determinar la biodegradabilidad de los bioplásticos hechos a partir de residuos vegetales.	Tiempo de biodegradación	Suelo	Md. Ruhul et al, 2018 Zounggran et al, 2020 Olugbenga et al, 2019 López et al, 2019

Fuente: elaboración propia.

3.3. Escenario de estudio

“El escenario de estudio es la claridad en que se representan los resultados con el propósito de analizar el fenómeno de estudio desde el punto de vista del investigador indagando la problemática y dando una solución prospectiva en forma de escenarios” (V. Alexandra y B. Cely, 1999, p.26). Por ello se ha creído conveniente estudiar los plásticos convencionales que han hecho que la contaminación vaya en aumento a medida que las bolsas son utilizadas diariamente convirtiéndose indispensable en la vida de las personas que además tienen un ciclo de vida corto llegando a ser basura común en playas, calles, parques y acequias tardando cientos de años en descomponerse originando gases de efecto invernadero al momento de su producción, degradación e incineración.

Para este problema se ha realizado una búsqueda para proponer una solución lo que se ha visto conveniente realizar bioplásticos de vegetales por su rápida degradación por ser constituida por películas naturales que al agregar plastificante de glicerina crea zonas amorfas facilitando a los microorganismos para su rápida degradación.

3.4. Participantes

“Implica incluir personas o unidades que representen las características de la población de estudio, garantizando la riqueza de la información permitiendo tener un número inicial de participantes que no necesariamente constituirá en la muestra final” (Ventura y Barboza, 2017, p.1). Teniendo este proyecto de investigación que recopilar información de revistas, libros y tesis para obtener una muestra final. Toda esta información se obtuvo de portales informativos confiables como son ProQuest, Ebsco, ScienceDirect, Scielo, Scopus o Web of Science y repositorios. Obteniendo así nuestra muestra final de 24 artículos (ver fig.7 anexo).

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son instrucciones y actividades que permiten al investigador adquirir información para dar cumplimiento a los objetivos. La técnica es el cómo hacer para obtener un fin planteado situándose en los hechos de la indagación y un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso utilizado por el indagador que le sirve como un resumen de apuntes para todos los datos que corresponden en los indicadores como son las categorías y subcategorías (Pérez, 2016, p.3). Para el presente trabajo se utilizará dos instrumentos de recolección de datos (ver tabla 2 anexo).

3.6 Procedimientos

“Está formado por una secuencia de actividades para descubrir los distintos fenómenos de la investigación y la relación con otros, mediante la demostración y la verificación se llevó a cabo la exploración de análisis” (Méndez ,2007, p.2). El procedimiento se inició con una serie de actividades como es la búsqueda de datos ingresando palabras clave en portales confiables como es scienceDirect, scielo, ProQuest y diferentes repositorios para poder seleccionar datos y finalmente ser analizados (ver fig.1 tabla 2-3).

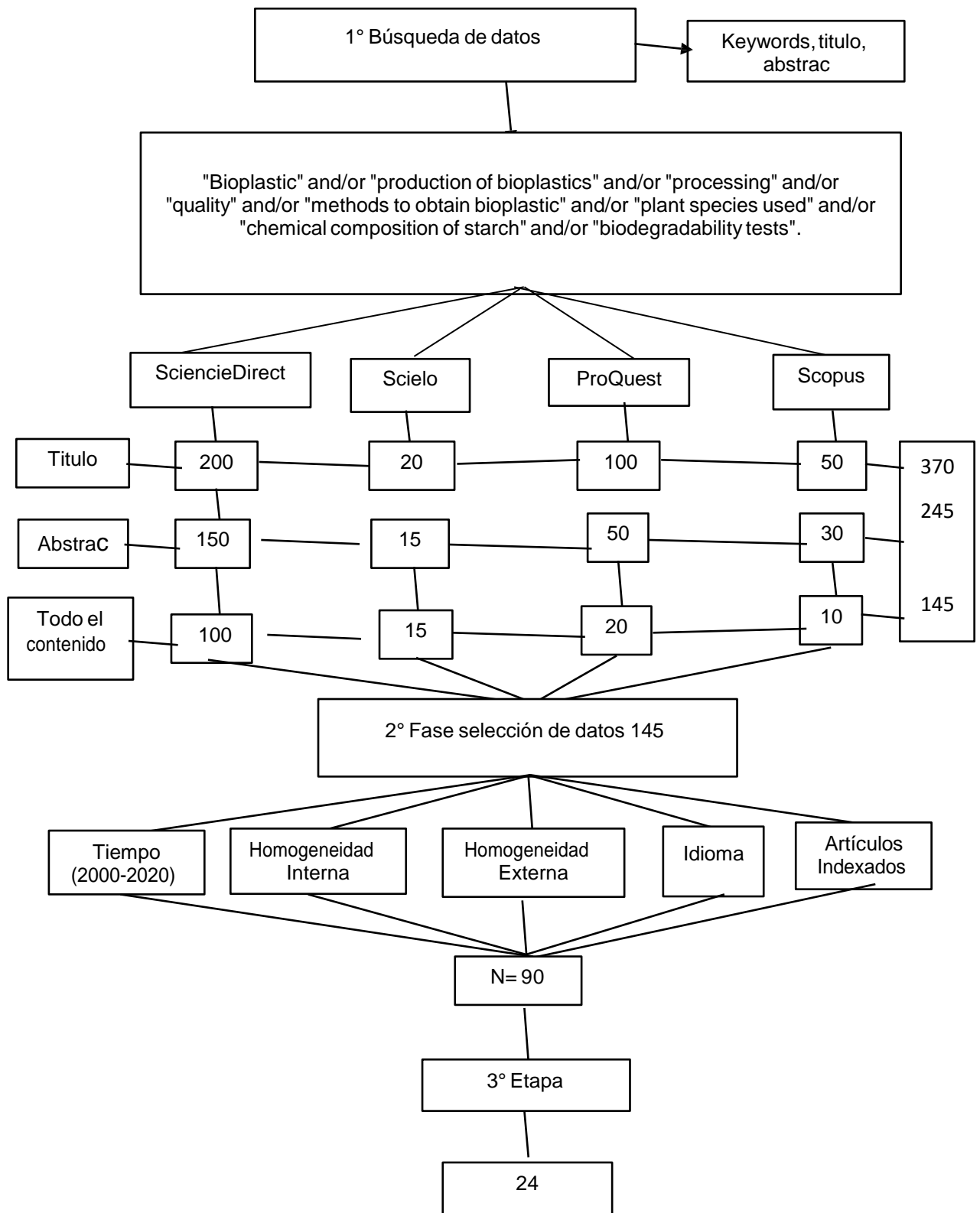


Figura 01. Diagrama de flujo para selección de información.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 02. Criterios de Inclusión y Exclusión.

Aspecto	Inclusión	Exclusión
Tiempo	Años considerados 2000-2020	Años menores al 2000
Homogeneidad Interna	Cantidad de autores que coinciden en los resultados	Autores con menos credibilidad
Homogeneidad Externa	Cuántos autores que no coinciden	
Correlación Geográfica	Nivel mundial	
Artículos Indexados	Artículos indexados	Artículos no indexados
Idioma	Español – Inglés	

Fuente: elaboración propia

Se ha considerado recolectar información desde el año 2000 hasta la actualidad por lo que se dejó de lado los años menores a lo mencionado. La homogeneidad interna y externa se harán de acuerdo a la cantidad de autores que coincidan o no con las metodologías, procedimientos y resultados, la recolección de información fue a nivel mundial con artículos indexados en español e inglés.

Tabla 03. Resumen de criterios de búsqueda

Tipo de documento	Documentos referidos a	Cantidad	Palabras clave de búsqueda	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículo científico	Características de los bioplásticos	9	Bioplástico, biodegradabilidad, toxicidad, producción de bioplásticos,	Años considerados 2000-2020	Años menores al 2015.
	Métodos utilizados para obtener bioplásticos	8	vegetales, residuos, elaboración, calidad, almidón, métodos	Artículos indexados	Autores con menos credibilidad
	Tiempo de biodegradación	7		Idioma Inglés – español Nivel mundial	Artículos no indexados

Fuente: elaboración propia

3.7. científico

Dependencia: se refiere a la seguridad de datos y procedimientos que aseguran la consistencia además de conseguir cualquier argumento ante una menor inestabilidad de los datos (calidad de una investigación cualitativa, prr.6,1999). Esta investigación cumple con los procedimientos que se establecen al momento de

recopilar información para después ser analizada sin perder su naturaleza manteniendo el grado de estabilidad.

Validez: es la interpretación correcta de los resultados convirtiéndose en soporte primordial en la investigación por la forma de recolectar los datos y por los diferentes puntos de vista que se puede interpretar a partir de la literatura y revisar permanentemente los hallazgos ofreciendo al investigador rigor y seguridad en sus resultados (Noreña et al, 2012, p.266).

Credibilidad: se miró el valor de la verdad en la indagación, se plantea desde la conformidad de los implicados por la recolección de datos teniendo como objetivo obtener la aceptación de los resultados (calidad de una investigación cualitativa, prr.4,1999). En este criterio los hallazgos son reales y auténticos ya que se utilizará datos de fuentes confiables que muestran relevancia del estudio para poder comparar los resultados con otras teorías sin perder el enfoque cualitativo.

Transferibilidad: se realizó énfasis para controlar y explicar la muestra por la toma de decisiones que son clave para comparar resultados de diferentes orígenes (calidad de una investigación cualitativa, prr.5,1999). Esto quiere decir que si cumple con transferibilidad porque se estudia las situaciones del contexto para lograr la descripción total de las características de la indagación por lo que se observó lo común de los resultados además de comparar los resultados y que es lo que le hace diferente a las otras investigaciones.

Confirmabilidad hizo referencia a la ética del investigador y a los posibles sesgos encontrados en todo el proceso de la investigación. Estos procedimientos son mantenidos para obtener la confirmabilidad que están orientados a explicar el posicionamiento del investigador. (calidad de una investigación cualitativa, prr.7,1999). En este criterio esta investigación garantiza la autenticidad de todo el trabajo del participante que está realizando que además de mantener la ética profesional haciéndose responsable de todo lo escrito por el alcance de información que fue encontrado.

3.8. Método de análisis de información

En métodos de análisis de información se “Utilizó métodos sistemáticos y explícitos, que se eligen con el fin de minimizar sesgos, aportando resultados más fiables para poder extraer conclusiones tomando decisiones” (Higgins y Green,2017, p.16) por lo que se utilizara la metodología de Taylor siguiendo tres fases en la revisión (Búsqueda de información, categorización y comparación) de acuerdo a la tabla 1-2 y 3 para agrupar en categorías, subcategorías y establecer criterios de similitud o diferencias.

“El sesgo es la ocurrencia de errores que se pueden dar al azar o de manera sistemática considerando que en cualquier etapa de la investigación ocurren errores, puede ser desde la planificación hasta resultados o incluso en la publicación” (Manterola y Otzen, 2015, p.1156). Los sesgos son los mayores enemigos del investigador por lo que se tiene que tener presente que en cualquier momento pueden ocurrir errores y saber cómo evitarlos además de reconocer cuales son los que se pueden evitar y los que no son inevitables.

El análisis crítico es un proceso de evaluación que permitió al lector construir una idea del error en los resultados del estudio, ya sea por error sistemático, por confusión o por sesgo. El análisis crítico no entrega un veredicto final sobre la verdad lo que hace es aproximarnos secundariamente a ella, señalando hasta qué punto se puede considerar confiable (Araujo, 2012, p.1. Análisis crítico).

Este análisis nos permitió minimizar los sesgos en todas las etapas de la investigación facilitando al lector las técnicas utilizadas al momento de recolectar la información separando a la población de acuerdo a categorías y subcategorías para verificar si se tiene presencia de sesgos con un análisis crítico.

3.9 Aspectos éticos

Hizo referencia a lineamientos generales en la ética de la investigación científica en la que los investigadores pueden presentar riesgos en las personas entre la cuales se tiene: convertir los recursos en ganancias, infringir las normas del libre consentimiento informado, poder perjudicar al ambiente e indagaciones sesgadas (Ojeda et al,2007, p.350 citado por Babbie, 2000).

Esta investigación mantiene la ética profesional respetando la autoría de la persona evitando plagio a través del citado ISO 690, cumpliendo los principios de bioética además de pedir permiso a los representantes legales primarios para difundir los resultados difundiendo su identidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los bioplásticos utilizando residuos vegetales. Los bioplásticos se caracterizan por utilizar almidón de residuos vegetales en el proceso de elaboración (ver tabla 4 fig.2), además de ser solubles e insolubles (ver tabla 5 fig.3-4) también por ser degradados en temperatura, humedad y suelo enriquecido por microorganismos (ver tabla 6 fig.5-6) y por el aporte de minerales que genera tanto en el suelo como en la planta al momento de su descomposición.

Tabla 04. Composición química del almidón de papa, nogal, sábila, yuca, makal, camote, sagú, maíz y plátano.

Autor	Especie	Componentes %						
		Humedad	Proteína	Fibra	Cenizas	Grasa	Amilosa	Amilopectina
Moreno et al, 2017, 367-375-377-378	Papa	15.5	1.48	3.01	0.25	0,05	21,0	79,0
	Nopal	11.02	3.05	2.46	1.05	-	-	-
	Sábila	11.2	4.79	4.17	1,04	-	-	-
	Pureza %	Papa (95.26) nogal (93.44) sábila (90)						
Briones y Riera, 2020, 4-5-6p	Yuca	9.7	4.37	1.01	2.3	0.87	17.0	83.0
	Pureza %	Yuca (92.46)						
Hernández et al, 2008, 721-722-723-724-725p	Makal	8,99	0,16	0,35	0,12	0,19	23,6	76,4
	Camote	9,83	0,22	0,28	0,26	0,31	19,6	80,4
	Sagú	10,5	0,64	0,06	0,22	0,36	22,7	77,3
	Maíz	9,9	0,10	0,62	0,06	0,35	28,3	71,7
	Pureza %	Makal (99.18) camote (98.93) sagú (98.72) maíz (98.87)						
Pilco et al, 2018, 1p. y López et al, 2014, 11-13-14-15p	Plátano	11.91	0.74	0.87	1.55	0.47	-	-
	Pureza %	96.37						

Fuente: elaboración propia.

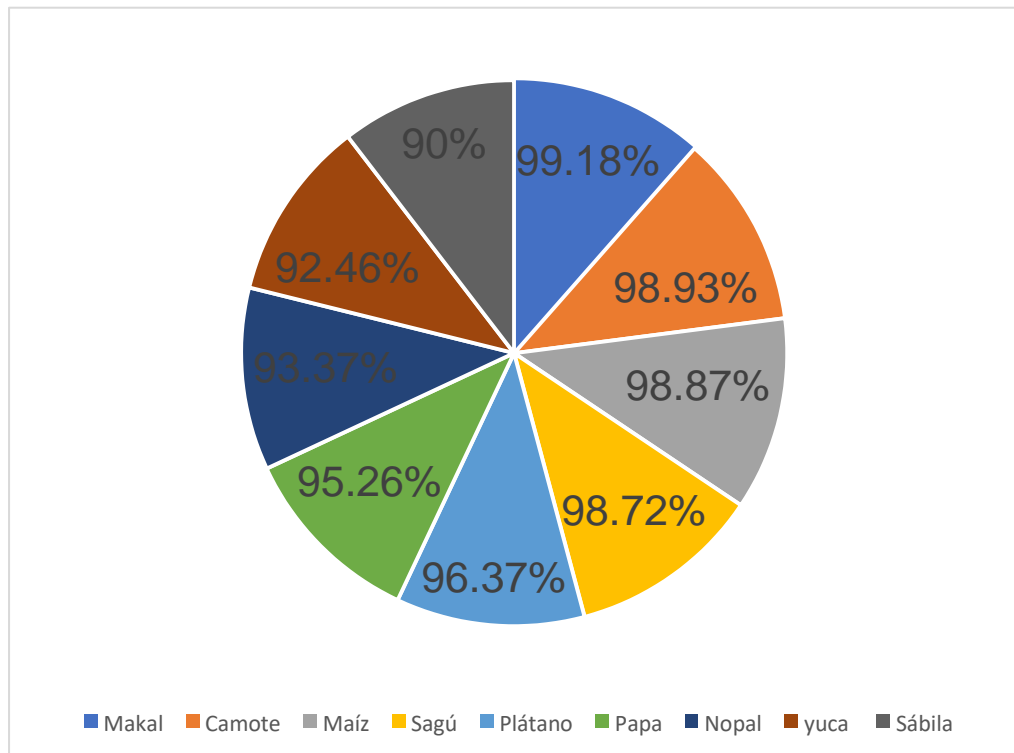


Figura 02. Pureza de almidones

Fuente: elaboración propia

Una de las características más importantes de los bioplásticos fue la utilización de especies vegetales empleando los almidones de los residuos. El almidón está compuesto por, proteína, fibra, ceniza, grasa, amilosa y amilopectina. El almidón de las especies varía, como es en el contenido de Makal con 99.18%, camote 98.93%, maíz 98.87%, sagú 98.72%, plátano 96.37%, papa 95.26%, nopal 93.37% y sábila con 90% de pureza.

Moreno et al, 2017 utilizó materia prima de papa, nopal y sábila para extraer almidón, reflejando en los resultados que el almidón de nopal tiene características más favorables que la papa y la sábila para ser utilizado como recubrimiento de alimentos y películas comestibles.

Por otro lado, las características del bioplástico es que el almidón de makal, camote, sagú y maíz que describe Hernández et al, 2008 soportan altas temperaturas para la gelatinización que oscilan entre 61°C y 78°C, permitiendo al almidón estar expuesto a tratamientos térmicos para incrementar el uso del bioplástico como empaque de comidas calientes. Todo lo contrario, con Briones y Riera,2020 que al utilizar almidón de yuca presentó limitaciones a altas temperaturas para completar

la transición de gelatinización a 57°C. Dada su baja temperatura de gelatinización este almidón debería emplearse en productos que no necesitan temperaturas elevadas.

Por último, el bioplástico de plátano elaborado por Pilco et al, 2018, mostró mayor degradación por el crecimiento de microorganismos como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Tabla 05. Solubilidad del bioplástico de plátano.

Disolvente usado	Insoluble Parcialmente	Soluble soluble	Completamente soluble
Agua	✓		
Acetona	✓		
Alcohol etílico	✓		
Ácido acético	✓		
Amoniaco		✓	
Ácido sulfúrico			✓

Fuente: adaptado de Rizwana, 2020.

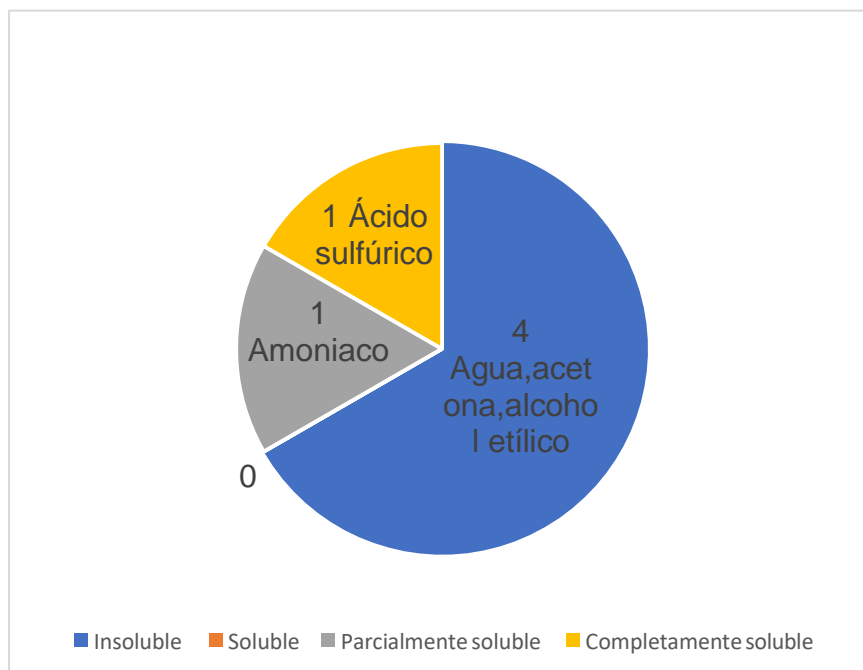


Figura 03. solubilidad del bioplástico de plátano.

Fuente: elaboración propia.

Otra de las características del bioplástico es la solubilidad y de acuerdo al estudio de Rizwana, 2020 el bioplástico de plátano fue sometido a seis niveles de solubilidad (ver tabla 5) utilizando agua, acetona, alcohol etílico, ácido acético, amoníaco y ácido sulfúrico. El experimento demostró que el bioplástico de plátano es insoluble en agua, acetona, alcohol etílico, ácido acético, pero parcialmente soluble en amoniaco y completamente soluble en ácido sulfúrico. Lo que indica que el plástico puede ser utilizado como envase de alimentos.

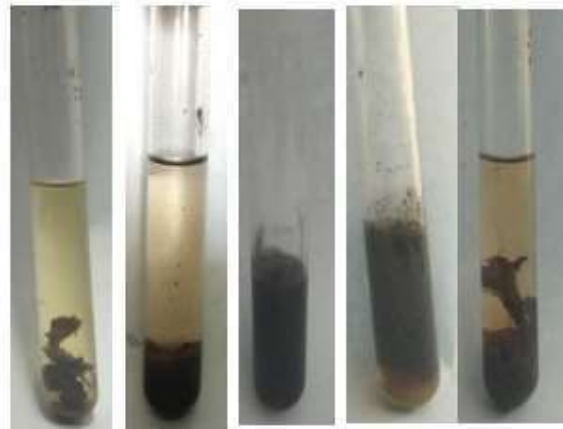


Figura 04. Solubilidad del bioplástico de plátano en diferentes disolventes.
Fuente: Rizwana, 2020.

Tabla 06. Influencia de factores naturales en la biodegradación del bioplástico simple y compuesto.

Bioplástico	Factores																			
	Temperatura °C					Humedad relativa %					Suelo enriquecido %									
	30	35	40	45	50	10	15	20	25	40	5	10	15	20	10	20	30	40	50	
Simple																				
Maíz	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Yuca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Compu esto																				
Maíz Cola cordifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Yuca Cola cordifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plátano																								
Hemicelulosa	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lignina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: adaptado en Zoungnanan et al, 2020, y López et al,2014

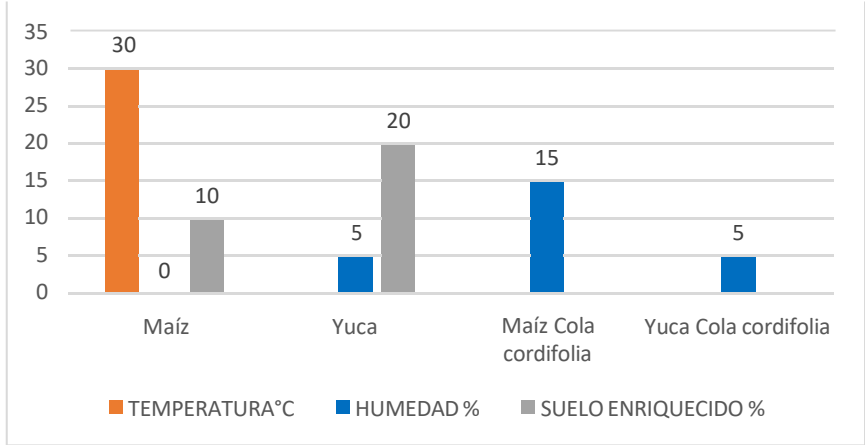


Figura 05. Influencia de la temperatura, humedad y suelo enriquecido(microorganismos) en la degradación del bioplástico.

Fuente: elaboración propia.

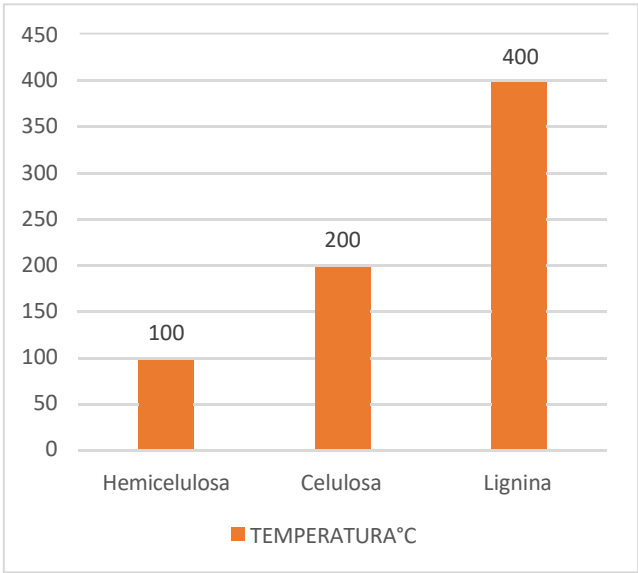


Figura 06. Influencia de la temperatura en degradación del bioplástico de plátano.

Fuente: elaboración propia.

Los bioplásticos son biodegradables bajo las condiciones ambientales de temperatura y humedad. También por la presencia de microorganismos que juegan un papel importante en la biodegradación. Zoungran et al, 2020 demostró que el bioplástico simple de maíz fue más sensible a la temperatura que el bioplástico de yuca. De los bioplásticos de yuca y maíz solo el bioplástico de yuca se degrada en humedad. Sin embargo, los dos bioplásticos simples son degradados en suelo enriquecido por microorganismos. A diferencia de los bioplásticos compuestos de maíz-cola cordifolia y yuca-cola cordifolia tienen mayores porcentajes de degradación sólo en humedad por las características que la cola cordifolia agrega al bioplástico.

Los resultados de Zoungran et al, 2020 muestran que los bioplásticos se degradan a 30°C, en 15% de humedad y entre 10-15% de microorganismos, que si llega a sobrepasar los niveles de humedad y temperatura genera un impacto negativo afectando a la sobrepoblación de la flora bacteriana restringiendo el acceso de los microorganismos al bioplástico. Sin embargo, la degradación del bioplástico de plátano (López,2014) depende del tamaño de gránulo del almidón y temperatura. Pero por contener hemicelulosa, celulosa y lignina los micro plásticos que se degradan a 130°C, 200°C y 400°C.

Las características comunes que presentan todos los bioplásticos es la utilización de los almidones de las diferentes especies, el almidón está compuesto por proteína, fibra, ceniza, grasa, amilosa y amilopectina. Siendo el almidón esencial en la elaboración del bioplástico. El tubérculo de Makal, camote, sagú y maíz es el que presenta mejores características para elaborar bioplásticos de comidas calientes y envases de alimentos. El bioplástico de plátano es insoluble en agua, acetona y alcohol etílico. Los bioplásticos simples-compuestos son biodegradables en temperatura ambiente (30°C), humedad (15%) y microorganismos (10%-15%) y por el contenido de hemicelulosa, celulosa y lignina el micro plástico se degrada a 130°C, 200°C y 400°C. Comprobando que estos productos son amigables con el ambiente y pueden ser utilizados como bolsas y envases.

Procedimientos para obtener bioplásticos a partir de residuos vegetales. De los artículos revisados los autores utilizaron diferentes procedimientos para obtener

bioplásticos, como son Ácido dinitrosalicílico, pirólisis, hidrólisis ácida, fundición en solución, decantación y químico natural (ver tabla 7 fig. 7-8).

Tabla 07. Procedimientos para obtener bioplásticos

Autor	Método	Especie	Cantidad utilizada	componentes	Determinación de pruebas		Resultados
					Absorción de agua	Prueba de carga	
Sharif et al, 2016, 286-287p	Ácido dinitrosalicílico Pirólisis, Hidrólisis ácida	<i>Musa paradisiaca</i> (plátano)	25g-25g 10%	Celulosa-almidón Agua	Se determinó a 23° durante 24h	Se realizó a 2 mm / min (0,079 pulg. /min)	1: Absorción de agua 0.3%
			100 ml/g	Cloruro de polivinilo			2: Resistencia a la tracción 120,0 MPa
Sultan NFK y Johari W, 2017, 12-13-14-16	Decantación	<i>Musa paradisiaca</i> y <i>Zea mays</i> (plátano-maíz)	25g al 1%, 2%,3%,4 % 5%	Almidón de <i>Musa paradisiaca</i> y <i>Zea mays</i>	Se recortó 1 cm x 2 cm para ser colocado en el vaso de 60ml de agua a temperatura ambiente por 24 h	Se recortó 2 cm x 6 cm para enganchar la muestra en el soporte de retorta colocado a 3,5 cm	1: Absorción de agua 108,98% al 1%
			3ml	ácido clorhídrico			2: Resistencia a la tracción 0.000347 2 MPa al 4%.
			2ml	glicerol			
			3ml	hidróxido de sodio			
Naveda et al, 2020, 1-2-3-4-6-7p	Decantación	<i>Mangifera indica</i> (Mango)	2.5 g	Almidón	Se recortó 2cmx2cm 2 para ser colocadas a 105°C por 3 horas	Se realizó según la norma ASTM D638 a velocidad de 2mm/s usando el sensor de fuerza Dual-Range Vernier con ± 0.01 N.	1: Absorción de agua 20.54% en 15% de EPM 2: Resistencia a la tracción 3.08 MPa
			25ml	Agua			
			2.5 ml	Glicerina			
			2.5 ml	Vinagre			
			0,5,10,15%	EPM			

NA Azieya nti, 2019, 2-3-4- 5-6p.	Químico Natural	<i>Musa paradisica</i> (cáscara plátano)	100g	Plátano	Químico - Natural: fue de 2 mm / min y la longitud de calibre fue de 50 mm	2: Resistenci a a la tracción químico 0.228 MPa y natural 0.15 MPa	
			12ml	Ácido clorhídrico			
			8ml	Glicerol			
			12ml	Hidróxido de sodio			
			40g	Plátano			
			1g	Salvia			12g
				Glicerol			-
			12g	Patata			
			12g	Maíz			
	38g	Agua					
Mrgao nkar 2017,1- 2-3p.	Hidrólisis	<i>Musa paradisica</i> (cáscara plátano)	25g	Plátano	Se recortó 16 cm por 2 cm con grosor de 0,5 cm en la "Máquin a de prueba universa l".	2: Resistenci a a la tracción 0.196 MPa	
			3ml	Ácido clorhídrico			
			2ml	Glicerol			
			0,5n	Hidróxido de sodio			-
Sofiah et al, 2019,1- 5-6,p.	-	<i>Musa paradisica</i> (cáscara plátano)	100ml	Plátano	Se recortó de acuerdo a la norma ENISO 527: 5- 1996	2: Resisten cia a la tracción 89,3587 MPa	
			0,1,2,3,4 ,5. ml	Harina quitosano Ácido acético			-
				Glicerol y sorbitol			-
Mocha mad et al, 2020,2- 3-5p.	Fundición en solución	<i>Manihot esculent a y Sacchar um officinaru m</i> (tapioca - caña de azúcar)	10 g	Tapioca	Se recortó 1 cm 1 cm para ser colocado en un horno por 24 horas a 70% de humedad a temperat ura de 25°C	1: absorción de humedad (agua) fue de 30,26%. 2: Resistenci a a la tracción 2.5 MPa.	
			2ml	Glicerol			
			100ml	Agua destilada			

					Ta Instrum ent según la norma D882		
Chetan y Abanti, 2020, 1-2-3 4-5p.	Colada y fundición en solución	Almidón y quitosano	1g	Quitosano	Se recortó 20 mm por 20 mm para ser colocada en un horno durante 2h a 60°C por 24 h según la norma ASTM D570.	La prueba se determinó a una prueba de 50 mm por 10 mm a 2mm/min a un intervalo de 20 mm con carga de 250 N	1: Absorción de agua 5% después de 7 días.
			1%	Ácido acético			
			5g-10g	Acetato de polivinilo			
			10%	Glicerol			
Judawis astral, 2018, 346-347-349-350-351p.	Fundición en solución	Vicia faba (haba de ñame)	10g	Glicerol	-	La prueba de tracción se determinó con 0,01 mm a 1 KN de carga a una longitud de 10cm con velocidad de 5 mm/min según la norma ASTM D-882-02.	2: resistencia a la tracción 11,5 MPa.
			67-97%	Haba ñame			
			0,3g-0,7-g	Agua			

Fuente: Elaboración propia.

Sharif et al, 2016 utilizó tres procedimientos en la elaboración del bioplástico. El primero fue ácido dinitrosalicílico para determinar la cantidad de celulosa que puede proveer el plátano. El procedimiento consiste en colocar 3 ml de celulosa en un tubo de ensayo, 3 ml de dinitrosalicílico, 1 ml de tartrato de sodio y potasio al 40% antes de enfriar la muestra y finalmente medir la absorbancia a 575 nm. El segundo fue pirólisis para someter el almidón a 150°C, ocasionando el rompimiento de los gránulos del almidón, pasando de sólida a líquida y el último fue hidrólisis para convertir las partículas de tamaño micro a nano en 8 h.

Pero, Mrgaonkar, 2017 menciona que el método de hidrólisis ayuda que la amilopectina del almidón forme la película por los enlaces de H que está entre glucosa y almidón evitando que la amilopectina interfiera en la formación del bioplástico de plátano.

Todo lo contrario, con Sultan NFK y Johari W, 2017 que utilizaron decantación para obtener bioplástico de plátano-maíz, coincidiendo con Naveda et al, 2020 por utilizar el mismo procedimiento, pero con semillas de mango, para separar el almidón del líquido (agua), dejando reposar a temperatura ambiente por un día repitiendo el proceso dos veces.

Otro procedimiento es el de, NA Azieyanti, 2019 que utilizó químico-natural para obtener bioplástico de plátano, mediante la mezcla de materiales químicos y naturales junto al plastificante. Por otro lado, Judawisastra et al, 2018 utilizó fundición en solución para someter al bioplástico de haba ñame a diferentes concentraciones de agua, calculado por el peso total del almidón seco. Pero los siguientes autores adicionaron otro paso más como es Chetan-Abanti, 2020, que sometió al bioplástico de almidón y quitosano a 45°C y Mochamad et al, 2020, sometió a 70°C al bioplástico de tapioca y caña de azúcar.

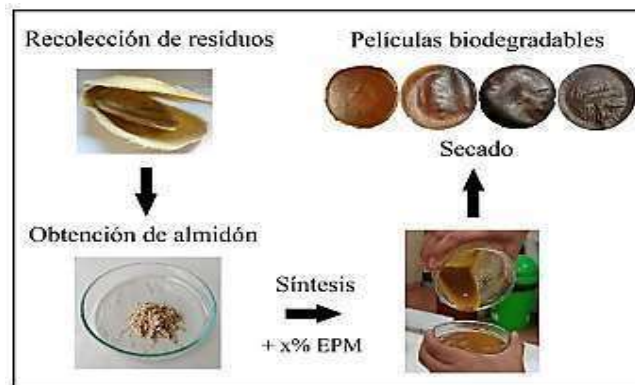


Figura 07. Proceso de elaboración del bioplástico de mango.
Fuente: Naveda et, al 2020.

Se puede decir que en los métodos mencionados en la tabla N°7 existen diferencias y semejanzas, como es el caso de Sharif et al, 2016 que empleó tres procesos en la elaboración del bioplástico, sin embargo, en el método de hidrólisis existen controversias en los autores Sharif et al, 2016 y Mrgaonkar,2017. Sharif et al, 2016 afirma que el método de hidrólisis es para convertir el tamaño del almidón de micro a nano, pero Mrgaonkar,2017 menciona que este método es para ayudar que la amilopectina no interfiera en la elaboración del bioplástico.

Noor Fatimah-Wan Lutfi, 2017 y Naveda et al, 2020 al emplear el método de decantación, coincidieron en todo el proceso de la extracción del almidón. Con este método se vio la cantidad de almidón que se obtuvo en la extracción, Sin embargo, NA Azieyanti, 2019 al utilizar el método químico-natural puede disminuir la resistencia debido al alto porcentaje de almidón utilizado. Pero también la cantidad de insumos químicos empleados como ácido clorhídrico y/o hidróxido de sodio pueden aumentar la resistencia.

Judawisastra et al, 2018, al emplear el método fundición en solución realizó cálculos matemáticos para proporcionar la cantidad adecuada de agua en la elaboración del bioplástico de haba ñame. Pero Chetan y Abanti, 2020 y Mochamad et al, 2020 al utilizar el mismo método optaron por someter al bioplástico a diferentes temperaturas para después realizar pruebas mecánicas. En estas pruebas mecánicas se comprobó que estos bioplásticos son capaces de soportar una determinada cantidad de peso.

Después de describir los métodos utilizados, ver sus semejanzas y diferencias el bioplástico más resistente fue de Sharif et al, 2016, que logró 120 MPa de resistencia y 0.3 % de absorción de agua, sucediendo todo lo contrario con el bioplástico de Noor Fatimah y Wan Lutfi, 2017, que obtuvo 0.00003472 MPa de resistencia, pero mayor absorción de agua con 108.98%.

Esto es debido a las gotas de agua que han quedado en el polímero, ya que el agua también actúa como plastificante dando una menor estabilidad por venir de vegetales que tienen afinidad con el agua. Su resistencia a la tracción se ve afectada por el plastificante, a medida que se aumenta la cantidad del plastificante tiene más facilidad de mezclarse con las moléculas de glicerol provocando la saturación en las cadenas de almidón induciendo a la disminución en resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de películas.

Biodegradabilidad en los bioplásticos a partir de residuos vegetales. Para determinar la biodegradabilidad han considerado la prueba de enterramiento en suelo con diferentes porcentajes de humedad ya que para degradar los bioplásticos influyen factores abióticos como es el sol, agua y bióticos como los microorganismos, pero a nivel de laboratorio son sumergidos en agar nutritivo, generando enzimas sobre el polímero que aceleran la degradación transformando al polímero en la única fuente de comida para convertir en dióxido de carbono, biomasa y agua (ver tabla 8 fig.9-10-11).

Tabla 08. Biodegradabilidad de los diferentes bioplásticos.

Autor	Fuente orgánica	Cantidad Utilizada	Determinación de pruebas	Resultados
		5g		
		10 g		
		15 g		
		20 g		
Huzaisham y Marsi, 2020, 110-114-115-116 p	<i>Musa paradisiaca</i> (plátano)	25 g	Prueba de enterramiento en suelo bajo 80% de HR en las ocho muestras diferentes	El peso de 5% tuvo mayor Biodegradabilidad con 65.1% durante 60 días.
		30 g		
		35 g		
		40 g		

YE Agustin y KS Padmawijaya, 2017, 2-3-4-5-7 p.	<i>Musa paradisiaca</i> (plátano)	0%	Los bioplásticos se cortaron en 2 cm x 2 cm y luego se colocaron en una placa de Petri con agar nutritivo.	El 50% de almidón presentó mayor biodegradabilidad en 34 minutos.
		10%		
		20%		
		30%		
		40%		
50%				
Suharno et al, 2019, 133-134-135-136 p.	<i>Musa paradisiaca</i> y <i>Triticum</i> (plátano y harina de trigo)	0%-100%	Prueba de enterramiento en suelo bajo 70% de HR en las seis muestras diferentes.	En las muestras (5-6) de 0% de harina, 100% de almidón presentó mayor Biodegradabilidad con 40% durante los 7 días.
		0%-100%		
		50%-50%		
		50%-50%		
		0%-100%		
0%-100%				
Supriya y Shivani, 2019, 218-219-220-p.	<i>Musa paradisiaca</i> y <i>zea mayz</i> (plátano-maíz)	100g	Prueba de enterramiento del suelo durante 70 días la muestra se cortó en forma circular con diámetro específico.	En el tiempo de 70 días el peso se redujo a 1,02 g teniendo 80,48% de biodegradabilidad.
Md. Ruhul et al, 2018,2-5-9p.	<i>Zea mays</i> (maíz)	50g	Los bioplásticos se cortaron en 50 mm por 30 mm a 10 cm de profundidad del suelo	En 30 días el bioplástico se degradó el 81%
Zoungran et al, 2020, 2- 4-5-6p.	<i>Manihot esculenta</i> y <i>Zea mays</i> (yuca-maíz)	2,5g	Prueba de enterramiento en suelo bajo 15% de HR en 30 g de suelo por 14 días para bioplástico simple y compuesto.	En 14 días el bioplástico simple de maíz se biodegradó el 78,85% .
Olugbenga et al, 2019, 282-283-289-284-292 p	<i>Manihot esculenta</i> (yuca)	5g	Los bioplásticos se cortaron 2cm por 2cm a una profundidad de 3.5 cm del suelo	En 3 días se biodegradó el 30 %

López et al,
2019, 2-7-9p.

*Attalea
speciosa*
(babasú)

1g

Prueba de
enterramiento en
suelo con materia
mineral, animal y
vegetal bajo 85-
95% de HR por 60
días según la
norma ASTM
G1601998.

En 60 días se
biodegrado 73%

Fuente: elaboración propia.

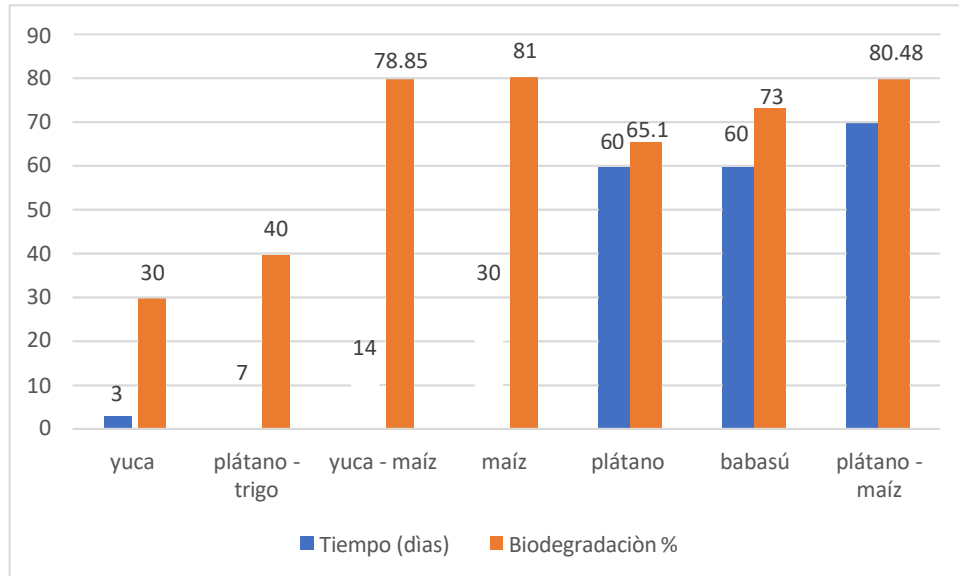


Figura 08. Biodegradación de los diferentes bioplásticos en días.

Fuente: elaboración propia.

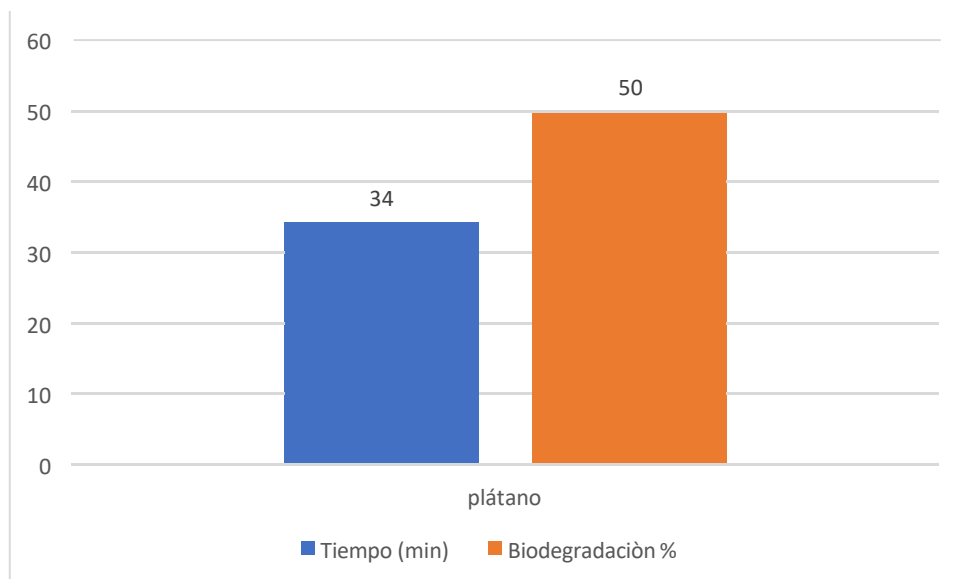


Figura 09. Biodegradación de los diferentes bioplásticos en minutos.

Fuente: elaboración propia.

Huzaisham y Marsi, 2020, realizaron prueba de enterramiento en suelo al bioplástico de plátano acelerando la degradación las bacterias *Aerobacter* y *Clostridium*, por ser rico en carbohidratos y proteínas que favorecen el crecimiento de los microorganismos. La misma prueba realizó Suharno et al, 2019 con el bioplástico de plátano y harina de trigo degradándose más rápido a medida que se incrementa la cantidad de harina. De la misma manera Supriya- Shivani, 2019 y Md. Ruhul et al, 2018 emplearon la prueba de enterramiento en suelo con el bioplástico de plátano-maíz y maíz, indicando que estos bioplásticos se descomponen más rápido en el suelo que al ser expuestos directamente con microorganismos.

Así mismo Zoungran et al, 2020 enterró al bioplástico de yuca-maíz en suelo húmedo, además de someter al bioplástico a altas temperaturas, causando una degradación lenta. López et al, 2019, también sometió a prueba de enterramiento en suelo al bioplástico de babasú, pero con estiércol animal y restos vegetales mostrando fracturas en el bioplástico por la flora bacteriana. Olugbenga et al, 2019, al utilizar yuca en la elaboración del bioplástico mencionó que el microbio de la naturaleza, la humedad del suelo, las condiciones climáticas y la presencia de plantas bioactivas puede influir de manera positiva o negativa al momento de la descomposición.

Sin embargo, YE Agustin y KS Padmawijaya, 2017, utilizaron un método distinto al de enterramiento en suelo. Sumergiendo al bioplástico de plátano en agar nutritivo, consiguiendo ser degradado en menor tiempo, por la cantidad del plastificante empleado que ocasionó la reducción de las fuerzas intermoleculares del almidón.



Figura 10. Prueba de biodegradabilidad del bioplástico de cáscara de plátano en agar nutritivo.
Fuente: YE Agustin y KS Padmawijaya, 2017.

Los bioplásticos fueron sometidos a pruebas de enterramiento en suelo y agar nutritivo para determinar la biodegradabilidad. La prueba de enterramiento en suelo se va registrando desde el día uno por la reducción del peso, ayudando a degradar las bacterias de *Aerobacter* y *Clostridium* que están presentes en el suelo. Pero al someter el bioplástico al agar nutritivo genera mayor degradación en cuestión de minutos, por la exposición directa que tuvieron con los microorganismos. Entonces se puede decir que estas pruebas son muy importantes y eficientes para calificar al bioplástico como ecológico debido al alto porcentaje de degradación que tuvieron.

V. CONCLUSIONES

1. El almidón de nopal tiene características más favorables que la papa y la sábila para el bioplástico como recubrimiento de alimentos y películas comestibles. Otra característica del bioplástico es que el almidón de makal, camote, sagú y maíz soportan altas temperaturas indicando que este bioplástico puede ser utilizado para empaque de comidas calientes.
2. Además, el bioplástico de plátano es insoluble en agua, acetona, alcohol etílico, ácido acético, parcialmente soluble en amoníaco y completamente soluble en ácido sulfúrico y los bioplásticos simples (maíz-yuca) y compuestos (maíz cola cordifolia-yuca cola cordifolia) fueron biodegradados por factores naturales, como temperatura a 30°C, 15% de humedad en suelo y entre 10%-15% de microorganismos. Estos son los rangos en que los bioplásticos se pueden degradar para no generar un impacto negativo en la flora bacteriana.
3. En los procedimientos realizados para obtener bioplásticos se utilizaron diferentes métodos como fue ácido dinitrosalicílico, pirólisis, hidrólisis ácida, fundición en solución, decantación y químico natural. El método de decantación es para separar el sólido del líquido. Pero el método de pirólisis sirve para romper los gránulos del almidón y con el método de hidrólisis el almidón pasa de micro a nano. El método químico-natural da firmeza en cuanto a la resistencia del bioplástico dependiendo de las fuentes vegetales y los químicos empleados. Con el método fundición en solución se calcula la cantidad de agua al utilizar en la elaboración del bioplástico. Además de someter a diferentes temperaturas al bioplástico para realizar pruebas mecánicas.
4. Hay algunos bioplásticos más resistentes que otros ya sea por la cantidad de almidón, por el contenido de agua o por el tipo de plastificante que se ha utilizado. Las cantidades que se utilicen de almidón, agua y plastificante deben ser proporcionales o similares para que en las pruebas mecánicas alcancen resultados óptimos o parejos a los plásticos pet.
5. Para determinar la biodegradabilidad de los diferentes bioplásticos existen dos

ensayos, como fue la prueba de enterramiento en suelo con diferentes porcentajes de humedad a una profundidad determinada, comprobando que en el suelo tardan alrededor de dos meses y una semana en descomponer el 80.48% del bioplástico de maíz-plátano y en agar nutritivo las bacterias degradan el 50% del bioplástico de plátano en 34 minutos, debido a la exposición directa que tuvieron con los microorganismos. Estas pruebas resultan eficientes para que los bioplásticos puedan ser reconocidos como ecológicos para el ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar los residuos de nopal y makal para elaborar bioplásticos por contener alto porcentaje de almidón.
2. Considerar al bioplástico en ser parte del compost para elaborar abono, ya que al descomponerse genera minerales tanto para el suelo como para la planta.
3. Realizar una investigación sobre el micro plástico que deja el bioplástico para demostrar que su toxicidad es menor que de los plásticos pet.

REFERENCIAS

ASALDE, Cinzia. Regulación de bolsas plásticas de un solo uso en el Perú 2018. Tesis (Especialidad en Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales). Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13684/ASALDE_ALVAREZ_REGULACION_DE_BOLSAS_PLASTICAS_DE_UN_SOLO_USO_EN_EL_PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ARAUJO, Miguel. Análisis crítico de la literatura. Medwave [en línea]. Enero 2012, n.o 1. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Series/MBE03/5293#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20cr%C3%ADtico%20de%20la,sea%20por%20sesgo%20o%20confusi%C3%B3n.>

A.B.M. Sharif, NASIR A. Ibrahim y MOHAMMED, Saad. Nano-cellulose derived bioplastic biomaterial data for vehicle bio-bumper from banana peel waste biomass, Data in Brief. [en línea]. Volumen 8.2016. [Fecha de consulta 25 de octubre del 2020 Fecha de consulta: 25 de octubre] Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340916303171> ISSN 2352-3409

BANGKOK. World: Europe has a plastic problem, only 30% of plastic waste is recycled. Thai News Service Group [en línea]. Diciembre 2019. [Fecha de consulta: 04 de abril de 2020]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2324936968/citation/104D5D5D93774123PQ/1?accountid=37408>

BILBAO, Amaia. Desengancharse del plástico Problemas de un material ubicuo [en línea]. Ecologistas en acción. Julio 2015. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-plastico.pdf>

BIOPLASTIC synthesis using banana peels and potato starch and characterization por Rizwana [et al] en India. [en línea]. 01 enero 2020. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020]. Disponible en <http://www.ijstr.org/final-print/jan2020/Bioplastic-Synthesis-Using-Banana-Peels-And-Potato-Starch-.pdf> ISSN 2277-8616

BRIONES, Sofía y RIERA, María. Residuos de la cáscara de yuca y cera de abejas como potenciales materiales de partida para la producción de bioplásticos. [en línea]. 25 de febrero 2020. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/avancesenquimica/article/download/16196/21921927344>

BROMATOLOGICAL characterization and evaluation of the antimicrobial activity of Ecuadorian banana peel (*Musa paradisiaca* por Pilco, Gabriela [et al] en Ecuador. [en línea]. 20 junio 2018. [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5722/572262061005/html/index.html> ISSN:1390-6542

CHINCHAYHUARA, Rosario y QUISPE, Rocío. 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. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo del Perú, 2018 Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35806/chinchayhuara_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHARACTERISTIC of composite bioplastics from tapioca starch and sugarcane bagasse fiber: Effect of time duration of ultrasonication (Bath-Type) por Mochamad Asrofia [et al] en Indonesia, Malasia y India. [en línea]. 31 de mayo de 2020. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320353475> ISSN: 2214-7853

CHETAN, Shekhar y ABANTI, Sahoo. Synthesis and characterization of starch/chitosan composites in India. *Materials Today* [en línea]. Proceedings,2020. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320316680> ISSN 2214-7853

CHARACTERIZACIÓN fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México por Hernández, Marilyn [et al] en México. [en línea]. Julio-septiembre 2008. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf> ISSN 0101-2061

CHARACTERIZATION and performance analysis of composite bioplastics synthesized using titanium dioxide nanoparticles with cornstarch por Md. Ruhul [et al] en Bangladesh. [En línea]. 18 de febrero de 2019, Vol.5. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019356646> ISSN 24058440

DÁVILA, Estefany y PEÑA, Hernando. Estudio para determinar la viabilidad comercial del banano orgánico en los supermercados de la ciudad de Chiclayo. Tesis (Licenciado en Administración de Empresas). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de Perú, 2017. Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/9111/3/TL_D%C3%A1vilaAndonaireEstefanyYanet_%20Pe%C3%B1aMondragonHernando.pdf

DOMINGUEZ, Elsy y HERRERA, José. La investigación narrativa en psicología: definición y funciones. [en línea]. 2013, vol.30 n.o 3. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/213/21329176_009.pdf ISSN: 0123-417X ENCICLOPEDIA de conocimientos fundamentales [en línea]. México 2010 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.objetos.unam.mx/literatura/borrador/pdf/narracion.pdf>

FERGUSON, Sean Michael. Plastics Without Petroleum History and Politics of 'Green' Plastics in the United States [en línea] United States.2012, [Fecha de consulta: 14 de abril de 2020]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1347639560/previewPDF/F7A6FA8620B94309PQ/1?> ISBN: 978-1-303-01923-4

FLORES-Cebada.; GONZÁLEZ-Rodríguez y SOLÍS-Vásquez. Bioplásticos: ¿Una alternativa al uso de plásticos de grado alimenticio contaminantes? 2019. <https://dspace.umad.edu.mx/bitstream/handle/11670/331/2.-%20Resumen%20biopl%C3%A1stico.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

GREER, Diane. Plastic from plants, not petroleum [en línea]. Mayo 2006, [Fecha de consulta: 25 de abril de 2020]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/236893586/fulltext/A554C04F08444644PQ/8?accountid=37408> ISSN: 02765055

GARCÍA, Iber. Determinación de concentración óptima de ácido acético-glicerol en la elaboración de plástico biodegradable a partir del almidón de cáscara de plátano (musa paradisiaca) en Pucallpa. Bachiller (Ingeniero Agroindustrial). Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali de Perú, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3626/000003196T.pdf?Sequence=3&isAllowed=y>

GARCÍA, Alma. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz [en línea]. Santa Tecla, 2015 [fecha de consulta: 02 de marzo de 2020]. Disponible en: [https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015 - Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf](https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf) ISBN: 978-99961-50-21-0

HOLGUIN, Juan. Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa. Tesis (Ingeniero Químico). Bogotá: Fundación Universidad De América, 2019. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/61321812019-1-IQ.pdf>

HARTMAN, Lauren R. Sustainable strides in plastic [en línea]. United States—US: Multimedia Healthcare Inc, mayo 2008 [fecha de consulta: 08 de abril de 2020]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/215286450/abstract/E33E144251184F9CPQ/8?accountid=37408> ISSN: 00309117

HERNÁNDEZ, Israel [et al]. Extracción de almidón por el método seco en plátano macho, cuadrado y castilla [en línea]. Diciembre 2017, No.13. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2020]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol4num13/Revista_de_simulacion_y_laboratorio_V4_N13_1.pdf

HERRERA, José, GUEVARA, Geycell y MUNSTER, Harold Los diseños y estrategias para los estudios cualitativos. Un acercamiento teórico metodológico [en línea]. 2015 vol.17 No.2 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/gme/v17n2/GME13215.pdf> ISSN: 1608 - 8921

HERMIDA, Elida. Polímeros [en línea]. Buenos Aires. 2011 [fecha de consulta: 29 de abril de 2020]. Disponible en: http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf

HIGGINS Julian PT, GREEN Sally. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones [en línea]. España. 2017. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020]. Disponible en: https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/manual_cochrane_510_web.pdf

HUZAISHAM, Nur y MARSI, Noraini. Utilización de Banana (Musa Paradisiaca) Peel As Bioplastic for Planting Bag Application en Malasia. [en línea]. Volumen 11, n°4, abril 2020. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3598064 ISSN: 0976-6480

INFLUENCE of oxidized starch on physico mechanical, thermal properties, and atomic force micrographs of cassava starch bioplastic film por Olugbenga O [et al]. en Brasil, Sudáfrica, Nigeria. [En línea]. Volumen 135, 6 de abril de 2019.[Disponibl<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813019325188> ISSN 0141-8130

INFLUENCE of natural factors on the biodegradation of simple and composite bioplastics based on cassava starch and cornstarch por Zoungran, Yacouba [et al] en Abidjan. [en línea]. el 18 de julio de 2020, Vol. 8.[Fecha de consulta:02 doctubre de 2020].Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720307454> ISSN 2213-3437

LAMA, Jorge. Elaboración de bioplástico aprovechando la pectina presente en la cáscara de naranja valencia (citrus x sinensis) reforzado con almidón de yuca a nivel de laboratorio – ucv sede lima norte 2018. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo del Perú, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/24045>

LIBERA, Impacto del abandono del plástico en la naturaleza [en línea] 2018 [fecha de consulta: 05 de abril de 2020]. Disponible en: https://proyectolibera.org/dondeacabalabasuraleza/img/Impacto-de-los-pl%C3%A1sticos-abandonados_LIBERA-def-1.pdf

LÓPEZ, Alves, Coelho, LOURIVAL y SOUZA da Silva, Layrton. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp in Brazil. [en línea]. 16 de enero de 2020, Vol. 234. [Fecha de consulta: 19 de

octubre del 2020 Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S01448617119314158> ISSN 0144-8617

MELNYK, L.H. [et al]. Bioplastics production for circular economy and sustainable development promotion [en línea]. Noviembre 2019, n. o11. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2020]. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=c3125608-22b9-458c-aad5-2a3414252e6c%40pdc-v-sessmgr05>

MADRIGAL, Fatima [et al]. Preparation and characterization of bioplastic from breadfruit (*Artocarpus altilis* (S. Park) Fosberg) starch [en línea]. 2019, Disponible en agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1569/1264

MÉNDEZ, Francisco. Protocolo de la investigación. [En línea]. Agosto 2007. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2020]. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7>.

MEZA, Paola. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. Tesis (Ingeniero Ambiental), Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2016. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MANTEROLA, Carlos y OTZEN Tamara. Los Sesgos en Investigación Clínica, Chile [en línea]. Universidad de La Frontera Temuco Chile, 2015, n° 3. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020] Disponible en: <https://scielo.concyt.cl/pdf/ijmorphol/v33n3/art.56.pdf>.

MINISTERIO de Agricultura y Riego. MINAGRI – DGPA. Noviembre de 2014. Disponible en : [https://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/análisis 2014?download=6607:el-banano-peruano](https://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/análisis%202014?download=6607:el-banano-peruano)

MECHANICAL and morphology studies of bioplastic-based banana peels by NA Azieyanti [et al]. [En línea]. 2020 [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17426596/1529/032091/meta>.

MECHANICAL properties of bioplastics product from musa paradisiaca forma typica concentrate with plasticizer variables por Sofiah [et al] en Indonesia. [e línea]. 2019. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1167/1/012048/pdf>

MARGAONKAR, Prashant y RISHIKESH Navandar. Production of bioplastic from banana peels in Aurangabad. [en línea]. 28 de diciembre de 2017 2017. [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2020]. Disponible en https://www.worldresearchlibrary.org/up_proc/pdf/1279-15182346031-3.pdf

NARANCIC, Tanja. Recent Advances in Bioplastics: Application and Biodegradation [en línea].2020. [Fecha de consulta: 09 de abril de 2020].Disponible en <https://search.proquest.com/docview/2391765497/abstract/C3A62B50A75B4776PQ1?accountid=37408>

NOREÑA, Ana [et al]. Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. [En línea]. Diciembre 2012, vol. 12. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2020].Disponible en:<http://jbposgrado.org/icuali//criterios%20de%20rigor/%20en%20la%20Inv%20cualitativa.pdf> ISSN1657-5997

ORTEGA, Mariangela. Elaboración de bioplástico a partir de paja y residuos de granos de arroz en la ciudad de Arequipa. Tesis (Ingeniería Industrial). Arequipa:Universidad Tecnológica del Perú, 2019Disponible en:http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2810/1/Mariaangela%20Ortega_Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n%20Bachiller%202019.pdf.

OJEDA, Juana [et al]. La ética en la investigación. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales [en línea]. 2007, vol. 9. [Fecha de consulta: 11 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/993/99318750010.pdf> ISSN: 1317-0570

PIMENTEL, Katherine y PISCOYA, Diana. Expectativas del uso de envases bioplásticos para incursionar a nuevos mercados por las empresas frutícolas exportadoras del departamento de Lambayeque en base al desarrollo sostenible

en el año 2015. Tesis (Bachiller en Comercio y Negocios Internacionales). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo del Perú 2017, [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/974/BC-TES-5751.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PEREZ, Manuel. Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación en ciencias sociales. [en línea]. Yaacabó: Universidad Yacambù vicerrectorado de investigación y postgrado núcleo portuguesa, 2016. Disponible en: https://issuu.com/manuel-carlosperez/docs/tecnicas_e_instrumentos_de_recolecc.

PREPARATION and Characterization of Biodegradable Plastic from Banana Kepok Peel Waste por Suharno, Rusdi [et al] en Indonesia. [en línea]. 03 de septiembre 2019, vol. 981. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.scientific.net/MSF.981.132> ISSN: 1662-975

QUECEDO, Rosario, CASTAÑO, Carlos Introducción a la metodología de investigación cualitativa. Revista de Psicodidáctica [en línea]. 2002, (14), 5-39 [fecha de Consulta 7 de mayo de 2020]. ISSN: 1136-1034. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17501402>

RUIZ, Ludim. Efecto de dos métodos de manejo del racimo de plátano (musa paradisiaca L.) variedad gran enano, sobre el rendimiento y calidad del fruto. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Rafael Landívar de Escuintla 2014, [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/17/Ruiz-Ludim.pdf>

REVISTA Aten Primaria [en línea]. España: septiembre de 1999 [fecha de consulta: 07 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-el-rigor-investigacion-cualitativa-13354> ISSN: 02126567

REINFORCEMENT of mango seed starch based biodegradable films through incorporation of mango peel extracts for active packaging por Naveda, Nazario [et al] en Argentina. [en línea]. Julio 2020

SULTAN NFK y JOHARI W. The development of banana peel/corn starch bioplastic film. [en línea]. a preliminary study. BSTR. 31 Julio 2017 Disponible en: <https://journal.hibiscuspublisher.com/index.php/BSTR/article/view/352>

SUPRIYA, Nandlal y SHIVANI, Kakkar. Production of bioplastic from banana peels. India. [en línea]. Mayo 2019. Vol.6. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en <http://www.jetir.org/papers/JETIRCB06034.pdf> ISSN-2349-5162

TOMLINSON, Peta. Plastic alternative bioplastic, made from vegetable oils, fats, fish scales, farm waste or other renewables, embraced by furniture designers [en línea]. Feb 17, 2020, [Fecha de consulta: 10 de abril de 2020]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2355695977/citation/897D71CE2E3C4D90PQ/3?accountid=37408>

USOS potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico por López, Javier [et al] en Colombia. [en línea]. 11 de septiembre 2014. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en <http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/109/pdf>

TULIO, Bartra. Influencia del tamaño de hijuelo y profundidad de siembra en la producción de plátano Var. ISLA (Musa paradisiaca L.) en Tingo María. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María del Perú 1999, [Fecha de consulta: 25 de abril de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/381/AGR-408.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

THE manufacture of yam starch (erosus pací rizo) por H. Judawisastra [et al] en Indonesia. [en línea]. enero de 2018. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Dispon <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=b1bd9e1d-ae66-4bb5-8c17-67d89392b180%40pdc-v-sessmgr04> ISSN 2086-9614

TRANSFORMATION of potato starch, nopal mucylaga and bioplast labels as aggregate value products friendly with the environment por Moreno, Ángel [et al]. En México. [en línea]. Volumen 13, diciembre 2017. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/461/46154070021.pdf> ISSN 1665-0441

V. Alexandra y B. Cely. Metodología de los Escenarios para Estudios Prospectivos. Revista Ingeniería e Investigación [en línea]. Diciembre 1999, No. 44. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4902902.pdf>

VICENTE, Robert. Aprovechamiento de la cáscara residual de la Musa balbisiana para la obtención de bioplástico en el Mercado APECOLIC - Comas - 2018. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo del Perú, 2018. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/24754/Vicente_FR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VARGAS, Andrea y MEDINA, Oscar. Influence of plasticizer type on bioplastics development, from potato (*Solanum tuberosum*), starch [en línea].2019. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=36f14494-c30e-4c12-b19d-e36da9cfab5e%40pdc-v-sessmgr03>

VÁZQUEZ, Alethia et al. Bioplásticos y plásticos degradables [en línea]. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://anipac.com/wp-content/uploads/2018/09/bioplasticos.pdf>

VENTURA, José Luis y BARBOZA, Miguel. Sample size: How many participants are needed in qualitative studies? Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ics/v28n3/rci09317.pdf>

WOJNOWSKA-Baryła. Effect of Bio-Based Products on Waste Management [en línea].2020. [Fecha de consulta: 11 de abril de 2020]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2376900538/abstract/E85EE948A544>

YE Agustin y KS Padmawijaya. Effect of glycerol and zinc oxide addition on antibacterial activity of biodegradable bioplastics from chitosan-kepok banana peel starch in Indonesia. [en línea]. 2017.en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/223/1/012046/meta>

ANEXOS

Anexo 01. Instrumento de recolección de datos para la composición de las especies vegetales.

País	Método	Especie	Composición química	Grado de pureza	Referencias
México	Kjeldahl	Papa	Humedad 15.5% Proteína 1.48% Fibra 3.01% Ceniza 0.25% Grasa 0.05% Amilosa 21.0% Amilopectina 79.0%	95.26%	Moreno et al,2017
		Nopal	Humedad 11.02% Proteína 3.05% Fibra 2.46% Ceniza 1.05%	93.44%	
		Sábila	Humedad 12.2% Proteína 4.79% Fibra 4.17% Ceniza 1.04%	90%	
Ecuador	Seco y húmedo	Yuca	Humedad 9.7% Proteína 4.37% Fibra 1.01% Ceniza 2.3% Grasa 0.87% Amilosa 17.0% Amilopectina 83.0%	92.46	Briones y Riera,2020
México		Makal	Humedad 8.99% Proteína 0.16% Fibra 0.35% Ceniza 0,12% Grasa 0.19% Amilosa 23.6% Amilopectina 76.4%	99.18	Hernández et al, 2008
		Camote	Humedad 9.83% Proteína 0.22% Fibra 0.28% Ceniza 0.26% Grasa 0.31% Amilosa 19.6% Amilopectina 80.4%	98.93	
		Sagú	Humedad 10.5% Proteína 0.64% Fibra 0.06% Ceniza 0.22% Grasa 0.36% Amilosa 22.7% Amilopectina 77.3%	98.72	

		Maíz	Humedad 9.9% Proteína 0.10% Fibra 0.62% Ceniza 0.06% Grasa 0.35% Amilosa 28.3% Amilopectina 71.7%	98.87	
Ecuador	Maceración	Plátano	Humedad 11.91% Proteína 0.74% Fibra 0.87% Ceniza 1.55% Grasa 0.47%	96.37	Pilco et al, 2018 y López et al, 2014

Fuente: elaboración propia

Anexo 02. Instrumento de recolección de datos sobre la solubilidad del bioplástico de plátano.

País	Especie	Prueba de solubilidad	Resultados	Referencias
India	Plátano y patata	La prueba de solubilidad se llevó a cabo para comprobar la persistencia de estos materiales bioplásticos siguiendo el procedimiento de. La muestra se cortó en trozos pequeños y se insertó en diferentes tubos de ensayo que contenían diferentes disolventes: amoníaco, ácido acético, acetona, ácido sulfúrico y alcohol etílico. Los disolventes se eligieron de tal manera que se determinara la actividad del material con parámetros como disolvente muy ácido, disolvente polar, disolvente no polar y ácido débil.	Los resultados del estudio revelaron que el material era insoluble en agua, lo que lo hace más apto para ser un material bioplástico. También era insoluble en acetona (solvente polar), alcohol etílico (solvente no polar), ácido acético (solvente polar) y parcialmente soluble en amoníaco (solvente polar) y completamente soluble en ácido sulfúrico (solvente fuertemente ácido).	Rizwana et al, 2020

Fuente: elaboración propia.

Anexo 03. Influencia de factores naturales en la biodegradación del bioplástico simple y compuesto.

País	Especie	Factores			Resultados	Referencias
		Temperatura (30°C hasta 50°C) y (100°C hasta 400°C)	Humedad (5% hasta 25%)	Suelo enriquecido (10% hasta 50%)		

Abidjan	Maíz	Se degrada a 30°C	Se degrada en 10%	<p>La caída de la biodegradación más allá del 15% de contenido de humedad se debe a una dilución excesiva. Por encima de esta tasa favorece a los microorganismos, pero también genera un impacto negativo para los microorganismos.</p> <p>El límite del suelo enriquecido está entre 10% y 20% ya que por encima de esta tasa disminuye la degradación por la densidad de los microorganismos.</p> <p>A temperaturas elevadas disminuye la degradación.</p>	Zoungrana et al, 2020
	Yuca		Se degrada entre 5 y 10%		
	Maíz Cola cordifolia		Se degrada en 15%		
	Yuca Cola cordifolia		Se degrada en 5 y 20%		
Plátano					
Colombia	hemicelulosa	Se degrada entre los 150 y los 230 °C		<p>Estas temperaturas de descomposición pueden estar asociadas con las características de cristalinidad, el tamaño de cristal de la celulosa o el tipo de atmósfera en la que se da su descomposición.</p>	López et al, 2014
	Celulosa	Se degrada entre 230 y los 400°C			
	Lignina	Se degrada a 400°C			

Fuente: elaboración propia.

Anexo 04. Instrumento de recolección de datos para los procedimientos en la elaboración del bioplástico.

País	Método	Especie	Condiciones operacionales para obtener bioplástico	Absorción de agua	Prueba de carga	Resultados	Referencias
Arabia Saudita	Ácido dinitrosalicílico Pirólisis, Hidrólisis ácida	Plátano	Se utilizó 10kg de platino, luego se quitó la piel para ser cortada en rodajas para ser licuado. Después se molió con un mortero para obtener una mezcla y ponerlos en vasos precipitados. Luego se mezcló con cloruro de polivinilo (5 ml / 100 g), 25% de celulosa 25% de almidón en polvo, 5% de tolueno, y 10% de agua en los 100 g de la muestra. Posteriormente se agregó 10 ml / 100 g de cloruro de polivinilo (PVC) y glicerina durante 10 minutos. Finalmente, la mezcla se calentó con el método de pirólisis para someter a 150 ° C en el horno durante 30 min. Dejando secar a temperatura ambiente por 10 minutos y ser colocadas en láminas de aluminio dejando secar el bioplástico para realizar prueba de absorción de agua y resistencia a la tracción.	Para la prueba de absorción de agua el material se fusionó en agua a menudo 23 ° C durante 24 h.	La velocidad de prueba predeterminada fue de 5 mm / min (0,2 pulg. /min), pero las determinaciones del módulo se realizaron a 2 mm / min (0,079 pulg. /min). Se utilizó un extensómetro o extensómetro para determinar el módulo de elongación y tracción.	Absorción de agua 0.3% Resistencia a la tracción 120,0 MPa	Sharif et al, 2016
Malasia	Decantación	Plátano y maíz	Se sumergieron 300 g de cáscara de platino en ácido acético para ser hervir durante 30 minutos. Lugo con el método de decantación se separa del líquido. Las cáscaras se hicieron puré extrayendo 25 ml de la pasta en un vaso de 50 ml, añadiendo 3 ml de HCl 0,5 M, 2 ml de solución de glicerol al 15%, 3 ml de almidón	Se cortó una pequeña parte de la muestra en un tamaño de 1 cm x 2 cm. Se registró el peso inicial de la muestra. Luego, la muestra se	Se cortó un pequeño trozo de película bioplástico en un tamaño de 2 cm x 6 cm. A continuación, la película se enganchó en el	1: Absorción de agua 108,98% al 1% 2: Resistencia a la tracción	Noor Fatimah y Wan Lutfi, 2017

de maíz al 1% y 3 ml de NaOH 0,5 M, por último, se vertió en un molde para ser colocado el bioplástico a 130 ° C horno y hornea durante 30 minutos.

colocó en un vaso de precipitados que contenía 60 ml de agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Luego se sacó la muestra del agua y se secó.

soporte de retorta colocado a 3,5 cm de distancia. Se enganchó una balanza de resorte en el medio de la película y se añadió una carga de peso hasta que la muestra se rompió.

0.00003472 MPa al 4%.

Químico -
Natural

Plátano

Se colocaron 100 gramos de pasta de plátano en un vaso de precipitado, luego se mezclaron 12 ml de HCL con la pasta, después se añaden 8 ml de glicerol, posteriormente se agregaron 12 ml de NaOH para equilibrar el valor de pH. La mezcla se agitó durante 5 minutos. Después, la mezcla se estiró y presionó sobre papel de horno y se secó en el horno a una temperatura de 120°C. Luego se dejó enfriar la mezcla.

Se pesó a 40 g, se añadió 1 g de salvia al cuenco, después añadieron 12 g de glicerol al cuenco, luego añadieron 12 g de fécula de patata al cuenco, posteriormente agregaron 12 g de almidón de maíz al cuenco. Finalmente se agregaron 38 gramos de agua al cuenco para

La velocidad de prueba de la prueba fue de 2 mm / min y la longitud de calibre fue de 50 mm. La prueba de tracción se realizó para determinar su resistencia, elongación a la rotura y el módulo de Young.

Resistencia a la tracción químico 0.228 MPa y natural 0.15 MPa

NA Azieyanti et al 2020

			mezclar toda la sustancia durante 3 minutos, la mezcla se secó usando el horno a una temperatura de 120 ° C durante 3-4 horas. Después de secarse, las cáscaras de plátano de plátano se dejaron reposar para que se enfriaran.			
Aurangabad	Hidrólisis	Plátano	Paso 1: Se colocan 25 g de pasta de plátano en un vaso de precipitados. Paso 2: Se añaden 3 ml de HCl (0,5 N) a esta mezcla y se agita con una varilla de vidrio. Paso 3: Se añaden 2 ml de plastificante (glicerol) y se agita. Etapa 4: Se añade NaOH 0,5 N según el pH deseado, después de un tiempo de residencia deseado. Paso 5: Se esparce la mezcla sobre una baldosa cerámica y esta se mete al horno a 1200 C y se hornea. Paso 6: Se deja enfriar la loseta y se raspa la película de la superficie.	Se corta una película rectangular de 16 cm por 2 cm de la muestra para la prueba que tiene un grosor de aproximadamente 0,5 cm. Las dimensiones de la película se mantienen constantes para todas las muestras para garantizar la uniformidad en el procedimiento de prueba. Fue medido mediante el uso de "Máquina de prueba universal".	Resistencia a la tracción 0.196 MPa	Mrgaonkar et al, 2017
Indonesia	-	Plátano	Se preparó 8 kg de Musa paradisiaca formatypica para pelar, para después ser licuados agregando 8L de agua. El concentrado de cáscara y la	Antes de medir mediante pruebas de tracción, cada muestra de bioplástico se cortó de acuerdo	Resistencia a la tracción 89,3587 MPa	Sofiah et al, 2019

			<p>maicena comienza con la preparación de harina de maíz, quitosano, ácido acético y plastificantes (glicerol y sorbitol) con variaciones de 0, 1, 2, 3, 4, 5 ml y luego se calienta durante 30 minutos con una velocidad de agitación de 300 rpm a 90. Después espesar, se vierte en un molde de vidrio y se seca en horno a 50 temperatura durante 8 horas. Y dejar reposar durante 2 días hasta que se pueda desprender del molde.</p>		<p>con en ISO 527: 5-1996 con respecto a la determinación de las propiedades de tracción de los estándares de plástico.</p>		
Indonesia Malasia India	Fundición en solución	Tapioca y fibra de bagazo de caña de azúcar	<p>El bagazo de caña de azúcar se secó al sol durante 2 días antes del proceso de alcalinización. Luego se cortó 0,5-1 cm de largo, para ser tratado con una solución de NaOH al 15%. Para el proceso de alcalinización se realizó en un digestor (reactor de alta presión) a una temperatura de 170 C y una presión de 6 bares durante 2,5 h. Luego, se lavó hasta pH 7 (neutro). Una vez neutral, obtuvimos fibra de bagazo de caña de azúcar (SBF) en forma de pulpa y estaba lista para ser secada en forma de fibra de papel. El SBF despulpado se preparó y se secó al sol durante 3 h para obtener SBF en forma de fibra de papel. Después se mezclaron 10 g de almidón de tapioca y 2 ml de glicerol en un vaso de precipitados que contenía 100 ml de agua destilada con un agitador magnético</p>	<p>Todas las muestras se prepararon en un tamaño de 1 cm de secado durante 24 h hasta peso constante. La prueba de absorción de humedad utilizando un método de pesaje simple.</p>	<p>Todas las muestras se formaron de acuerdo con las normas D882 - 18 de la Sociedad Estadounidense de Ensayos y Materiales (ASTM).</p>	<p>La absorción de humedad (agua) fue de 30,26%. Resistencia a la tracción 2.5 MPa.</p>	Mochamad et al, 2020

a 400 rpm durante 5 min. Luego, se añadió 1% en peso de SBF (del peso seco total de almidón) a la mezcla. La mezcla se calentó con un agitador magnético de placa caliente a 70°C y 400 rpm durante 40 min para formar un bioplástico compuesto gelatinizado. El bioplástico compuesto se imprimió en moldes de vidrio (12 cm 6 cm 1 cm). Estos, se trató con ultrasonidos tipo baño (BK-2400) con variaciones de tiempo de vibración de 0, 5, 10 y 15 min. Este tratamiento se realizó a una frecuencia y una temperatura del baño de agua de 40 kHz y menos de 50 C, respectivamente. Posteriormente, se secó en un horno de secado a 70 C durante 18 h. El bioplástico compuesto fue obtenido y listo para ser caracterizado.

India	Colada y fundición en solución	Almidón y quitosano	<p>La solución se preparó disolviendo 1 g de quitosano en ácido acético al</p> <p>en agua caliente, se mezcló la solución de quitosano y almidón gelatinizado en una proporción de 1: 1 para preparar una mezcla de almidón / quitosano (St / Cs) mediante el método de colada. Luego se disolvieron 5g y 10g de PVA en agua caliente (90 ° C) para preparar una solución de PVA. La mezcla resultante se agitó continuamente durante 45 min a</p>	<p>La capacidad de absorción de</p> <p>película se llevó a cabo según el método ASTM D570. Se acondicionaron trozos de película de 20 mm 20 mm en un horno de aire caliente durante 2 ha una temperatura de</p>	<p>La resistencia a la tracción de las</p> <p>investigó utilizando la Máquina de prueba universal (INSTRON). Cada muestra tiene una especificación de tamaño de 50 mm de largo y 10 mm de ancho. La</p>	<p>Absorción de agua 5% después de 7 días.</p> <p>Resistencia a la tracción 18,25 Mpa</p>	<p>Chetan y Abanti, 2020</p>
-------	--------------------------------	---------------------	--	---	---	---	------------------------------

			50°C mediante un agitador mecánico (800 rpm) hasta una solución de gel homogénea. Se usó glicerol (0 a 10% en peso) como plastificante y se usó glutaraldehído como reticulante, ambos se agregaron a la mezcla anterior con agitación. La suspensión se vertió sobre la placa Petri de vidrio y se secó en un horno de aire caliente a 45°C durante 24 h. La película completamente seca se despegó de la placa de Petri.	60 ° C y se pesaron (W). Las películas secas se sumergieron en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 h.	velocidad se mantuvo a 2 mm / min, con un intervalo de calibre de 20 mm y una capacidad de carga de 250 Newton en UTM.		
Indonesia	Fundición es solución	Frijol (haba de ñame)	Las películas bioplásticos se prepararon utilizando el método de moldeo en solución con diferentes concentraciones de agua de 67 a 93% en peso e hidróxidos de sodio de 0,3 a 0,7 g. Los porcentajes en peso de agua se calcularon con respecto al peso total de almidón seco y agua. Todas las películas se hicieron con una cantidad constante de 10 g de almidón de haba de ñame seco.		La prueba de tracción fue de acuerdo con la norma ASTM D-882-02 para película delgada con un espesor de 0,1 mm. La tracción se midió usando un Tensilon equipado con una celda de carga de 1 kN con una longitud de calibre de 10 cm a una velocidad de cruceta de 5 mm / min.	Resistencia a la tracción 11,5 MPa.	H. Judawisastra et al, 2018
Argentina	Decantación	Semillas de mango	Las semillas de mango fueron lavadas, secadas y se le retiró la capa externa de la semilla dejando libre el endospermo, estos fueron	Las películas de 2x2 cm ² fueron colocadas en un horno a 105 °C	Las pruebas de Esfuerzo de Tensión y Deformación en	Absorción de agua 20.54% en	Naveda et al, 2020

cortados en trozos pequeños para luego ser triturados, añadiendo 1 ml de agua destilada por 1 g de semilla. Luego de ser triturado, el lodo fue filtrado, obteniendo almidón suspendido en agua, esto fue colocado en un recipiente y se dejó reposar por un tiempo de 2 horas. El sedimento de almidón obtenido fue separado del líquido mediante el método de decantación y lavado con agua destilada, dejando reposar por segunda vez y se repitió el proceso de decantación. Finalmente, el sedimento obtenido fue secado a temperatura ambiente por 24 horas.

La piel de mango fue recolectada para ser limpiado y enjuagado, para ser retirado el mesocarpio usando solo el epicarpio. Luego se trituró en 50 ml de agua destilada por 1 kg de piel. El extracto fue almacenado y aislado de toda fuente de luz a -5°C. Los elementos usados para la síntesis fueron el almidón de semilla de mango, vinagre (ácido acético 3%-5%), agua destilada, glicerol (99%) como plastificante e Hidróxido de Sodio (NaOH 98%). Las masas fueron medidas usando una balanza analítica Pioneer Plus – Ohaus PA224.

Se dispersó 2.5 g de almidón de semilla de mango en 25 ml de agua destilada usando agitación

por 3 horas y se determinó su peso seco en una balanza analítica. Las películas secas fueron sumergidas en un vaso de precipitación con 30 ml de agua destilada. Se mantuvo sumergido por un tiempo de 5 segundos, luego se retiró, se limpió la superficie húmeda con un paño de algodón suave y se midió el nuevo peso de la película (Peso húmedo).

Rotura se realizaron siguiendo la norma ASTM D638 con un sistema de tracción a velocidad constante de 2 mm/s, la tensión aplicada se midió usando un sensor de fuerza Dual-Range Vernier con ± 0.01 N de precisión previamente calibrado.

15% de EPM
Resistencia a la tracción
3.08 MPa

magnética por 10 minutos, luego se le añadió 2.5 ml de glicerina, 2.5 ml de vinagre y EPM (0, 5, 10 y 15% wt) manteniendo la solución bajo agitación y a una temperatura constante de 70 °C para su gelatinización. Se le agregó gota a gota NaOH (0.01 M) hasta llegar a tener un pH neutro, para esta medición se usó un pH-metro Hach HQ40D. Al gelatinizar, la mezcla fue colocada en una placa Petri de 20 cm de diámetro y almacenada para que la película seque a temperatura ambiente por 24 horas.

Fuente: elaboración propia

Anexo 05. Instrumento de recolección de datos para determinar la biodegradabilidad de los bioplásticos.

País	Especie	Determinación de pruebas	Resultados	Referencias
Malasia	Plátano	Las pruebas de degradación de muestras de bioplásticos se realizaron utilizando la prueba de enterramiento del suelo de acuerdo con la norma ASTM D'5988-18. La biodegradabilidad bioplástico se llevó a cabo bajo 80% de humedad relativa en las condiciones circundantes que duró hasta una duración de ocho semanas.	El peso de 5% de plátano obtuvo mayor biodegradabilidad con 65.1% durante 60 días.	Huzaisham y Marsi, 2020.
Indonesia	Plátano	Los bioplásticos se cortaron en 2 cm x 2 cm y luego se colocaron en una placa de Petri. Posteriormente se adiciona 20 ml de solución microbiana (EM4) la cual fue previamente diluida 5 veces. El proceso de degradación, como el cambio de color y dimensión, se monitoreó cada 30 minutos.	El 50% de almidón utilizado presentó mayor biodegradabilidad en 34 minutos.	YE Agustin y KS Padmawijaya 2017.
Indonesia	Plátano y harina de trigo	Es muy importante realizar la prueba de biodegradabilidad de los bioplásticos. Esta prueba se realiza enterrando las muestras de bioplástico en el suelo bajo 70% de humedad durante 7 días. Antes y después del entierro, se pesaron las muestras de bioplásticos. Cuanto más peso se pierda durante la prueba o el enterramiento en el suelo, mayor será el nivel de biodegradabilidad de los bioplásticos.	En las muestras (5-6) de 0% de harina, 100% de almidón presentó mayor Biodegradabilidad con 40% durante los 7 días.	Suharno et al, 2019.
Distrito Thane (India)	Plátano y maíz	El bioplástico se corta en formas circulares de diámetro específico y se mantiene en suelo natural durante un período de 70 días. Esta muestra se recogió en un intervalo de tiempo regular (7 días) del suelo y se lavó suavemente con agua destilada. La muestra se secó a 50 ° C hasta que se obtuvo un peso constante. Se utilizó la pérdida de peso de la muestra con respecto al tiempo para determinar la tasa de biodegradación.	En el tiempo de 70 días el peso se redujo a 1,02 g teniendo 80,48% de biodegradabilidad.	Supriya y Shivani, 2019.
Bangladesh	Maíz	El bioplástico de maíz tiene 50 mm largo por 30 mm de ancho y 3 mm de grosor, que fue colocado en el suelo a una profundidad de 10 cm. El suelo se colocó en el laboratorio y la humedad del suelo se mantuvo rociando agua a intervalos de tiempo regulares. La tasa de degradación de la prueba de	En 30 días el peso se redujo entre el 81% y 64% de biodegradabilidad	Md. Ruhul et al, 2018.

		enterramiento del suelo se calculó a partir de la pérdida de peso de la muestra a lo largo del tiempo.		
Brasil	Babasú	La degradación del material se determinó de acuerdo con ASTM G1601998 en las siguientes condiciones experimentales: suelo pH 6,5 - 7.5 y la humedad relativa del suelo entre 85 - 95%, temperatura 22 ± 8 ° C durante un período de 60 días. El material fue expuesto a suelo con materia mineral, animal y vegetal.	En 60 días se biodegradó entre 63-73%.	López et al, 2019
Abidjan	Yuca y maíz	Prueba de enterramiento en suelo se realizó bajo 15% de HR en 30 g de suelo por 14 días para bioplástico simple y compuesto.	En 14 días el bioplástico simple de maíz se biodegradó el 78,85% .	Zoungran et al, 2020.
Brasil Sudáfrica Nigeria	Yuca	Se enterró bioplástico (2 cm x 2 cm) con un peso inicial (W) en un suelo húmedo (220g) a una profundidad de 3,5 cm en un recipiente de plástico perforado (10 orificios en cada lado y en el fondo). Después de 24 h, la muestra se retiró del suelo, se limpió de las partículas de suelo adheridas, se secó a 105 ° C durante 3h y el nuevo peso (W) determinado. La muestra con peso (W) se volvió a enterrar, después de lo cual se trató el suelo con 10 ml de agua desionizada. La muestra se retiró de nuevo después de 24 h limpia de las partículas de suelo adheridas, se secó a 105 ° C durante 3 horas y se determinó el nuevo peso. Esto se continuó hasta que la muestra se degradó a aproximadamente el 30% del peso inicial.	En 3 días se biodegradó el 30 %.	Olugbenga et al, 2019.

Fuente: elaboración propia