

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESINA

**REAPROVECHAMIENTO DE LAS CÁSCARAS DE PLÁTANO *Musa paradisiaca* PARA LA ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL COLLAO -
ILAVE, 2021**

PRESENTADA POR:

RICHARD QUISPE MAQUERA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2022



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](#)



10.15% PLAGIARISM
APPROXIMATELY

0.77% IN QUOTES q

Report #14866443

RICHARD QUISPE MAQUERA REAPROVECHAMIENTO DE LAS CÁSCARAS DE PLÁTANO *Musa paradisiaca* PARA LA ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL COLLAO - ILAVE, 2021 RESUMEN El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general, elaborar un bioplástico a partir del reaprovechamiento de cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en el Collao - Ilave., donde se recolectó las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en los establecimientos de juguerías ubicados en Av. del Niño al costado del mercado central de la ciudad de Ilave. Se utilizó este residuo orgánico como materia prima ya que es una fruta más comerciada en dicho lugar siendo un desecho útil para la elaboración de plástico. El tipo de investigación fue experimental, la población está conformada por todos los desechos de cáscara de *Musa paradisiaca* (plátano), donde se recolectó de los seis (6) establecimientos, ubicados al costado del mercado central generado por los vendedores de jugos, la materia prima (muestra) se recogió interdiariamente equivalentes a una

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESINA

REAPROVECHAMIENTO DE LAS CÁSCARAS DE PLÁTANO *Musa paradisiaca*
PARA LA ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL COLLAO - ILAVE, 2021

PRESENTADA POR:

RICHARD QUISPE MAQUERA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

: 
M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESINA

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología.

Disciplina: Otras Ingenierías, otras Tecnologías

Especialidad: Residuos Sólidos

Puno, 04 de mayo del 2022

DEDICATORIA

A Dios quien siempre ha sido el autor de mi vida y mi destino por eso estoy agradecido con Dios que me ayudó en cada etapa de este trabajo de investigación y no me dejó debilitarme. El mayor apoyo en tiempos difíciles.

A mis padres Juan de dios y Anastacia, por todo el amor y afecto que recibí durante la redacción de este trabajo de investigación y seguir adelante y no dar marcha atrás.

Richard Quispe Maquera

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada San Carlos, porque me abrió sus puertas y durante los cinco años de estudio, donde crecí profesionalmente.

Al Dr. Esteban Isidro Leon Apaza por haber aceptado la asesoría de este proyecto de tesina bajo su amplia capacidad y apoyo.

A la escuela profesional de ingeniería ambiental y a los docentes por las enseñanzas y consejos brindados para fortalecer mi formación profesional.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente ayudaron a realizar el desarrollo de mi tesina.

Richard Quispe Maquera

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	14
1.1.1 PROBLEMA GENERAL	15
1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICAS	15
1.2 ANTECEDENTES	15
1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	15
1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES	20
1.2.3 ANTECEDENTE LOCAL	24

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	25
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.4 JUSTIFICACIÓN	26

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1 MARCO TEÓRICO	27
2.1.1 Musa paradisiaca (platano)	27
2.1.2 Los bioplásticos	28
2.1.2.1 Tipos de bioplásticos	30
2.1.2.2 Composición de la muestra del bioplástico	31
2.1.2.3 Procedimiento para elaboración de bioplástico.	32
2.1.3 Los plásticos	34
2.1.3.1 Composición de plásticos	34
2.1.3.2 Tipos de plásticos	35
2.1.3.3 Contaminación por envases descartables de plástico	37
2.1.4 Biodegradación	37
2.1.4.1 Evaluación de biodegradación	38
2.1.4.2 Métodos para comprobar la degradación	40
2.1.5 Biopolímeros	42
2.1.5.1 Clasificación de biopolímeros	42
2.1.6 Densidad	43
2.2 MARCO CONCEPTUAL	43
2.2.1 Biodegradación.	43
2.2.2 Densidad	44

2.2.3 Bioplástico	44
2.2.4 Plátano (Musa paradisiaca)	44
2.2.5 Cáscara de plátano	44
2.2.6 Almidón	45
2.2.7 Polímero	45
2.2.8 Biopolímero	45
2.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	46
2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL	46
2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	46

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1 ZONA DE ESTUDIO	47
3.2 TAMAÑO DE MUESTRA	47
3.2.1 Población.	47
3.2.2 Muestra.	48
3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS.	48
3.3.1 Método.	48
3.3.2 Técnica.	48
3.3.2.1 Descripción del procedimiento	48
3.3.3 Tipo y diseño de investigación.	49
3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.	50
3.4.1 VARIABLE 1	50
3.4.2 VARIABLE 2	50
3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	50

CAPÍTULO IV**EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

4.1 CON RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL.	51
4.2 CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)	55
4.3 CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)	57
4.4 ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS	58
DISCUSIÓN	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 01: Taxonomía de Musa paradisiaca.	28
Tabla 02: Codificación y clasificación de los plásticos.	35
Tabla 03: Bioplástico vs Plástico.	36
Tabla 04: Normas para la determinación de biodegradabilidad de plásticos.	40
Tabla 05: Total recolección de cáscara de plátano Musa Paradisiaca.	52
Tabla 06: Concentraciones de las muestras para la elaboración del bioplástico.	53
Tabla 07: Biodegradación del bioplástico de cáscara de plátano Musa paradisiaca.	54
Tabla 08: Densidad del bioplástico y muestra testigo (botella descartable).	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 01: Clasificación de los bioplásticos según su procedencia.	31
Figura 02: Procedimiento para elaboración de bioplástico.	33
Figura 03: Clasificación de los diferentes plásticos en función de su biodegradabilidad.	38
Figura 04: Total de recolección de cáscara de plátano <i>Musa paradisiaca</i> .	52
Figura 05: Evaluación de la biodegradabilidad en tres muestras.	55
Figura 06: Densidad del bioplástico y muestra testigo (botella descartable).	57

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 01: Matriz de consistencia.	70
ANEXO 02: Análisis de parámetros en los bioplásticos.	71
ANEXO 03: Matriz de operacionalización de variables.	72
ANEXO 04: Diagrama de flujo, procedimiento.	73
ANEXO 05: Recolección de las cáscaras de plátano, Musa paradisiaca.	74
ANEXO 06: Materiales e insumos utilizados en la elaboración del bioplástico.	75
ANEXO 07: Imágenes respecto a la obtención de bioplástico de la cáscara de plátano Musa paradisiaca, procedimiento.	75

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general, elaborar un bioplástico a partir del reaprovechamiento de cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao - Ilave, 2021 donde se recolectó las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en los establecimientos de juguerías ubicados en Av. del Niño al costado del mercado central de la ciudad de Ilave. Se utilizó este residuo orgánico como materia prima ya que es una fruta más comerciada en dicho lugar siendo un desecho útil para la elaboración de plástico. El tipo de investigación fue experimental - cuasiexperimental, la población está conformada por todo los desechos de cáscara de *Musa paradisiaca* (plátano), donde se recolectó de los seis (6) establecimientos, ubicados al costado del mercado central generado por los vendedores de jugos, la materia prima (muestra) se recogió interdiariamente equivalentes a una cantidad de 8.4 kg. generadas durante 6 días de cáscara de plátano *Musa paradisiaca*. por consiguiente se ejecutó 1 procedimiento para la elaboración de bioplástico; 104 g, usando los reactivos más empleados son como glicerina, vinagre, agua destilada y maicena, haciendo de estos una mezcla homogénea a una cierta temperatura de ambiente y por último en un molde se dejó secar a temperatura ambiente. y se procedió con la realización de los experimentos de biodegradabilidad del producto del bioplástico por un periodo de 50 días, se pusieron 3 muestras de 10 cm de largo y ancho cada una en agua, tierra (suelo húmedo) y temperatura ambiente, respecto a la densidades se obtuvo un promedio de densidad del plástico de cáscara de plátano 0.0035 g/cm³ y donde se comparó con la muestra testigo (botella descartable) donde se obtiene 0.001 g/cm³. ya que proporciona una mejor flexibilidad.

Palabras claves: Bioplástico, biodegradación, *Musa paradisiaca*

ABSTRACT

The present research work has as a general objective, to elaborate a bioplastic from the redesign of the planas *Musa paradisiaca* in El Collao - Ilave, 2021 will collect the planks of the plana *Musa paradisiacas* in the estuary buildings. del Niño al costado del mercado central de la ciudad de Ilave. This organic residue is used as a primary material and is a more commercially available fruit in which there is a desiccant for plastic elaboration. The type of experimental - experimental cuasiexperimental, the population is conformed by all the desiccations of *Musa paradisiaca* (plateau), where are collected from the six (6) establishments, located at the cost of the central market generated by the sellers of jug, the prime material (sample) is interdiarially equivalent to a weight of 8.4 kg. Generations lasting 6 days from the launch of the planet *Musa paradisiaca*. By proceeding 1 procedure is performed for the bioplastic elaboration; 104 g, using the most reactive reactors such as glycerin, vinegar, distilled water and corn, making these a homogeneous mixture with a slight ambient temperature and ultimately in a mold to dry at ambient temperature. and is carried out with the realization of biodegradability experiments of bioplastic product over a period of 50 days, 3 samples of 10 cm long and even each one is watered, soil (humus) and ambient temperature, respect to the densities are obtained from a density of plastic caskara of platinum 0.0035 g / cm³ and are compared with the testicular sample (bottella descartable) where 0.001 g / cm³ are obtained. and that proportions a greater flexibility.

Keywords: Bioplastic, biodegradation, *Musa paradisia*.

INTRODUCCIÓN

En el presente investigación, tiene como objetivo elaborar un bioplástico a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021, puesto que hoy en día, seguimos hablando de protección y cuidado del medio ambiente y desarrollo sostenible, enfocándonos en la investigación y temas como: reciclaje, reducción de gases de efecto invernadero y uso de materias primas naturales, renovables y biodegradables. A su vez Barrios (2017), respecto a esta tendencia promueve alternativas basadas en: productos ecológicos y sistemas de producción limpia, entre otros. En ese contexto el trabajo de investigación presenta los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, denominado planteamiento del problema en donde se presenta la descripción de la realidad problemática planteando el problema global, regional y local, se establecen los antecedentes internacionales, nacionales y locales, y los objetivos de la investigación. Puesto que la contaminación provocada por plásticos de origen sintético es cada vez más grave, se ha convertido en un problema ecológico que requiere soluciones inmediatas y relevantes. Ante esta situación, se justifica la búsqueda de bioplásticos naturales altamente biodegradables y agentes formadores de biopelículas que puedan reemplazarlos, al menos en parte, en determinadas aplicaciones. El estudio sugiere que el uso y extracción de recursos naturales de bajo valor económico ya sean materiales de desecho o desechos es una excelente opción y una innovación en el desarrollo de productos fertilizantes de nueva biodegradación. Guerrero (2020)

En el Capítulo II, denominado Marco Teórico; en donde se sustenta la base teórica en relación a la elaboración de bioplástico a partir de productos ecológicos, definiendo términos básicos que constituyen la base científica de la investigación. Se plantean las hipótesis de investigación.

En el Capítulo III, denominado Metodología de investigación, en donde se abordan el zona de estudio y se determina la muestra, se define las variables, se determina el tipo y

diseño de investigación, se plantea la técnica y instrumentos para la investigación y la forma de recolección de datos, finalmente se desarrolla el tratamiento. Puesto que los bioplásticos, elaborados a partir de cáscara de plátano *Musa paradisiaca*, comparten características con los elaborados a partir de derivados del petróleo. La mayor diferencia entre el plástico producido actualmente y el plástico a base de almidón o cáscara, la segunda es que es completamente biodegradable y no tóxico, una vez descompuesto también se puede utilizar como material de compostaje. Paulatinamente dejar de lado el uso de plásticos sintéticos y poder reducir la contaminación que provocan al medio ambiente.

Esta ventaja deriva precisamente del origen vegetal de las materias primas, reduciendo nuestra dependencia del petróleo, que ha dominado nuestra sociedad durante décadas.

Castillo et al., (2015)

En el Capítulo IV, denominado exposición y análisis de los resultados, a través del ejecución de manera experimental de la investigación y posterior a ello la validación de hipótesis mediante la prueba estadística planteada para finalmente presentar la discusión y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad del planeta tierra existe una gran contaminación ambiental debido al uso excesivo e inadecuado de los plásticos polímeros. Por ende la población mundial necesita crear materiales alternativos que puedan reemplazar a los convencionales, Plásticos. Lopez et al., (2020), nos dice que en diferentes regiones está abundando el plástico PET especialmente las botellas descartables, por lo tanto éstas generan grandes problemas ambientales debido a la acumulación de estos en los ríos, mares, en las ciudades, incluso en los botaderos o en los rellenos sanitarios donde son dispuestos finalmente. Lama (2018, p. 18)

En la localidad de Provincia de El Collao – llave hay un alto contaminación en el río llave por los residuos sólidos como el mismo plástico de los cuales se encuentra en mayor abundancia son los botellas descartables ya que es un problema de hace años atrás hasta el día de hoy y por ende no se da ninguna solución acerca del situación y por ello se plantea esta posible solución que es el aprovechamiento de la cáscara de plátano para elaborar un bioplástico ya que el plátano es un fruto de cultivo anual y de consumo, simplemente una vez consumido, las cáscaras son llevadas a los botaderos o algunos rellenos sanitarios y en los peores situaciones son arrojados en la zona urbana donde no suelen depositar en lugares adecuados o tachos debido al poco conocimiento adquiridos

respecto al alto potencial que tiene la cascara de platano. así como el caso de la localidad de Provincia de El Collao - Ilave, donde se generan residuos orgánicos e inorgánicos que tienen como lugar de procedencia de diversas actividades tanto del ámbito domiciliario, en los parques recreacionales, mercados y evidentemente la mayor cantidad de procedencia son de los establecimientos que expenden jugos de frutas o juguerías en caso de residuo orgánico, ocasionando contaminación leve y en el caso de los residuos inorganicos son los que más provocan los daños severos y alteraciones al ambiente y primordialmente a los pobladores de la localidad de Ilave.

1.1.1 PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida apoya la reutilización de cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en la producción de bioplásticos en la ciudad de El Collao - Ilave, 2021?

1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICAS

¿Cuál es el tiempo de biodegradación de los bioplásticos obtenidos, a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021?

¿Se calculará de manera eficaz la densidad de los bioplásticos obtenidos, a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021?

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Cárdenas (2018), en su trabajo de investigación que tiene como título “Extracción de almidón a partir de residuos de banano (*Musa paradisiaca*) para la elaboración de un biopolímero”. Donde fue sustentado en la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), que tiene como objetivo extraer el almidón de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) para

la posterior elaboración de biopolímeros mediante procesos físicos químicos. que se focaliza en materiales biopolimeros que ha llevado a la exploración de los restos orgánicos que estos contienen en su interior de su estructura elementos que son muy beneficioso para obtener un polímero biodegradable del mismo se da la solución de los impactos ambientales producido por los plásticos convencionales. a razón de eso se tomó en cuenta en esta investigación la utilización de los desechos de plátano como una solución ya que es esencial para elaborar biopolímeros.

En el presente trabajo de investigación se realizó la elaboración de polímero y modificación, adquiriendo almidón a partir de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). El almidón que se consiguió separar de dos metodologías diferentes resultó sacar un provecho de 22,30% a partir del estrategia húmedo y 42,33% de estrategia deseco. El almidón separado del plátano se realizó un proceso de transformación por la reacción de acetilación con la espectroscopia infrarrojo IR, por ende este polímero extraído se aplico la dosis de termoplástico policaprolactona (PCL) y del mismo modo se realizó el estudio con espectroscopia infrarrojo IR, con las mismas características semejantes de los plásticos convencionales. el almidón obtenido se elaboró un biopolímero utilizando los plastificantes como el glicerina y agua destilada, de los cual cumple una función elasticidad y plasticidad al producto; y cuando se aplica la modificación química se utilizó ácido acético y su carácter hidrofílico. finalmente los resultados obtenidos se estudiaron basándose en estadística descriptiva que se obtiene un variable independiente en cuanto a la calidad de biopolímero elaborado.

Zhang, Wang, Cao, Wang y Ho (2019), realizaron su artículo de investigación que tiene como título "A sustainable solution to plastics pollution: an eco-friendly bioplastic film production from high-salt contained *Spirulina* sp. residues". Donde fue presentado en la revista *Journal of Hazardous Materials* en el país de China, este artículo tiene como objetivo proponer un procedimiento sostenible, ecológico y simple para convertir el alto

contenido de sal peligroso contenía residuos de microalgas en la película bioclástica. El producto plástico se ha convertido en un contaminante importante en la ecología ambiental. Debido a su biodegradación recalcitrante, mal manejo y eliminación arriesgada. Por lo tanto, se ha prestado mucha atención a la investigación para desarrollar el biodegradable de base biológica plástica. Sin embargo, muchos de los bioplásticos sustitutos son derivados de materiales agrícolas. Puede presentar una amenaza potencial para la seguridad alimentaria y los ecosistemas. En este documento, proponemos un procedimiento sostenible, ecológico y simple para convertir el alto contenido de sal peligroso contenía residuos de microalgas en la película bioplástica. Con 35% de poli (alcohol vinílico) (PVA) asistencia, las películas bioplásticos compuestas alcanzaron una resistencia a la tracción de 22 MPa bajo álcali condición y 77% de alargamiento a la rotura en condiciones ácidas. El promedio máximo del ángulo de contacto de 94.4° confirmó un potencial de resistencia al agua deseable. La síntesis El mecanismo demostró que las sales inorgánicas existentes en los residuos de microalgas podrían actuar como relleno en forma de láminas bajo condiciones alcalinas o como reticulante bajo condición ácida, mejorando significativamente la viabilidad práctica. Este trabajo demuestra un prometedor bioplástico biodegradable formado a partir de un medio ambiente sostenible proceso de reutilización de residuos, proporcionando una nueva visión para reducir fundamentalmente la contaminación por plásticos.

Jimenez-Rosado et al., (2019), en su artículo de investigación que tiene como título "Bioplastics based on wheat gluten processed by extrusion". Donde fue presentado en la revista Journal of Cleaner Production de Universidad de Sevilla, España, este artículo tiene como objetivo principal, la preparación de bioplásticos de gluten de trigo por extrusión modificando su estructura variando el valor del pH o incorporando aditivos (glioxal o goma xantana). Recientemente, el bioplástico ha generado un interés creciente como alternativa a los plásticos convencionales. Por esta razón, su fabricación utiliza las técnicas tradicionales utilizadas para la producción de plásticos, tales como extrusión,

ayudaría a transferir la producción de bioplásticos a escala industrial. De esta manera, la preparación de bioplásticos de gluten de trigo por extrusión fue el objetivo principal de esta investigación, modificando su estructura variando el valor del pH o incorporando aditivos (gloxal o goma xantana). Estos bioplásticos se caracterizaron por la medición de sus propiedades mecánicas y su absorción de agua. Capacidad, lo que demuestra que la modificación de bioplásticos causa variaciones en sus propiedades. Así, la extrusión resultó en una mayor compatibilidad plastificante de gluten en comparación con la compresión, como se indica en pruebas de rampa de temperatura, especialmente en presencia de aditivos (es decir, goma de xantano, gloxal). Además, la resistencia a la tracción mejoró a pH 9, probablemente debido a la promoción de la unión en condiciones alcalinas. Estos resultados demuestran el gran potencial de estos materiales para el reemplazo de plásticos convencionales.

Aguilar, Arteaga-Cardona, De Anda Reyes, Gervacio-Arciniega y Salazar-Kuri (2019), realizaron su artículo de investigación que tiene como título "Magnetic bioplastics based on isolated cellulose from cotton and sugarcane bagasse". Donde fue presentado en la revista *Materials Chemistry and Physics* en país de México, este artículo tiene como objetivo principal es fabricar un bioplásticos magnéticos basados en celulosa aislada de algodón y bagazo de caña de azúcar, Los compuestos basados en matrices poliméricas artificiales y nanoestructuras con propiedades novedosas han atraído atención debido a sus posibles aplicaciones en biomedicina, tratamiento de aguas residuales y electrónica. En este papel, se fabricó un bioplástico inteligente basado en películas de celulosa con nanopartículas magnéticas absorbidas. Una deslignificación de algodón y bagazo de caña de azúcar se utilizó para obtener los biopolímeros. El compuesto se obtuvo por inmersión de los biopolímeros a base de celulosa en un ferrofluido $MnFe_2O_4$ de 24 nm. La difracción de rayos X mostró la formación cristalina de dos polimorfos de celulosa, tipo I para algodón y tipo II para bagazo de caña de azúcar, también como la estructura de la espinela de las nanopartículas. DSC/TGA mostró que la estabilidad térmica de los

compuestos es independiente de la fuente de extracción, así como la deposición de las nanopartículas. Nanopartículas magnéticas Las mediciones mostraron una forma de histéresis super paramagnética, que se mantiene en los bioplásticos magnéticos. MFM mostró la distribución de las nanopartículas sobre los bioplásticos y sus características de dominio único. La óptica de la transmisión del compuesto no se vio afectada drásticamente por la adsorción de las nanopartículas. Tales compuestos representan una clase emocionante de materiales funcionales biodegradables para aplicaciones ópticas y magnéticas.

Cubilla, González, Montezuma y Samudio (2020), realizaron su artículo de investigación que tiene como título "Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable". La presente revista académica fue presentada en la Revista de Iniciación Científica (RIC) de la Universidad Tecnológica de Panamá, esta revista tiene como objetivo principal fabricar un productos biodegradables como los platos, bolsas, cubiertos, etc. que se pueda descomponer en un corto tiempo, del mismo modo solucionar de manera factiblemente la situación de la contaminación ambiental por desechos.

Por consiguiente se realizó la elaboración de este proyecto, primeramente se analizó las propiedades de la materia prima la cáscara de plátano y la fibra de coco, juntamente con otros componentes, una nueva muestra de un producto biodegradable. La realización de ensayos con diferentes materiales controlando el fragmento de materia prima y la temperatura en cada ensayo realizado hasta obtener las cantidades estupendas para su uso. Por parte final se procedió al tiempo de descomposición en aire libre o sobre las circunstancias de lluvia y sol. Una vez experimentado obtenemos un producto biodegradable a partir de estas dos distintas materias primas, donde su tiempo de descomposición es igual dándose en un rango de 35 a 40 días, donde el tiempo es mucho menor de lo que se había concertado tres meses. ya que la cáscara de plátano y

la fibra de coco está totalmente comprobada como una mejor alternativa para reemplazar a los plásticos sintéticos convencionales.

1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Rimac (2019), realizó su trabajo de investigación que tiene como título "Bióplásticos". Donde fue sustentado en Universidad Científica del Sur (UCS), que tiene como objetivo la obtención de bioplásticos a través de polisacáridos por su alto potencial para la formación de películas biodegradables como la papa, celulosa, quitosano, los bioplásticos son materiales obtenidos a partir de fuentes renovables o sintéticas. Los polisacáridos se pueden utilizar por sus grandes beneficios o para probar el alto potencial de películas biodegradables como papa, celulosa, quitosano. Hacer bioplásticos a partir de proteínas es una excelente opción para la hidrofilia. Asimismo, se pueden lograr con grasas, las cuales, por su hidrofobicidad, se pueden utilizar para ensayar diversas sustancias que actúan como barreras contra la humedad, como las ceras. También se pueden usar otras fracciones poliméricas tales como quitina y lignina.

La síntesis a base de polímeros sintéticos es el resultado de una fermentación cuyos productos son ácido poliláctico (PLA) y polihidroxibutirano (PHB). Por otro lado, puede ser sintetizado por microorganismos como *Pseudomonas aeruginosa* y celulosa bacteriana, y tiene propiedades similares a las resinas sintéticas del mercado actual. Las tecnologías utilizadas en el desarrollo de la biología se realizan mediante extrusión, inyecciones y termoformado para finalmente transformar las criaturas en la placa. Las propiedades mecánicas de la flexión, empujar, la compresión son importantes porque pretenden indicar la calidad biológica. La propiedad más destacable es la biodegradabilidad, que viene determinada por la estructura química del material por la acción de enzimas microbianas. Propiedades de los materiales biodegradables utilizados en la producción de bioplásticos, que por sus propiedades mecánicas constituyen una solución sostenible para la toma de decisiones.

Chinchayhuara y Quispe (2018), en su trabajo de investigación que tiene como título “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”. El presente trabajo fue presentado en el repositorio de Universidad César Vallejo, el objetivo principal es fabricar un bioplastico procedente de desechos orgánicos como el almidón de mango y plátano para disminuir la contaminación por los plásticos descartables en la ciudad de Trujillo.

En estos tiempos la contaminación del medio ambiente es de manera acelerada por los plásticos convencionales por eso es que se opta reemplazar por los bioplásticos elaborados en este trabajo, aplicando los residuos orgánicos muy duraderos y también un problema en el entorno ambiental como las cáscaras de plátano y mango principalmente un materia prima. por lo cual para la fabricación del producto bioplástico además de la materia prima se utilizó algunos reactivos más empleados son el ácido acético o vinagre, glicerina vegetal, agua destilada y el proceso de licuado de desecho de mango y plátano haciendo un mezcla homogénea con una cierta temperatura y una vez lista la muestra dejar secar en el interperie. como resultado final, el bioplástico obtenido de cáscara de plátano tuvo una biodegradabilidad de 0.009g en un sesión de dos semanas, densidad de 0.6049 (g/cm³), si es flexible, volante de 1.2098 g y el bioplástico de residuo de astil tuvo una biodegradabilidad de 0.001g en un tiempo de dos semanas, densidad de 0.2752 (g/cm³), si es flexible, balanza de 0.5510 g.

Roman y Perez (2019), en su trabajo de investigación que tiene como título “Bioplásticos degradables a base de almidón termoplástico modificado y alginato de sodio reforzado con montmorillonita sódica”. Donde fue sustentado en la Universidad Peruana Unión (UPEU), que tiene como objetivo de la presente investigación elaborar un bioplástico degradable a base de almidón de papa modificado y alginato de sodio reforzado con montmorillonita sódica. En la primera fase, la montmorillonita se consiguió y se realiza un

estudio de características mostrando un sistema laminar, la estructura mineralógica con una distancia interlaminar de 12.26 Å equivalente a 1.226 nm. Entonces se determinó a través de almidón obtenido para un biopolímero con una amilosa de 35% y amilopectina en un 65%. Método de fundición para la producción de bioplásticos con una confianza del 22 % al 95 % en el diseño de compuestos. Comprensión central de la relación entre el alginato de almidón (0.4:1, 0.5:1, 0.75: 1, 1:1 y 1.1:1) y la montmorillonita de sodio (0.12, 0,15, 0,225, 0,3, 0,33 gr/100 ml) y 1,5 ml de glicerol como aditivos para la manipulación de muestras de tratamiento. También se determinaron la degradación atmosférica, las propiedades mecánicas, la permeabilidad al vapor de agua y la solubilidad. Finalmente, los estudios estadísticos mostraron una relación entre el alginato de sodio y el almidón, y cuando fabricaron bioplásticos con una resistencia a la tracción máxima de 66,55 % y una fuerza de tracción máxima de 8,97 MPa, la permeabilidad mínima al vapor de agua es de $5,40 \cdot 10^{-11}$ g, MMT es relativa mm/h m² kPa, alta degradabilidad después de 35 días, máxima solubilidad en agua 61,90% después de 24 horas. En conclusión el bioplástico elaborado tiene buenas propiedades y genera una contaminación mucho menor que los plásticos descartables.

Meza, Quipuzco y Meza (2019), realizaron su artículo de investigación que tiene como título "Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad - Proyecto de laboratorio". Donde fue publicado por la Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica (FIGMMG) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), este artículo tiene como objetivo la elaboración de bioplástico a partir de almidón de papa, éste fue extraído de los residuos del proceso de pelado mediante el uso de una peladora industrial de baja capacidad. Se tomó la norma ISO 17556:2012 como referencia, para evaluar y determinar la biodegradabilidad del bioplástico fabricado, el presente trabajo tuvo tres fases, primeramente es la obtención de almidón y se evaluó la temperatura y el aditivo antioxidante metabisulfito de sodio. Para realizar el ensayo fue a temperatura atmosférica

con metabisulfito de sodio en un 3% una vez aplicado como resultado se adquirió el almidón en una alta cantidad y se utiliza para elaborar bioplástico. El porcentaje de almidón obtenido fue de 26,21 de amilosa y 73,79 de amilopectina, la similitud entre el espectro y el espectro de almidón soluble fue del 89,8%. la segunda fase, se fabricó bioplástico a partir de la adición de agua y la hidrólisis química de almidón y por último se usó glicerol del mismo modo se aplicó la cantidad de plastificante como un variable para la resistencia del bioplástico elaborado donde se aplicó 5 ml de glicerina y 3 ml de ácido acético, donde el empeño máximo alcanzó un 1.47 MPa y el elongación máxima es de 19.99% y se analizó la caracterización de biopolímero con análisis de infrarrojo por transformada de fourier (FTIR).

Finalmente, la tercera etapa fue el ensayo de biodegradabilidad del bioplástico utilizando compost como medio de degradación, un control negativo de polietileno de baja densidad, un control positivo de celulosa y la muestra de bioplástico a ensayar. Como resultado final se obtienen los siguientes datos de la prueba o ensayo realizada en cuanto a la biodegradabilidad del plástico utilizando materia orgánica como medio de degradación donde el control de la celulosa es positivo y un polietileno con un menor densidad y los resultados obtenidos son 0.83% para el blanco, 64.21% de degradación de bioplástico elaborado, 63.21% para la celulosa y un 6.95% para el polietileno de menor densidad.

Garcia (2017), realizó su trabajo de investigación que tiene como título "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". Donde fue sustentado en Universidad Nacional de Ucayali (UNU), que tiene como objetivo determinar la concentración óptima de ácido acético-glicerol en la elaboración de plástico biodegradable a partir del almidón de cáscara de plátano (*musa paradisiaca*) en pucallpa donde se destaca el mérito de adjudicar procesos químicos y

tecnológicos, para la obtención de almidón a partir de residuo de cáscara de banano y su extremo elaboración en plástico biodegradable, utilizando distintas concentraciones de ácido acético y glicerol. El segmento de investigación fue experimental cuantitativa; el diseño experimental manipulado fue un gestión factorial de 3x3, contando con 9 tratamientos (T1= 1 ml AA-3 ml G; T2= 1 ml AA-5ml G; T3= 1ml AA-7 ml G; T4= 2 ml AA-3 ml G; T5= 2 ml AA-5ml G; T6= 2 ml AA- 7 ml G; T7= 3 ml AA-3 ml G; T8= 3 ml AA-5 ml G y T9= 3 ml AA-7 ml G), con 3 repeticiones.

Los resultados mostraron que el mejor prescripción fue la equilibrio de 1mL AA-7mL G de hoja delgada de color marfil oscuro, con un porcentaje de humedad de 15.67%, un porcentaje de solubilidad en agua de 38.89% a 80°C, un porcentaje la fuerza de tencion de 3.81 MPa, y su biodegradación en ecosistema de suelo por 90 días con un porcentaje de degeneración de peso de 83.9 % y en ecosistema de agua almacenada con un porcentaje de perdidad de peso de 66.46 %, con un grosor de 0.100 μm y una densidad de 0.93 g/cm³; demostrando que está dentro de los límites establecidos según las normas de calidad DIN y EN, para que pueda ser estimado un polímero, faltando mejorar mediante procesos mecánicos la reduccion de la humedad y vigor de tensión.

1.2.3 ANTECEDENTE LOCAL

Humpiri (2018), en su trabajo de investigación que tiene como título “Reutilización de residuos de la cáscara de banano (*Musa cavendish*) y plátano (*Musa paradisiaca*) para la obtención de bioplásticos”. Donde fue sustentado en Universidad Nacional del Altiplano (UNA), que tiene como objetivo reutilizar los residuos de la cáscara de banano y plátano para obtener un bioplástico a base de almidón extraído de estas cáscaras. Para obtener un bioplástico, se utilizaron dos métodos de polimerización: el primer método comienza con el lavado, el secado y la molienda de la muestra requerida. Con esta muestra, se agregan las entradas correspondientes para seguir el moldeo y el secado, y finalmente se

obtiene bioplástico. En el segundo método, ponemos cáscaras de plátano con bisulfito de sodio para evitar un pardeamiento enzimático. Luego ponemos la cáscara de plátano en agua destilada hasta que hierva, luego la dejamos secar y la trituramos hasta formar una pasta (almidón). Posteriormente le adicionamos ácido clorhídrico, glicerina y NaOH. La mezcla resultante se transfirió a un molde y se secó para obtener el bioplástico deseado. Una vez obtenido el bioplástico, realizar pruebas fisicoquímicas de dureza, alargamiento y resistencia a la flexión; Se han obtenido mejores resultados con bioplásticos de cáscara de plátano, también hay una prueba de descomposición bajo el agua en ambos bioplásticos para ver cómo el bioplástico se degrada en días (1 día - 40 días), en el que el bioplástico de cáscara de plátano tiene una descomposición de 2,46% a 85,64%, para el bioplástico de cáscara de plátano la descomposición es de 2,94% a 84,39%, lo que indica que ambos tipos de bioplásticos son fácilmente degradables. Se ha logrado el objetivo establecido, obteniendo mejores resultados con el segundo método.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un bioplástico a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la biodegradación de los bioplásticos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.

Calcular la densidad de los bioplásticos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La elaboración de bioplástico a partir de residuos orgánicos como la cáscara de plátano es de mucha relevancia ya que contribuye el reaprovechamiento de este residuo orgánico, en la localidad de Provincia de El Collao - Ilave hay un mayor uso de los plásticos descartables que son derivados de petróleo que esto nos lleva a una contaminación severo del medio ambiente, afectando a lo que es el agua, aire y suelo, y degradación de los recursos naturales como la flora, fauna y social ya que afecta de manera directa o indirectamente que puede provocar riesgo en la salud del ser humano y animal.

Por ende se decide elaborar un bioplástico que pueda descomponerse en un mínimo tiempo por el proceso del ecosistema en lo que vivimos del mismo modo se disminuye la contaminación del ambiente y que pueda aportar otros fines. Por consiguiente, que tenga ciertas funciones, parámetro y utilidades que tiene respecto a los plásticos convencionales.

Por otro lado se beneficiará a la localidad de Provincia de El Collao - Ilave, y del mismo modo concientizar a las futuras empresas nacionales y mundiales, promoviendo alternativas basadas en los eco-productos elaborados por sistemas limpios y amigables con el medio ambiente respecto a la elaboración de algún producto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 *Musa paradisiaca* (plátano)

Según Cárdenas (2018) citado por Chuquista y Uriarte (2020), manifiesta que la *Musa paradisiaca* tiene un importante valor nutricional. Las importantes características de este fruto se representan por su alto contenido de potasio, carbohidratos y fósforo. El potasio es el compuesto más dispendioso en esta fruta, es un mineral central que controla el cuerpo, el acorde electrolítico es destacado para la función muscular y la transmisión del impulso nervioso.

Cuando los plátanos maduran, el almidón se convertirá en azúcar. Por lo tanto, los plátanos verdes son más ricos en almidón que los plátanos maduros endulzados. El almidón de plátano contiene una mezcla polimérica de amilosa (15 - 30%) y amilopectina (70 - 85%). Estas macromoléculas se transforman entre especies vegetales a otras y determinan sus propiedades. Cuanto mayor sea el contenido de amilopectina, mejores serán las propiedades adhesivas, entonces la amilosa aumenta la eficiencia de gelatinización. Bejarano (2018)

En la siguiente tabla se observa la taxonomía de la cáscara de *Musa paradisiaca* (plátano),

Tabla 01: Taxonomía de *Musa paradisiaca*.

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>M. paradisiaca</i>

Fuente: Chuquista y Uriarte (2020)

Según Pizá, Rolando, Ramirez, Villanueva y Zapata (2017) dicen que los cascaras de plátano son restos orgánicos se originan de manera holgada en todo el mundo, este desecho orgánico es rico en almidón, por lo tanto, es muy desgastado en las industrias. Las cáscaras de banano pueden poseer varios usos como: elaborar compost, manufacturar bioplásticos, asimismo en fertilizantes en cubierta vegetal y como laguna para extraer pectina.

2.1.2 Los bioplásticos

Son plásticos biodegradables que se obtienen a partir de origen vegetal que se encuentran en el mismo medio ambiente, dentro de ellos están los vegetales.

En su conjunto comparten algunas características de los plásticos derivados del petróleo y, por lo tanto, son relevantes y similares para la producción futura. También acorta el

tiempo de descomposición del medio ambiente como son las interacciones atmosféricas y de los microorganismos. En cierto sentido, la conveniencia que brindan los bioplásticos es la protección de las fuentes de energía no renovables como el petróleo y el alivio de las preocupaciones sobre la gestión de residuos como los plásticos descartables. Barrios (2017, p. 24)

El autor Barrios (2017), manifiesta que existen dos tipos de bioplásticos para los que es importante conocer su origen: agentes formadores de biopolímeros y sintetizados por vía biotecnológicamente.

- **Biopolímeros:** Se trata de bioplásticos que se suministran al medio ambiente a partir de recursos renovables. Pueden ser monómeros presentes en la biomasa denominada almidón procedente de recursos renovables y amigables con el ambiente.
- **Bioplásticos sintetizados por vía biotecnológica:** Hay dos formas de crear estas complicaciones. Uno se basa en la adquisición de monómeros y el otro es producido por microorganismos por el proceso de transformación microbiana.

Del mismo modo Barrios (2017, p. 25) ha demostrado que los bioplásticos brindan las siguientes ventajas y desventajas:

❖ **Las ventajas son:**

- Son biodegradables en menor tiempo y fácil.
- Se producen a partir de recursos renovables y amigables con el ambiente.
- Tienen propiedades similares a las derivadas del petróleo (los plásticos comunes).
- No producen desechos y ayudan a reducir la contaminación ambiental.

❖ **Por el contrario, su desventaja es:**

- El precio de producción.

Además Garrido (2020) nos manifiesta que el plástico biodegradable ha recibido mucha atención en los últimos 20 años como una opción para reducir la durabilidad de los

desechos plásticos, especialmente cuando los productos tienen una vida útil corta. La biodegradación es el proceso por el cual las sustancias son transformadas por microorganismos o por las enzimas que producen. En él, el carbono orgánico presente en la molécula se convierte en compuestos simples como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄) en un proceso conocido como mineralización. El proceso debe ser medible por métodos estándar bajo condiciones y tiempo especificados.

2.1.2.1 Tipos de bioplásticos

Los bioplásticos se pueden dividir en tres pasos: el primero son los eventos basados en la biomasa parcialmente biodegradable o no biodegradable; el segundo paso son los bioplásticos a base de biomasa y también biodegradables, seguidos de los bioplásticos a base de combustibles fósiles, aunque sean completamente compostables. Tantalean y Abanto (2019)

Por consiguiente, la clasificación más rigurosa de los bioplásticos proviene de la función de su origen, es decir, de fuentes fósiles, incluido el petróleo o las materias primas naturales, y se denominan agentes formadores de biopolímeros.

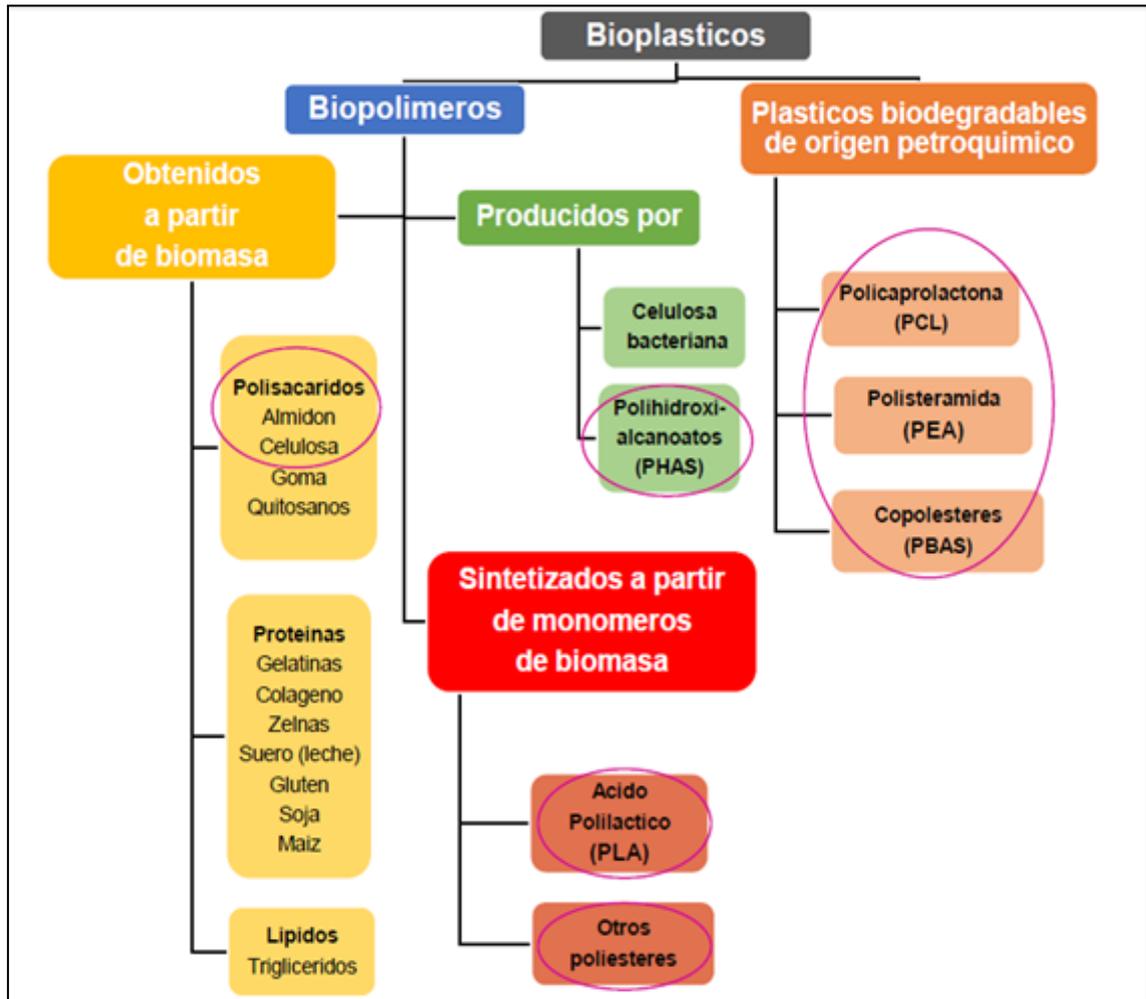


Figura 01: Clasificación de los bioplásticos según su procedencia.

Fuente: Tantalean y Abanto (2019)

2.1.2.2 Composición de la muestra del bioplástico

• Almidón.

“El bioplástico, elaborado a partir de cáscara de plátano o almidón comparte las características con los elaborados a través de derivados de petróleo y la diferencia de esto es completamente biodegradable en el medio ambiente y no tóxico”. Vicente (2018, p. 14)

- **Agua destilada.**

El agua destilada no es distinta molecularmente del agua ordinaria, pues se compone de dos átomos de oxígeno y dos hidrógeno (H₂O). y por ende, ha sido despojada de las sales minerales que usualmente la acompañan, como fluoruros y otros electrolitos. Vanegas (2020, p. 12)

- **Ácido acético.**

“Es un líquido incoloro de olor fuerte similar al vinagre. También puede ser un sólido similar al hielo a temperaturas inferiores a 62 °F (17 °C). Se utiliza en la elaboración de fármacos, plásticos, tintes, aditivos alimentarios e insecticidas”. New jersey department of health (2017, p. 1)

- **Glicerina.**

La glicerina (glicerol) es un líquido incoloro, inodoro, higroscópico y de sabor dulce. que se encuentra en todos los tipos de aceites. La fórmula de la glicerina está compuesta por 1, 2,3 propanotriol, 1, 2,3 trihidroxipropano, glicerol o glicerina (C₃H₈O₃) es un alcohol con tres grupos hidroxilos (–OH). Torres-Rivero, Ben-Youssef y Pérez-Gasca (2019)

- **Maicena.**

Es un producto blanco, en polvo, muy suave y refinado, extraído de los mejores granos de maíz. Por su pureza, se utiliza en la preparación de alimentos que requieren suavidad y consistencia. Un ingrediente versátil con una calidad inigualable. También es reconocido en las categorías de alimentos para bebés e ingredientes de cocina. Alfonzorivas (2021)

2.1.2.3 Procedimiento para elaboración de bioplástico.

El procedimiento realizado se explica en el siguiente figura:

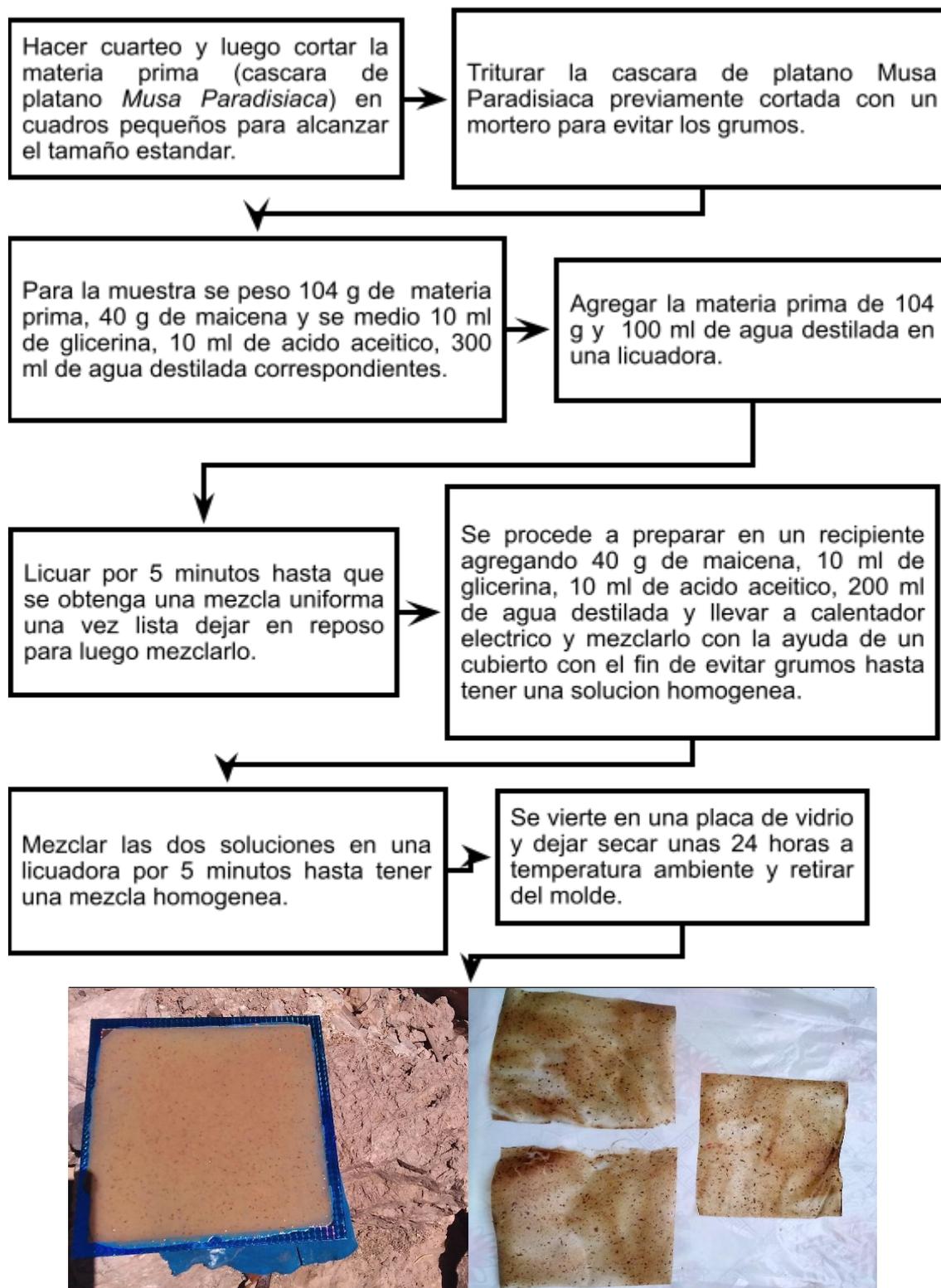


Figura 02: Procedimiento para elaboración de bioplástico.

Fuente: elaboración propia.

2.1.3 Los plásticos

Los plásticos son polímeros que se caracterizan por su elasticidad y suavidad, que puede moldearse y adaptarse a una variedad de formas y aplicaciones mediante extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden atravesar celulosa con patrones naturales, ceras y los efectos posteriores a la inducción del caucho o fibras sintéticas como el polietileno y el nylon. El material utilizado en su preparación es una resina en forma de tabletas, polvos o soluciones. La industria del plástico presenta la mayor tasa de crecimiento desde principios del siglo pasado, por encima del nivel general de otras materias primas y actividades industriales.

En 1990, la producción mundial alcanzó los 100 millones de toneladas. Y hoy supera los 160 millones de toneladas. Hoy en día, hay millones de productos de plástico que utilizan millones de litros de aceite. Teniendo en cuenta que es un elemento no biodegradable, su acumulación se puede sentir a todos los niveles. Como resultado, el consumo de productos plásticos como bolsas de plástico ha disminuido en algunos países como Canadá, Australia y Hong Kong. Asimismo, grandes empresas como Sony están desarrollando plásticos de base orgánica para crear productos electrónicos con menor impacto en el medio ambiente. Llerena y Monzón (2017)

2.1.3.1 Composición de plásticos

Los plásticos están formados por complejas cadenas de moléculas, algunas de las cuales son naturales, como la celulosa, o sintéticas, como el poliestireno o el nylon; En general, los plásticos están formados por grandes cadenas de polímeros formadas por monómeros. A su vez, estos monómeros se componen simplemente de carbono e hidrógeno. Ortega (2019)

2.1.3.2 Tipos de plásticos

Los plásticos son una gran clase de materiales que se pueden codificar y clasificar en muchas categorías diferentes.

Tabla 02: Codificación y clasificación de los plásticos.

CÓDIGO	SIGLAS	NOMBRE	APLICACIONES
	PET	Polietileno tereftalato	Botellas, envases de productos alimenticios y neumáticos de autos.
	PEAD	Polietileno de alta densidad	Bolsas de supermercados, implementos de aseo, juguetes, film, lámina y tuberías.
	PVC	Policloruro de vinilo	Revestimiento para suelos, tubos, cañerías y cables eléctricos.
	PEBD	Polietileno de baja densidad	Manteles, envases de crema y shampoo, bolsas para residuos.
	PP	Polipropileno	Muebles de jardín, tuberías, contenedores, tapas de botellas, vasos descartables.
	PS	Poliestireno	Vasos de yogures, recubrimientos, platos y cubiertos desechables.
	OTROS	Resinas fenólicas, amídicas, epoxidica	Teléfono, artículos médicos.

Fuente: elaboración propia.

Hay plásticos con diferentes propiedades y hay siete tipos: plásticos PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS Y OTROS. El primero es el más utilizado. Sin embargo, hay algunos tipos de este plástico en el interior, como se muestra en la Tabla 02.

A Continuación se muestra los versus entre bioplásticos y plásticos en cuanto a sus características, como se muestra en Tabla 03.

Tabla 03: Bioplástico vs Plástico.

Características	Bioplástico	Plástico
Degradable al 100%	Si	No
Transparente	No	Si
Moldeable	Si	Si
Resistencia a la humedad	parcialmente	Si
Impermeables	Si	Si
Resistente a la corrosión	Si	Si
Baja densidad	Si	Si
Ayuda a disminuir la contaminación	Si	No
Aislante eléctrico	Si	Si
Tiempo máximo de degradación	menor a 1 año	Mayor a 100 años
Reciclable	Si	Si

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.3 Contaminación por envases descartables de plástico

La contaminación ambiental en el mundo aumenta cada año, a menudo vemos en revistas, periódicos, en las redes sociales la contaminación a la que estamos expuestos.

En las ciudades, solo el 12% de personas pueden respirar aire limpio; Esto supone que estamos expuestos a muchos tipos diferentes de enfermedades. La contaminación es hoy un factor de preocupación para toda la población. Aunque los envases de plástico nos facilitan la vida, representan un porcentaje importante de contaminación ambiental. Se estima que para 2020, la tasa de producción de plástico aumentará en un 90% desde el nivel de 1980, siendo China el mayor productor de plástico, seguida de Europa, América del Norte y Estados Unidos, Asia (excluida China). Ortega (2019)

Tecnopor es el principal material en los envases desechables y aunque muchos países han prohibido su uso, esto aún no es posible en Perú. Porque se utiliza para conservar alimentos y en el proceso mezcla diferentes sustancias dificultando mucho el reciclaje.

2.1.4 Biodegradación

Es el proceso biológico confirmado por diferentes organismos vivos, fundamentalmente microorganismos y hongos, los cuales consumen totalmente una sustancia dando lugar a elementos químicos más simples, permitiendo así la rehabilitación de los mismos al ciclo natural del carbono. El proceso de biodegradación depende de condiciones ambientales tales como, la humedad, la concurrencia de oxígeno, la temperatura, tipos de microorganismos. Moreno (2020)

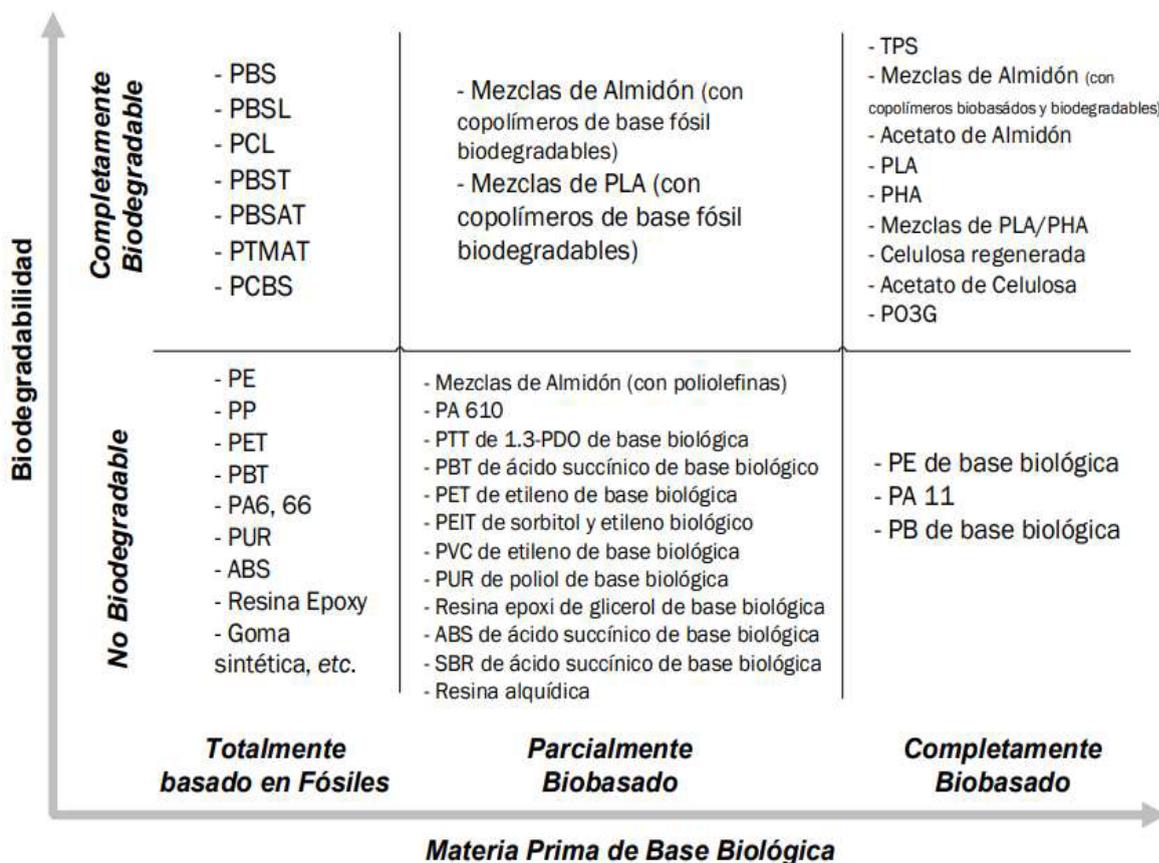


Figura 03: Clasificación de los diferentes plásticos en función de su biodegradabilidad.

Fuente: Moreno (2020)

En la actualidad, pueden ocurrir dos tipos de procesos de biodegradación: aeróbica esto consiste en la presencia de oxígeno y anaeróbica que es la ausencia de oxígeno. La diferencia fundamental entre ambos es que en la biodegradación anaeróbica se genera biogás, principalmente el metano, por ende el dicho compuesto es considerado un gas de efecto invernadero, el cual incrementa el calentamiento global del planeta.

2.1.4.1 Evaluación de biodegradación

Se han introducido en el mercado internacional nuevos polímeros que ofrecen propiedades mejoradas con respecto a la susceptibilidad al ataque microbiano. Esto

requiere una evaluación de la tendencia del material a la biodegradación. La prueba comienza con una muestra de plástico para estimar las características del lote y proporcionar material para la evaluación del método de prueba. El muestreo es un medio utilizado para resolver el problema de estimar la calidad de un lote examinando sólo una parte. Garcia (2015)

La Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) y la Organización Internacional de Estándares (ISO) el desarrolló de estándares para probar la biodegradabilidad en una serie de condiciones específicas. Muchos de estos métodos dan resultados similares, aunque a menudo son complementarios. Según la naturaleza de los plásticos y las rutas disponibles para su eliminación final en un país, ejemplos de algunos de los métodos utilizados para evaluar las propiedades de biodegradación de los plásticos se pueden consultar en la Tabla 04.

Tabla 04: Normas para la determinación de biodegradabilidad de plásticos.

CÓDIGO	NOMBRE
ASTM G21-96	Determinar la resistencia de materiales poliméricos a hongos.
ASTM 5247	Determina la biodegradación anaeróbica de plásticos degradados por microorganismos.
ASTM 5338 - 98	Determina la biodegradación aeróbica de plásticos degradados por microorganismos.
ASTM 5988 - 96	Determina la biodegradación aeróbica en suelos de materiales plásticos o residuos plásticos después de composteo.
ASTM 6002 – 96	Especificación estándares para plásticos de composteo.
ASTM 6400 - 99	Evalúa la posibilidad de composteo de plásticos degradados ambientalmente.

Fuente: Mendoza (2009)

2.1.4.2 Métodos para comprobar la degradación

El aspecto más importante es la selección del proceso adecuado según la naturaleza del plástico y las condiciones climáticas del país. Las propiedades de biodegradación se evaluaron en las siguientes condiciones:

- **Método de cultivo puro.**

Los métodos de cultivo puro efectivamente se utilizan bacterias u hongos específicos. Método de laboratorio para determinar el efecto de bacterias u hongos en bolsas de plástico cuando el plástico se almacena en cultivos en condiciones de temperatura y humedad favorables para tal ataque. Humpiri (2018)

- **Método de composteo.**

El compostaje es un proceso gestionado que controla la biodegradación y transformación de materiales biodegradables llamados compost. Debido a que es biológicamente activo, se produce un aumento de temperatura durante este proceso, a veces lo suficientemente alto como para hacer que el material se quemé. El tiempo de biodegradación puede variar, según el material utilizado y la cantidad, desde unas pocas semanas o meses al año. Humpiri (2018)

- **Degradación anaeróbica en presencia de lodos residuales.**

El hecho de que el oxígeno está ausente en todos los entornos en los que se forman los hidrocarburos naturales ha llevado a la creencia de que los hidrocarburos no se pueden descomponer anaeróbicamente. Humpiri (2018)

- **Condiciones de relleno activas.**

El suelo vegetal es el medio activo, tienen una población bacteriana de alrededor de 10⁹ - 10¹¹ organismos por gramo. Enterrar bolsas de plástico en tales selladores hace que el plástico se biodegrade e hidrolice. Estos cambios pueden afectar la degradación y la pérdida de masa. Humpiri (2018)

- **Solubles en agua.**

Estos son materiales que pueden disolverse en presencia de agua, generalmente dentro de un cierto rango de temperatura, y luego biodegradarse por la acción de microorganismos. Pueden ser de origen natural, tales como polisacáridos, por ejemplo

almidón y celulosa, o de origen sintético o petroquímico, tales como copolímeros de alcohol polivinílico o de acrilamida con derivados del ácido acrílico. Humpiri (2018)

2.1.5 Biopolímeros

2.1.5.1 Clasificación de biopolímeros

- **Biopolímeros a base de petróleo:** estos polímeros se sintetizan a partir de fuentes de petróleo pero son biodegradables hacia el final de su función.
- **Biopolímeros a partir de recursos renovables:** sustancias que se sintetizan naturalmente por plantas y animales o se sintetizan completamente a partir de recursos renovables.
- **Biopolímeros a partir de fuentes mixtas:** Consiste en una combinación de materiales de origen biológico y monómeros de petróleo.

Los plásticos biodegradables no están necesariamente hechos de materias primas renovables, también pueden estar hechos de petróleo crudo. Por tanto, la biodegradabilidad no depende de la materia prima sino de la estructura química del material. Son ejemplos de polímeros biodegradables con base de petróleo. Mexpolimeros (2021)

- Polibutileno succinato (PBS) con base de petróleo
- Polilactida (PLA)
- Polihidroxialcanoato (PHA)
- Derivados de celulosa
- Almidón
- Adipato-tereftalato de polibutileno (PBAT)

2.1.6 Densidad

De una pregunta planteada a Paul G Hewitt ¿Qué sucede con la densidad de una barra de chocolate cuando la cortas por la mitad? La respuesta obtenida es vacía y de esta forma deducimos empíricamente que la densidad no es ni la masa ni el volumen. La densidad es un cociente; es la cantidad de masa por unidad de volumen.

Una propiedad importante de cualquier material es la densidad, obtenida a partir de mediciones experimentales, cuyos resultados muestran la relación entre la masa del sistema y su volumen. Sin embargo, si el material es homogéneo, tiene la misma densidad. Bautista (2017)

Fórmula para calcular la densidad:

$$d = \frac{m(g)}{v(cm^3)}$$

Donde:

d: Densidad

m: Masa

v: Volumen

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Biodegradación.

Este es el proceso mediante el cual se manipulan microorganismos naturales como levaduras, hongos y bacterias para descomponer sustancias tóxicas, convirtiéndolas en sustancias menos tóxicas o menos dañinas. Los microorganismos, igual que los seres humanos, comen y digieren sustancias orgánicas, de las cuales se nutren y obtienen su propia energía. Díaz-Díaz, Rivas-Trasancos, Martínez-González, Teuteló-Núñez y Salazar-Alemán (2020)

2.2.2 Densidad

La densidad es un cociente; es el peso (masa) de una sustancia y el volumen ocupado por esa sustancia (la misma sustancia). Entre las unidades de masa más comúnmente utilizadas se encuentran kg/m^3 o g/cm^3 para sólidos y kg/l o g/ml para líquidos y gases. Al referirse a la densidad de una sustancia, su peso se describe en relación con su tamaño. Bautista (2017)

2.2.3 Bioplástico

Se refiere a plástico hecho de plantas u otros materiales biológicos en lugar de petróleo. Se suele denominar plástico de origen biológico. Puede estar hecho de ácidos polilácticos (PLA, por sus siglas en inglés) presentes en plantas como maíz, cáscara de plátano y caña de azúcar, o de polihidroxialcanoatos (PHA) producidos a partir de microorganismos. National Geographic (2018)

2.2.4 Plátano (*Musa paradisiaca*)

“Se cultiva a partir de las variedades silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* como cultivares genéticamente puros de estos ambos géneros y especies. Originalmente es clasificado como un paraíso y otorgado el nombre científico por Carlos Linne en 1753”. Mejía (2018)

2.2.5 Cáscara de plátano

La cáscara de plátano dentro de sus propiedades contiene lignocelulosa como la celulosa, hemicelulosa y lignina siendo el componente más abundante de la biomasa que produce la fotosíntesis. Naturalmente se forman, cada año, alrededor de 200.000 millones de toneladas de este componente en el universo. La celulosa está situada en la 23 pared primaria de las frutas, la hemicelulosa y la lignina están ubicadas en la pared secundaria pero también se encuentran en la pared primaria en menor proporción. Ccencho (2018)

2.2.6 Almidón

Contiene la mayor fuente de carbohidratos en la dieta humana y los polisacáridos de mayor duración en las plantas. Ocurre simplemente como cloroplastos y semillas de hojas verdes, legumbres y semillas de amiloplasto de tubérculo. A nivel molecular, el almidón natural está compuesto por dos componentes diferentes, amilosa y amilopectina, que pueden separarse mediante fraccionamiento y estudios independientes. Villarroel, Gómez, Vera y Torres (2018)

2.2.7 Polímero

Por supuesto, el polímero se llama plástico, la palabra polímero, en esencia, significa poly= muchas meros = partes, es decir, está compuesto de muchas partes que forman una cadena de diferentes moléculas que contienen una gran cantidad de moléculas de elementos y, por lo tanto, tienen un alto peso molecular. peso. Los elementos incluyen principalmente carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Abril (2020)

2.2.8 Biopolimero

Un biopolímero se le conoce como el material biodegradable desarrollado a partir de recursos naturales, compuesto por: amilosa, disolvente, plastificante y fijador de moléculas, constituyéndose de esta forma en un material que puede ser destruido por microorganismos y así, ser convertido en abono o materia orgánica. Reyna (2018)

2.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

La selección del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* al aplicar es crucial para la elaboración de bioplásticos en El Collao – Ilave, 2021.

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Tiene menor tiempo de biodegradación los bioplásticos obtenidos, a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* respecto al plástico polietileno convencionales.

La densidad se calcula de manera eficaz en los bioplásticos obtenidos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1 ZONA DE ESTUDIO

El presente proyecto de investigación se ha llevado a cabo en la asociación de juguerías, conformadas por varios establecimientos de los cuales se tomó la materia prima (muestra) de seis (6) establecimientos que hacen el servicio de venta de jugos de frutas donde se recolectó las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* ubicado en el Av. del Niño al costado del mercado central en la provincia de El Collao - Ilave, departamento de Puno. Anexo 05.

3.2 TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1 Población.

La población, se extrajo de la asociación de juguerías de los cuales se tomó de seis (6) establecimientos, ubicados al costado del mercado central generado por los vendedores, a la totalidad de residuos de cáscara de plátano *Musa paradisiaca* de la ciudad de El Collao, Ilave.

3.2.2 Muestra.

Musa paradisiaca, Las cáscaras de plátano como materia prima (muestra) se recolectaron en la asociación de juguerías de los cuales se tomó de seis (6) establecimientos, equivalentes a una cantidad de 8.4 kg. generadas durante 6 días.

Muestreo:

No probabilístico, por conveniencia.

3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS.

3.3.1 Método.

El método utilizado para la presente investigación es experimental - cuasiexperimental

3.3.2 Técnica.

La técnica experimental se utiliza para la presente investigación porque se elaboraron experimentos con el fin de poner a prueba una hipótesis.

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron diferentes instrumentos para el procedimiento de la elaboración de bioplástico que nos permitieron generar información y datos para responder a los objetivos planteados y comprobar si la hipótesis es verdadera manipulando las variables.

3.3.2.1 Descripción del procedimiento

El procedimiento se centra tanto en el laboratorio/casero que es en el hogar, lo que permite a los habitantes de la ciudad de El Collao - llave con el fin de aprender y desarrollar sus propios bioplásticos de acuerdo con las instrucciones internas adecuadas y la divulgación del presente trabajo de investigación.

a) Material y equipos

- Calentador eléctrico
- Balanza digital

- Vasos precipitados 250, 100 y 2 de 25 ml
- Probeta 200 ml
- Recipiente
- Mortero y mazo
- Licuadora
- Placas de vidrio

b) Insumos

- Ácido acético (vinagre)
- Maicena
- Agua destilada
- Cáscara de plátano *Musa paradisiaca* (materia prima)
- Glicerina

3.3.3 Tipo y diseño de investigación.

El tipo de investigación fue aplicada con un estudio experimental porque se llevó a cabo la manipulación de las variables de estudio, el diseño sería la siguiente:

$$M1: \quad O_p \Rightarrow X \Rightarrow O_{bp}$$

Donde:

$M1 =$ Muestra 1

$O_p =$ Cáscara de plátano

$X =$ Proceso

$O_{bp} =$ Bioplástico de cáscara de plátano

3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

3.4.1 VARIABLE 1

Cáscara de plátano, *Musa paradisiaca*.

3.4.2 VARIABLE 2

Elaboración de bioplástico.

3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, fue de diseño experimental y se utilizó Microsoft Excel 2013 para procesar estadísticamente los resultados, usando tablas y gráficos de barras para demostrar la densidad y la biodegradabilidad de los bioplásticos obtenidos. Puesto que representa la comparación de las dos variables propuestas.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

4.1 CON RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL.

“Elaborar un bioplástico a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.”

Primeramente se realizó la recolección de la cáscara de plátano de *Musa paradisiaca*. Por este motivo se recolectó 8.4 kg de cáscara de *Musa Paradisiaca* en la asociación de juguerías de las cuales se tomó seis establecimientos, ubicados al costado del mercado central de la Provincia de El Collao – Ilave. Esta recolección se realizó de forma interdiaria. Los datos se encuentran detallados en la Tabla 05.

Tabla 05: Total recolección de cáscara de plátano *Musa Paradisiaca*.

Establecimientos	Fecha de recolección	Hora de recolección	Cantidad de cáscara de <i>musa paradisiaca</i> recolectada (kg)
01	03/08/2021	04:05 pm	1,1
02	05/08/2021	02:35 pm	1,3
03	07/08/2021	02:38 pm	2,1
04	09/08/2021	04:12 pm	1,2
05	11/08/2021	02:29 pm	1,4
06	13/08/2021	02:31 pm	1,3
Total recolectadas de cáscara de plátano <i>Musa Paradisiaca</i>			8,4

Fuente: Elaboración propia.

Figura 04: Total de recolección de cáscara de plátano *Musa paradisiaca*.

Fuente: elaboración propia

Interpretación para figura 04: Para la obtención de cáscara de plátano *Musa paradisiaca* de la asociación de juguerías de las cuales se recolectó de seis (6) establecimientos, ubicados en la Av. el Niño al costado del mercado central de Provincia de El Collao – llave, donde en primer establecimiento se recolectó 1.1 kg, en el segundo 1.3 kg, en el tercero 2.1 kg, en el cuarto 1.2 kg, en el quinto 1.4 kg, en el sexto 1.3 kg.

Elaboración de bioplástico a partir de cáscara de plátano obtenido.

Los componentes para la elaboración de bioplástico son: materia prima (cáscara de plátano *Musa paradisiaca*), ácido acético (vinagre), glicerina, agua destilada y maicena.

Excluyendo el primer muestra solo se tomó como muestra testigo, para la muestra de bioplástico, de 104 g de cáscara de plátano *Musa paradisiaca* obtenido, se agregó 300 ml de agua destilada, 10 ml de ácido acético (vinagre), 10 ml de glicerina y 40 g de maicena. La mezcla resultante en la elaboración se dispersó sobre un espacio plano en una placa de vidrio para su secado durante 24 horas a temperatura ambiente. En la tabla 06, se detallan las concentraciones para los experimentos.

Tabla 06: Concentraciones de las muestras para la elaboración del bioplástico.

Muestras	Parámetros					
	Cantidad de cáscara musa paradisiaca (g)	Cantidad de agua destilada (ml)	Cantidad de ácido acético (ml)	Cantidad de glicerina (ml)	Maicena (g)	Temperatura °C
01	Muestra Testigo (Botella descartable)					
02	104 g	300 ml	10 ml	10 ml	40 g	24 h Temperatura del ambiente

Fuente: elaboración propia.

Ya finalizada con el proceso de la elaboración del bioplástico obtenido, se procedió a evaluar las muestras de biodegradabilidad y densidad.

4.2 CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)

“Determinar la biodegradación de bioplásticos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.”

Se determinó la biodegradación para ambas muestras, para la muestra testigo se tomó a la botella descartable y se llegó a los siguientes resultados.

Tabla 07: Biodegradación del bioplástico de cáscara de plátano *Musa paradisiaca*.

Biodegradabilidad	Medida de las muestras	Día 1	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	Día 50
Agua	Largo	10	10	9.2	7.5	5.4	0
	Ancho	10	10	9	7.8	6	0
Tierra	Largo	10	10	10	8	7.2	4
	Ancho	10	10	10	8.3	6.8	4.2
Temperatura ambiente	Largo	10	10	10	10	8	5.4
	Ancho	10	10	10	10	8	6.8

Fuente: elaboración propia

Interpretación para tabla 07: se colocaron tres muestras de bioplásticos respectivamente, donde se evaluó la biodegradación de cada muestra durante 50 días; cada uno de ellos se colocó en agua, tierra (suelo húmedo) y temperatura ambiente consecutivamente; los tres especímenes tenían 10 cm de largo y 10 cm de ancho. Se observó que, en 50 días, la muestra en suelo húmedo se degradó mínimamente, la muestra en agua el último día se rompió (ver Anexo 08) y la muestra a temperatura ambiente no se degradó en absoluto.

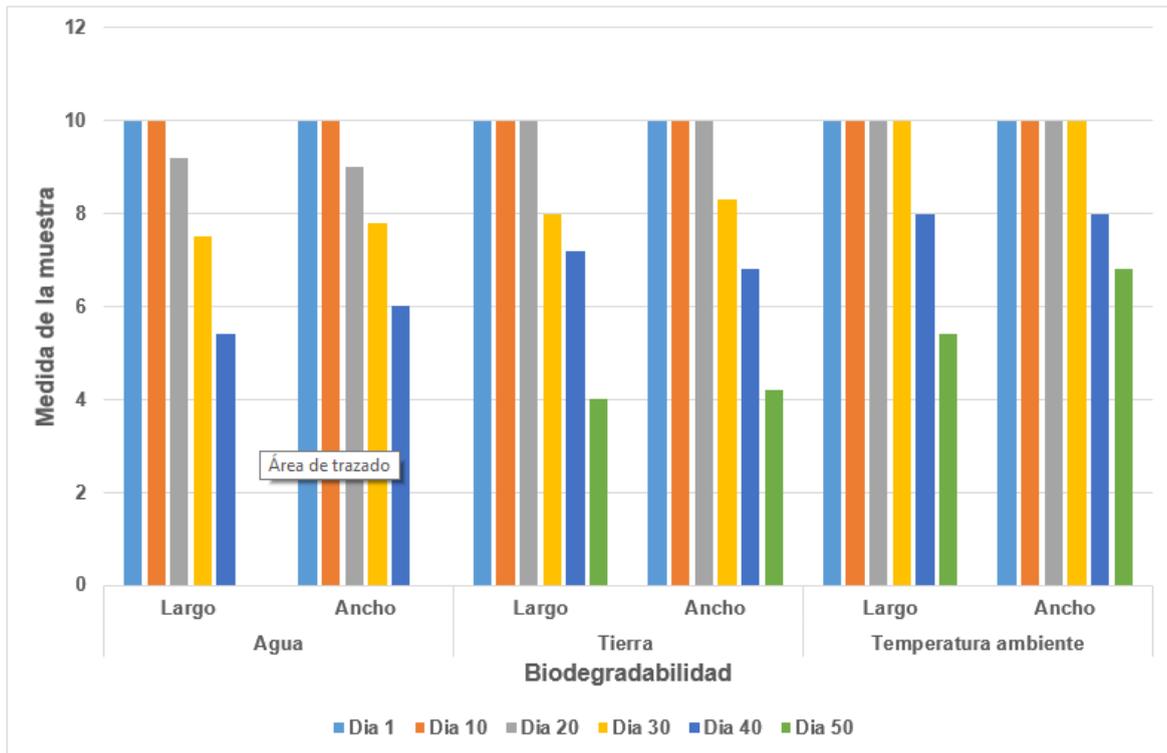


Figura 05: Evaluación de la biodegradabilidad en tres muestras.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, después de completar el proceso de fabricación de bioplásticos, cabe mencionar que el producto de la mezcla en la preparación se ha colocado firmemente sobre una placa de vidrio, ya que este tejido permite que la mezcla quede plana, y luego el secado de 24 horas y tiene la facilidad de despegarse de la placa. Se produjo un pequeño recipiente en forma de sobre de 20 cm de largo y 10 cm de ancho con buenas propiedades como tenacidad, flexibilidad y dureza.

4.3 CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)

“Calcular la densidad de bioplásticos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.”

Se calculó la densidad para el bioplástico obtenido y para la muestra testigo (botella descartable) llegando a los siguientes resultados.

Tabla 08: Densidad del bioplástico y muestra testigo (botella descartable).

	Peso (g)	Volumen (ml)	Densidad (g/cm ³)	Promedio
Bioplástico de	0.002	2	0.001	
cáscara de	0.002	2	0.001	
plátano musa				0.0035
paradisiaca	0.003	2	0.0015	
Muestra testigo	0.003	2	0.001	
(botella	0.003	2	0.001	
descartable)				0.001
	0.003	2	0.001	

Fuente: elaboración propia

Interpretación para tabla 08: se puede observar el cálculo final de densidad, para el bioplástico y muestra testigo para ambas se realizaron tres muestras los cuales tuvieron un peso los mismos se midió el volumen obteniendo la densidad de las tres muestras y finalmente se obtuvo el promedio de la densidad del bioplástico de cáscara de plátano *Musa paradisiaca* 0.0035 g/cm³ y para el muestra testigo (botella descartable) 0.001 g/cm³.

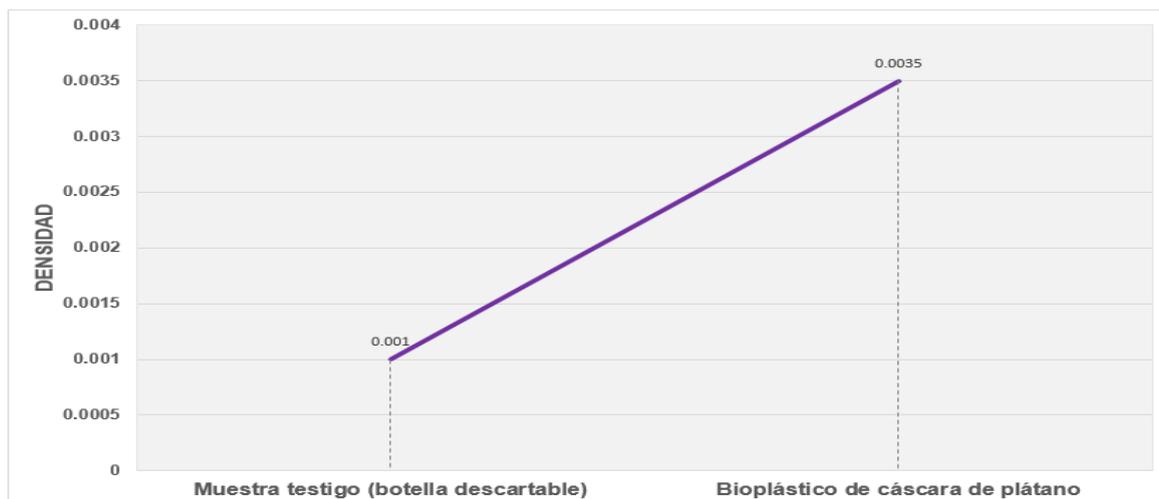


Figura 06: Densidad del bioplástico y muestra testigo (botella descartable).

Fuente: elaboración propia.

Interpretación para figura 06: con respecto en la gráfica anterior se puede observar una comparación mediante barras que el bioplástico de cáscara de plátano es mayor que la densidad del muestra testigo tomando como botella descartable.

4.4 ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS

-Con respecto a “**La selección del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* al aplicar es crucial para la elaboración de bioplásticos en El Collao – llave, 2021.**”

Los resultado obtenido en el presente trabajo de investigación demuestran que, la selección del aprovechamiento de las cáscaras del plátano *Musa paradisiaca* es completamente crucial donde se utilizó los componentes para la elaboración de bioplástico son: materia prima (cáscara de plátano *Musa paradisiaca*), ácido acético (vinagre), glicerina, agua destilada y maicena.

Puesto que para la muestra del bioplástico, se utilizo 104 g de cáscara de plátano *musa paradisiaca* obtenido, se agregó 300 ml de agua destilada, 10 ml de ácido acético (vinagre), 10 ml de glicerina y 40 g de maicena. La mezcla resultante en la elaboración se

dispersó sobre un espacio plano en una placa de vidrio para su secado durante 24 horas a temperatura ambiente, finalmente se acepta la hipótesis planteada ya que el reaprovechamiento de cáscara de plátano *Musa paradisiaca* al aplicar es crucial para elaboración de bioplástico.

-Con respecto a **“Tiene menor tiempo de biodegradación los bioplásticos obtenidos, a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* respecto al plástico polietileno convencionales.”**

Con la elaboración de bioplástico a partir de reaprovechamiento de cáscaras de plátano *Musa paradisiaca*, se evaluó la biodegradación de cada muestra durante 50 días; cada uno de ellos se colocó en agua, tierra (suelo húmedo) y temperatura ambiente consecutivamente; los tres especímenes tenían 10 cm de largo y 10 cm de ancho. Se observó que, en 50 días, la muestra en suelo húmedo se degradó mínimamente, la muestra en agua el último día se rompió y la muestra a temperatura ambiente no se degradó en absoluto. Se puede concluir que el bioplástico se degrada en menor tiempo respecto a los plásticos convencionales como la botella descartable que tarda de 100 a más años, finalmente la hipótesis planteada es aceptada ya que se experimentó que los bioplásticos tienen menor tiempo de biodegradabilidad.

-Con respecto a **“La densidad se calcula de manera eficaz en los bioplásticos obtenidos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* en El Collao – Ilave, 2021.”**

Con la elaboración del bioplástico a partir de cáscaras de plátano *Musa paradisiaca* puesto que la densidad se calculó de manera eficaz donde se obtuvo el promedio de la densidad del bioplástico de cáscara de plátano *Musa paradisiaca* 0.0035 g/cm^3 y para el muestra testigo (botella descartable) 0.001 g/cm^3 , concluyendo que la hipótesis es aceptada de manera eficaz por que se cálculo la densidad de bioplásticos obtenidos.

DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación de bioplásticos obtenidos a partir de residuos orgánicos como la cáscara de plátano *Musa paradisiaca* tienen la capacidad de ser utilizados en la actualidad, ya que tienen características similares a los plásticos sintéticos como densidad y flexibilidad estos biopolímeros tienden a degradarse en poco tiempo, contribuyendo así al cuidado y protección del medio ambiente. Por tanto, se comparó el procesamiento del bioplástico con varios trabajos previos del trabajo de investigación.

De esta manera observando mis antecedentes de la investigación de Humpiri (2018) tiene una similitud en cuanto a la biodegradabilidad de bioplástico elaborado a partir de cascara de platano donde se degrado en 40 días con un porcentaje de 2.46% hasta 85.64%, por ende en nuestro trabajo de investigación los bioplástico obtenidos de cáscara de plátano *Musa paradisiaca* se degradaron en 50 días en un 98%.

Por otro lado, concuerda con la mía y con las investigaciones de Llerena y Monzón (2017), Barrios (2017), Lama (2018) y Humpiri (2018) Usaron glicerina o "glicerol" en la producción de bioplásticos, este producto favorece a la elaboración de bioplásticos y ofrece flexibilidad, ya que este producto natural tiene propiedades plastificantes; La glicerina se usa ampliamente en todas las preparaciones de biopolímeros y se convierte en uno de los materiales más importantes en el proceso de fabricación.

Con respecto al resultados de calcular la densidad es similar al del autor Chinchayhuara y Quispe (2018), elaboraron su bioplastico a base de cascara de platano y mango donde calculo la densidad de los bioplásticos elaborados primeramente peso en una balanza y del mismo modo utilizando un probeta de 200 ml se coloca 100 ml de agua destilada.

Introducir la muestra del bioplástico hasta que quede completamente sumergido registrar cuánto sube el nivel del agua con una regla y se aplica las fórmulas siguientes:

Fórmula 1. cálculo del volumen del bioplástico.

$$V_{\text{solido}}(\text{cm}^3) = V_{\text{final}}(\text{ml}) - V_{\text{inicial}}(\text{ml})$$

Fórmula 2. cálculo de la densidad $d = \frac{m(\text{g})}{v(\text{cm}^3)}$

Donde:

$m = \text{Masa del biopolimero}$

$v = \text{Volumen del agua}$

En el proceso de investigación se presentaron algunas dificultades con respecto a los materiales y equipos para la producción de bioplásticos, el clima fue un factor muy importante para el secado de estos, sin embargo, estos procedimientos se mejoraron a tiempo. Sin embargo, la meta se logró en un 90%.

CONCLUSIONES

PRIMERO: Se logró elaborar un bioplástico a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de *Musa paradisiaca* (plátano) a nivel laboratorio/casero. El bioplástico elaborado está compuesto por glicerina (10 ml), vinagre (10 ml), maicena (40 g) y agua destilada (300 ml), removido a 55° C y secado por 24 h a temperatura ambiente. por lo que es una alternativa viable y amigable con cuidado y protección ambiental, haciendo que el bioplástico sea apto para ser usado como un biopolímero alternativo.

SEGUNDO: Con respecto a los objetivos específicos (1), se determina la muestra de biodegradación, donde se demostró que el bioplástico es completamente biodegradable, se pudo concluir que las muestras en agua, tierra (suelo húmedo) y temperatura ambiente, se dio la degradación en el transcurso de 50 días. ya que en la comparación se evaluó la biodegradabilidad en poco tiempo respecto a los plásticos convencionales.

TERCERO: Con respecto a los objetivos específicos (2), se calculó la densidad de manera eficaz donde el bioplástico elaborado a partir de cáscara *Musa paradisiaca* (plátano), obtuvo el promedio de densidad de bioplástico de cáscara *Musa paradisiaca* (plátano) 0.0035 g/cm³ y para el muestra testigo (botella descartable) 0.001 g/cm³.

RECOMENDACIONES

- A las empresas, instituciones (públicas y privadas) desarrollen proyectos de investigación respecto a los bioplásticos a partir de materiales orgánicos, ya que, éstos se degradan en poco tiempo, de esta manera se contribuye con el cuidado del ambiente y salud de las personas.
- A los investigadores a ejecutar diferentes estudios sobre biodegradabilidad de los bioplásticos donde se precise en qué tiempo se degradará el producto y analizar qué impactos pueden causar éstos en el ambiente.
- A los futuros tesisistas a seguir descubriendo más alternativas de solución respecto al uso desmedido de los plásticos sintéticos, ya que éstos causan graves impactos negativos provocando daños y deterioros en los ecosistemas, especialmente los marinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, A. L. (2020). *Elaboración de bioplástico de queratina obtenida de residuos de plumas de aves de corral y quitosano*. Universidad de las Américas, Quito-Ecuador.
- Aguilar, N. M., Arteaga-Cardona, F., De Anda Reyes, M. E., Gervacio-Arciniega, J. J., y Salazar-Kuri, U. (2019). Magnetic bioplastics based on isolated cellulose from cotton and sugarcane bagasse. *Materials Chemistry and Physics*, 238, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.121921>
- Alfonzorivas. (2021). Alfonso Rivas. Recuperado 8 de mayo de 2021, de Alfonso Rivas website: <http://www.alfonzorivas.com/>
- Barrios, V. M. F. (2017). *Reaprovechamiento de las cáscaras de plátano Musa paradisíaca para la elaboración de bioplástico en Yangas—Santa Rosa de Quives, 2017*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru.
- Bautista, J. R. (2017). *Diseño e implementación pedagógica de los conceptos de densidad y calor (en el modelo teórico de la termodinámica) usando el desarrollo teórico del aprendizaje significativo. Estudio de caso: Grado undécimo “Madres en situación de vulnerabilidad socio-económica” (IDIPRON)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, Colombia.
- Bejarano, N. L. (2018). *Estudio de las propiedades mecánicas de un biopolímero a partir del contenido de almidón de cáscara de plátano*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa - Peru.
- Cárdenas, M. A. (2018). *Extracción de almidón a partir de residuos de banano (Musa paradisíaca) para la elaboración de un biopolímero*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador.
- Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Núñez, N., y Peñaloza, S. (2015). Bioplástico a base de la cáscara del plátano. *Revista de Iniciación Científica*, 1(1), 34-37.

- Ccencho, S. (2018). *Uso de biomasa seca (cáscara de plátano) como bioadsorbente de Arsénico en agua subterránea, Cruz del Médano, Morrope, Lambayeque, a nivel laboratorio—2018* (Universidad César Vallejo). Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/20198/Ccencho_MS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chinchayhuara, R. K., y Quispe, R. D. P. (2018). *Elaboración de bioplásticos con residuos orgánicos a base de cáscara de plátano y mango para reducir la contaminación por el uso de plásticos sintéticos en Trujillo – 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo-Perú.
- Chuquista, J. A., y Uriarte, E. J. (2020). *Elaboración de bioplástico usando la cáscara de Musa × paradisiaca (plátano) recolectada del mercado Modelo, Chiclayo*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo - Perú.
- Cubilla, K., González, Y., Montezuma, G., y Samudio, M. (2020). Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable. *Revista de Iniciación Científica*, 5(2), 15-20. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.2.2496>
- Díaz-Díaz, M. A., Rivas-Trasancos, L., Martínez-González, J., Teuteló-Núñez, R., y Salazar-Alemán, D. (2020). Aplicación del método zahn-wellens para determinar biodegradabilidad de un producto antiderrame. *Revista Cubana de Química*, 32, 262-272.
- García, A. V. (2015). *Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz*. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, San Salvador.
- García, I. (2017). 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. *Universidad Nacional de Ucayali*, Pucallpa-Perú.
- Garrido, R. S. (2020). *Elaboración de un bioplástico a partir de la palta (persea*

americana) con cáscara de plátano (*musa paradisiaca*) y almidón de papa (*solanum tuberosum*), con su efecto de elasticidad (Universidad Nacional de Piura). Universidad Nacional de Piura, Piura - Perú. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2451/IAIA-GAR-COR-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guerrero, L. (2020). *Grado de biodegradabilidad del bioplástico elaborado con almidón de plátano verde (Musa paradisiaca L.)*. Universidad Nacional de Jaen, Jaen - Peru.

Humpiri, Y. N. (2018). *Reutilización de residuos de la cáscara de banano (musa cavendish) y plátano (Musa paradisiaca) para la obtención de bioplásticos*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú.

Jimenez-Rosado, M., Zarate-Ramírez, L. S., Romero, A., Bengoechea, C., Partal, P., y Guerrero, A. (2019). Bioplastics based on wheat gluten processed by extrusion. *Journal of Cleaner Production*, 239, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117994>

Lama, J. A. L. (2018). Elaboración de bioplástico aprovechando la pectina presente en la cáscara de naranja valencia (*Citrus × sinensis*) reforzado con almidón de yuca a nivel de laboratorio – UCV sede Lima Norte 2018. *Universidad Cesar Vallejo, Lima - Peru*.

Llerena, J. L., y Monzón, L. J. (2017). Elaboración de un envase biodegradable a partir de almidón obtenido de arroz quebrado (*oryza sativa*), queratina obtenida de residuos avícolas (plumas) fortificado con residuos de cáscaras de mango (*mangifera indica*). *Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa - Peru*.

Lopez, C. J., Álvarez-Castillo, E., Estrada Yáñez, M. R., Bengoechea, C., Guerrero, A., y Orta Ledesma, M. T. (2020). Development of bioplastics from a microalgae consortium from wastewater. *Journal of Environmental Management*, 263, 110353. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110353>

Mejía, G. (2018). *Cultivo de plátano (Musa paradisiaca)*. Centro nacional de tecnología

Agropecuaria y forestal.

Mexpolimeros. (2021). Clasificación de los biopolímeros. Recuperado 13 de mayo de 2021, de Polímeros termoplásticos, elastómeros y aditivos website: <https://www.mexpolimeros.com/clasificación-de-los-biopolimeros.html>

Meza, P., Quipezco, L., y Meza, V. (2019). Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad—Proyecto de laboratorio. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 22(43), 67-80. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i43.16691>

Moreno, P. (2020). Estudio de la biodegradabilidad y compostabilidad de los diferentes plásticos (Universidad Politécnica de Cartagena). *Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena - España*. Recuperado de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8887/tfm-mor-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

National Geographic. (2018, noviembre 16). Todo lo que necesitas saber sobre los bioplásticos ¿Qué es el bioplástico? Recuperado 12 de abril de 2021, de National Geographic website: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/11/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-bioplasticos>

New jersey department of health. (2017). *Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas (Ácido Acético)*. Recuperado de <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0004sp.pdf>

Ortega, M. B. (2019). Elaboración de bioplástico a partir de paja y residuos de granos de arroz. *Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa - Perú*.

Pizá, H. S., Rolando, S., Ramirez, C. C., Villanueva, S., y Zapata, A. P. (2017). Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. *Universidad de Piura, Piura - Perú*.

- Reyna, H. A. (2018). *Comparación de dos polímeros, uno a base de almidón de papa y otro a base de almidón de papa y goma xantan* (Universidad De San Carlos Guatemala). Universidad De San Carlos Guatemala, Guatemala. Recuperado de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF1498.pdf>
- Rimac, A. C. (2019). *Bioplásticos*. Universidad Científica del Sur, Lima - Perú.
- Roman, M. C., y Perez, Y. K. (2019). *Bioplásticos degradados a base de almidón termoplástico modificado y alginato de sodio reforzado con montmorillonita sódica*. Universidad Peruana Union, Lima - Peru.
- Tantalean, G., y Abanto, V. (2019). *Influencia del porcentaje en peso de Carboximetilcelulosa y CaCO₃ en la resistencia mecánica del biopolimero obtenido a base de almidón de cáscara de Musa paradisiaca (plátano)*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.
- Torres-Rivero, L. A., Ben-Youssef, B. C., y Pérez-Gasca, M. F. (2019). Características de la glicerina obtenida del proceso de la reacción del metóxido de sodio en la producción del Biodiesel. *Revista de Energía Química y Física*, 18-28. <https://doi.org/10.35429/JCPE.2019.18.6.18.28>
- Vanegas, E. (2020). *Efecto del agua destilada y agua lluvia en la respuesta físico mecánica de un suelo residual originado de rocas ígneas. (Universidad Nacional de Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78450/1044101307.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Vicente, R. (2018). *Aprovechamiento de la cáscara residual de la Musa balbisiana para la obtención de bioplástico en el Mercado APECOLIC - Comas—2018*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú.
- Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., y Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista chilena de nutrición*, 45(3), 271-278.

<https://doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271>

Zhang, C., Wang, C., Cao, G., Wang, D., y Ho, S.-H. (2019). A sustainable solution to plastics pollution: An eco-friendly bioplastic film production from high-salt contained *Spirulina* sp. residues. *Journal of Hazardous Materials*, 388, 1-32.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121773>

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
<p>G E N E R A L</p> <p>¿En qué medida apoya la reutilización de cáscaras de plátano <i>Musa Paradisiaca</i> en la producción de bioplásticos en la ciudad de El Collao - Ilave, 2021?</p>	Elaborar un bioplástico a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> en El Collao – Ilave, 2021.	La selección del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> al aplicar es crucial para la elaboración de bioplásticos en El Collao – Ilave, 2021.	<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Cáscara de plátano, <i>Musa paradisiaca</i>.</p>	Aprovechar la cáscara de plátano <i>Musa paradisiaca</i>	Fecha de Recolección	Días
					Disponibilidad	Temporada
<p>E S P E C I F I C O S</p> <p>¿Cuál es el tiempo de biodegradación de bioplásticos obtenidos, a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> en El Collao – Ilave, 2021?</p> <p>¿Se calculará de manera eficaz la densidad de los bioplásticos obtenidos, a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> en El Collao – Ilave, 2021?</p>	Determinar la biodegradación de los bioplásticos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> en El Collao – Ilave, 2021.	Tiene menor tiempo de biodegradación los bioplásticos obtenidos, a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> respecto al plástico polietileno convencionales.	<p>DEPENDIENTE</p> <p>Elaboración de bioplástico.</p>	Procedimiento para la elaboración del bioplástico	Cáscara de plátano	g
					Maizena	ml
					Ácido acético	ml
					Glicerina	ml
					Almidón	ml
					Propiedades Físicas	Densidad
	Calcular la densidad de los bioplásticos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> en El Collao – Ilave, 2021.	La densidad se calcula de manera eficaz en los bioplásticos obtenidos a partir del reaprovechamiento de las cáscaras de plátano <i>Musa paradisiaca</i> en El Collao – Ilave, 2021.			Biodegradación	cm/días

Fuente: elaboración propia

ANEXO 02: Análisis de parámetros en los bioplásticos.

Biodegradación: Se determinó con la medición de largo y ancho del bioplástico de un tamaño de 10 x 10 luego se puso las muestras en el tierra de suelo húmedo, agua y temperatura del ambiente durante varios días y apesar que pase los días se irá midiendo el largo y ancho de la muestra hasta que el bioplástico sea biodegradado completamente, por consiguiente esto se puede realizar haciendo una comparación con el plástico sintético (botella descartable) de igual tamaño que el bioplástico y se va determinando con la medición de largo y ancho diario.

Densidad: Se tomó una muestra de bioplástico de 10 x 10 centímetros, se pesó en la balanza digital en gramos (g) y en una probeta de 200 ml se colocó 100 ml de agua destilada. Introducir la muestra del bioplástico hasta que quede completamente sumergido registrar cuánto sube el nivel del agua con una regla y se aplica las fórmulas siguientes:

Fórmula 1. cálculo del volumen del bioplástico.

$$V_{\text{solido}}(\text{cm}^3) = V_{\text{final}}(\text{ml}) - V_{\text{inicial}}(\text{ml})$$

Fórmula 2. cálculo de la densidad $d = \frac{m(\text{g})}{v(\text{cm}^3)}$

Donde:

$m = \text{Masa del biopolimero}$

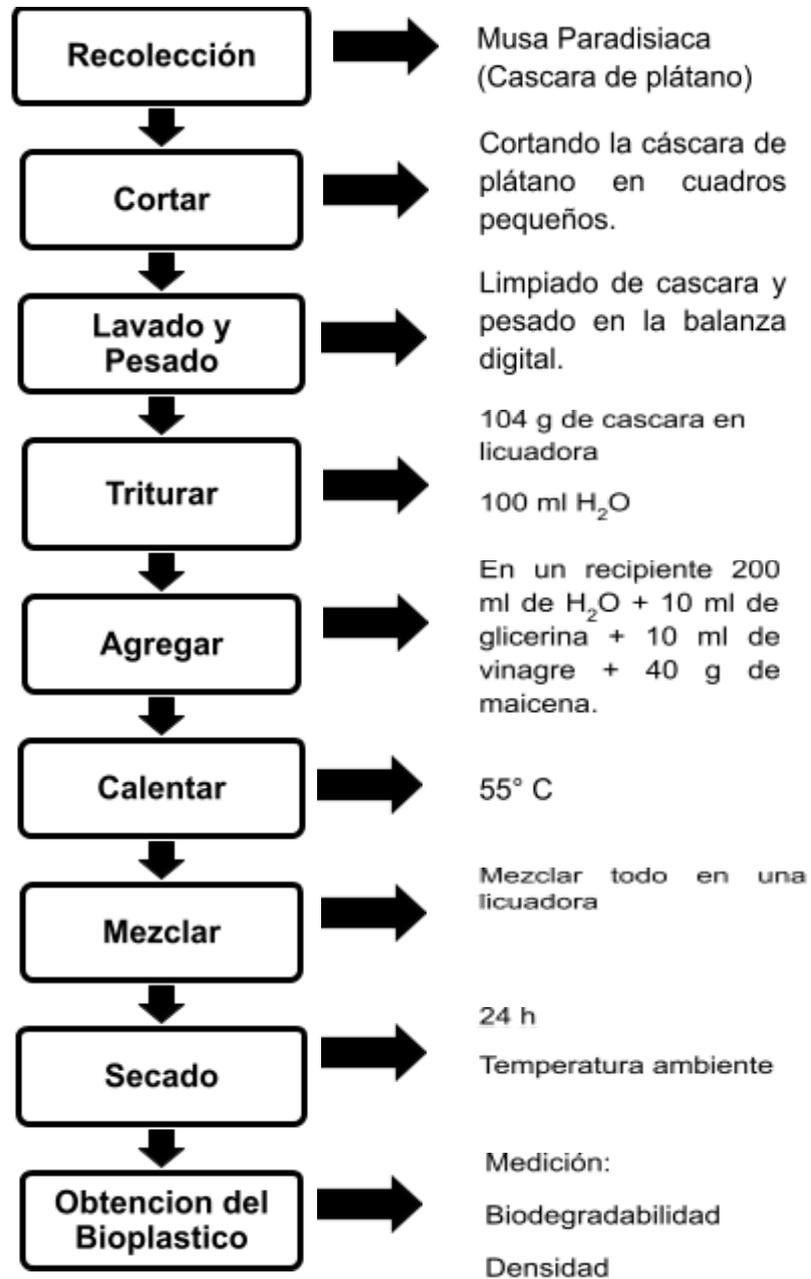
$v = \text{Volumen del agua}$

ANEXO 03: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDADES
V1. Variable independiente Cáscara de plátano, <i>Musa paradisiaca</i> .	Aprovechar la cáscara de plátano <i>Musa paradisiaca</i>	Fecha de Recolección	Días
		Disponibilidad	Temporada
		Cantidad	g/kg
V2. Variable dependiente Elaboración de bioplástico.	Procedimiento para la elaboración del bioplástico	Cáscara de plátano	g
		Maizena	ml
		Ácido acético	ml
		Glicerina	ml
		Almidón	ml
	Propiedades Físicas	Densidad	g/cm ³
		Biodegradabilidad	cm/días

Fuente: elaboración propia

ANEXO 04: Diagrama de flujo, procedimiento.



Fuente: elaboración propia

ANEXO 05: Recolección de las cáscaras de plátano, *Musa paradisiaca*.



ANEXO 06: Materiales e insumos utilizados en la elaboración del bioplástico.



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07: Imágenes respecto a la obtención de bioplástico de la cáscara de plátano *Musa paradisiaca*, procedimiento.



Cáscara de plátano musa paradisiaca (materia prima)



Cortando la cáscara de plátano en cuadros pequeños.



Peso de la cáscara de plátano en la balanza.

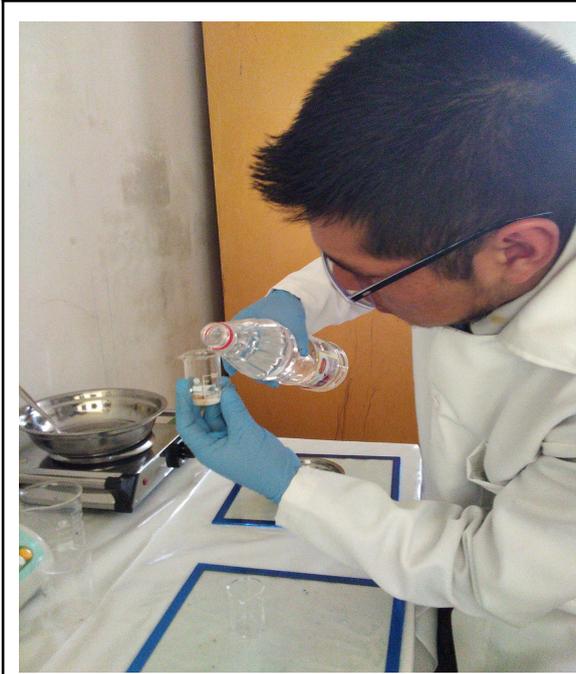


Medida agua destilada.



Mezcla agua destilada y cáscara de plátano en licuadora.

Peso de la maizena en la balanza digital.



Medida de vinagre.



Medida de glicerina.



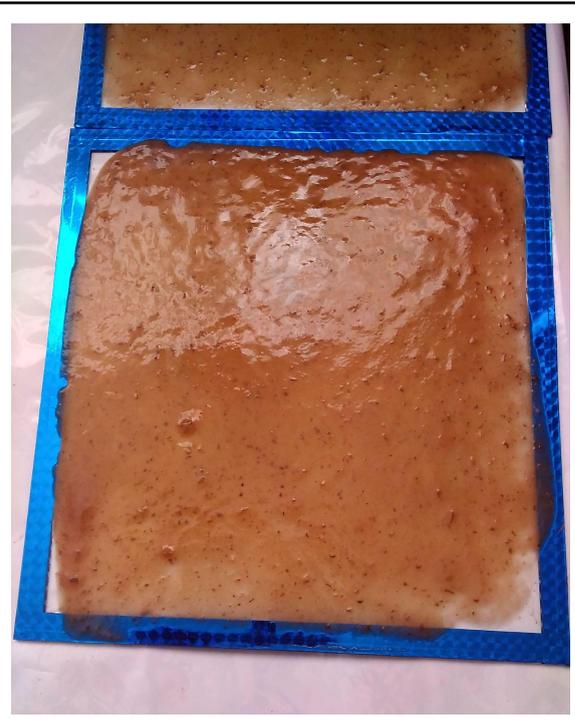
Mezclar los insumos en un recipiente.



Calentamiento de la mezcla.



Licuada de ambas mezclas.



Vertido y dispersado en placa de vidrio.

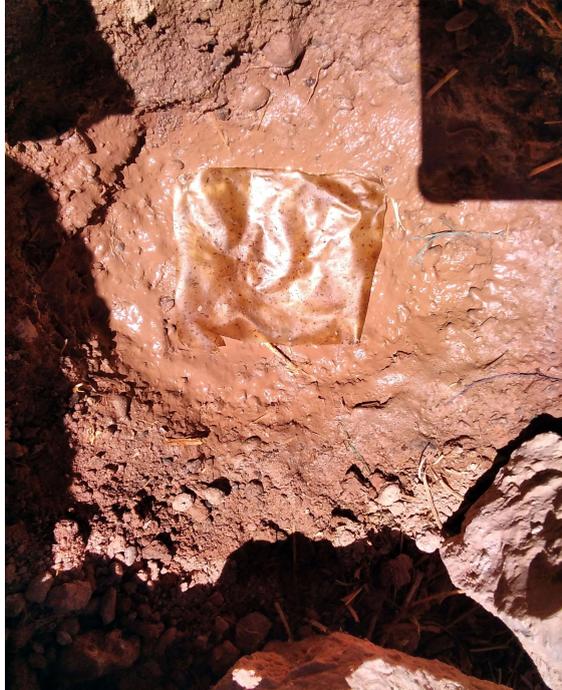


Secado de cáscara de plátano.



Bioplástico obtenido de cáscara de plátano.

ANEXO 08: Imágenes con respecto a la biodegradación de bioplásticos en suelo húmedo, agua y temperatura ambiente.

	
<p>Muestras para biodegradación.</p>	<p>Muestra en agua.</p>
	
<p>Muestra en tierra (suelo húmedo)</p>	<p>Muestra temperatura ambiente.</p>



Ruptura de la muestra de agua

Tabla : Normas para la determinación de biodegradabilidad de plásticos

CÓDIGO	NOMBRE
ASTM G21-96	Determinar la resistencia de materiales poliméricos a hongos.
ASTM 5247	Determina la biodegradación anaeróbica de plásticos degradados por microorganismos.
ASTM 5338 - 98	Determina la biodegradación aeróbica de plásticos degradados por microorganismos.
ASTM 5988 - 96	Determina la biodegradación aeróbica en suelos de materiales plásticos o residuos plásticos después de composteo.
ASTM 6002 – 96	Especificación estándares para plásticos de composteo.
ASTM 6400 - 99	Evalúa la posibilidad de composteo de plásticos degradados ambientalmente.