

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ
CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

TESIS

“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA *Musa paradisiaca*
(Plátano) PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES.
HUACHO 2019”

PRESENTADO POR:

ISABELLA DANIELA PEREZ HUAMAN

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

ASESOR:

MG. RONALD LUIS RAMOS PACHECO

C.I.P. N° 131168

HUACHO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarle a mis queridos padres: Felicísimo Pérez Caururo y Juliana Huamán Vargas, por ser quienes me supieron alentar y apoyar incondicionalmente en los momentos difíciles con todo su amor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque nos guía en el sendero de la vida, nos ama y bendice incondicionalmente.

A mi padre Felicísimo Pérez Caururo por ser un padre amoroso y dedicado que con su trabajo logro apoyarme en mis estudios hasta poder ser una profesional. Te amo.

A mi madre Juliana Huaman Vargas, por ser una madre luchadora y ejemplo a seguir, que con su esfuerzo logro sacarme adelante, sin darse por vencida ante los obstáculos y por confiar siempre en mí. Te amo.

A mis hermanos, aunque seamos diferentes, aun así hemos sabido apoyarnos, los quiero.

A mi novio Hamilton Huaranga Medina por tenerme paciencia y estar en los momentos difíciles apoyándome y alentando.

A mi asesor Ronald Luis Ramos Pacheco por apoyarme y ser mi orientador para que esta tesis se haga realidad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación de la investigación.....	16
1.4.1. Recursos Humanos:.....	16
1.4.2. Recursos materiales:.....	16
1.4.3. Recursos económicos:.....	16
1.5. Delimitaciones del estudio	16
1.5.1. Delimitación espacial	16
1.5.2. Delimitación temporal.....	17
1.6. Viabilidad del estudio	17
1.6.1. Tecnológica.....	17
1.6.2. Social	17
1.6.3. Ambiental.....	17
1.6.4. Económica.....	17
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes Internacionales	19
2.1.3. Otras Publicaciones.....	19
2.2. Bases teóricas.....	20
2.2.1. Origen y distribución geográfica.	20
2.2.2. Taxonomía y morfología.....	20
2.2.3. Partes fisiológica del plátano.....	21
2.2.4. Propiedades físicas de fibras vegetales	23
2.2.5. Proceso a la Sosa.....	24

2.2.6.	Producción del plátano en el Perú	25
2.2.7.	Preocupación medio ambiental actual	27
2.2.8.	Contaminación por envases descartables.....	28
2.2.9.	Envases descartables actuales.....	28
2.2.10.	Descripción del proceso general.....	32
2.2.11.	Fortalezas y debilidades	40
2.2.12.	Recuperación de subproductos	41
2.2.13.	Confinamiento de desechos.....	41
2.2.14.	Análisis técnico del proceso	41
2.2.15.	Especificación técnica de equipos	44
2.2.16.	Reacciones químicas principales	45
2.3.	Definiciones conceptuales.....	45
2.4.	Formulación de las hipótesis	46
2.4.1.	Hipótesis general	46
2.4.2.	Hipótesis específicas	46
III.	METODOLOGÍA	47
3.1.	Diseño Metodológico.....	47
3.1.1.	Tipo de Investigación	47
3.1.2.	Nivel de investigación.....	47
3.1.3.	Diseño	47
3.1.4.	Enfoque.....	47
3.2.	Población y Muestra.....	47
3.3.	Operacionalización de variables e indicadores	48
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.4.1.	Técnicas a emplear	48
3.4.2.	Descripción de los instrumentos.....	49
3.4.2.1.	Muestras.....	49
3.4.2.2.	Reactivos.....	49
3.4.2.3.	Materiales de laboratorio	49
3.4.2.4.	Equipos de laboratorio.....	49
3.5.	Técnicas para el procesamiento de la información	49
IV.	RESULTADOS	50
4.1.	Determinación del cloro residual.....	50
4.2.	Determinación del % de humedad.....	51
4.3.	Determinación del % de Ceniza	53
4.4.	Determinación de pH	55
4.5.	Determinación del gramaje	56

4.6.	Determinación de la densidad	57
4.7.	Determinación del espesor	58
4.8.	Determinación del color	61
V.	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1.	Discusión	63
5.2.	Conclusiones.....	63
5.3.	Recomendaciones.....	65
VI.	FUENTES DE INFORMACIÓN	66
6.1.	Fuentes Bibliográficas.....	66
6.2.	Fuentes Electrónicas	66
ANEXOS	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema radicular	21
Figura 2. Tallo (rizoma).....	21
Figura 3. Pseudotallo	22
Figura 4. Fruto	23
Figura 5. Raquis.....	23
Figura 6. Exportación de platano 2019.....	25
Figura 7. Desechos plásticos.....	28
Figura 8. Desechos de poliestireno	28
Figura 9. Presentación de envases de poliestireno.....	31
Figura 10. GPPS cristal.....	31
Figura 11. GPPS en CD	31
Figura 12. Envases desechables como polipropileno	32
Figura 13. Recipientes alimenticios.....	32
Figura 14. Almacenamiento.....	32
Figura 15. Clasificación.....	33
Figura 16- Descortezado.....	33
Figura 17. Cortado	34
Figura 18. Lavado.....	34
Figura 19. Triturado	35
Figura 20. Tamizado	35
Figura 21. Cocción.....	36
Figura 22. Filtración	36
Figura 23. Lavado	37
Figura 24. Blanqueado.....	37
Figura 25. Filtración	38
Figura 26. Lavado	38
Figura 27. Moldeado.....	39
Figura 28. Prensado	39
Figura 29. Prensado	40
Figura 30. Estructura química de la lignina	45

Figura 31. Estructura de la celulosa.....	45
Figura 32. Determinación de cloro residual de raquis.	50
Figura 33. Determinación de cloro residual de pseudotallo.	50
Figura 34. Determinación de cloro de cáscara.....	51
Figura 35. Masa final de raquis.	52
Figura 36. Masa final del pseudotallo.....	52
Figura 37. Masa final de cáscara	53
Figura 38. Masa de ceniza de raquis.....	53
Figura 39. Masa de ceniza del pseudotallo	54
Figura 40. Masa de ceniza de cáscara.....	54
Figura 41. pH de raquis.....	55
Figura 42. pH de pseudotallo.....	55
Figura 43. pH de cáscara.....	55
Figura 44. Masa y área de la muestra de raquis.....	56
Figura 45. Masa y área de la muestra de pseudotallo	56
Figura 46. Masa y área de la muestra de cáscara.....	57
Figura 47. Color de raquis mediante la tabla Munsell.....	61
Figura 48. Color de pseudotallo mediante la tabla Munsell	61
Figura 49. Color de cáscara mediante la tabla Munsell.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Exportación de platano 2019 y 2018	26
Tabla 2. Fortalezas y debilidades.....	40
Tabla 3. Especificación técnica de equipos	44
Tabla 4. Operacionalización de variables e indicadores.	48
Tabla 5. Espesor de moldes de raquis	58
Tabla 6. Espesor de moldes de pseudotallo	59
Tabla 7. Espesor de moldes de cáscara	60

DIAGRAMAS

Diagrama 1. PBD	42
Diagrama 2. PFD	43

Aprovechamiento de residuos de la *Musa paradisiaca* (Plátano) para la obtención de envases biodegradables. Huacho 2019

RESUMEN

Objetivo: Obtener envases biodegradables a partir de residuos del plátano (Pseudotallo, raquis y cáscara); siendo el pseudotallo y el raquis desechados después de las cosechas sin un otro uso por los mismos cultivadores de la ciudad de Huaral y la cáscara después de ser consumida, obteniendo de las tres materias primas envases biodegradables muy útiles para la sociedad. El trabajo experimental, desarrollado a nivel de laboratorio, consistió en ensayos experimentales mediante la deslignificación con hidróxido de sodio y el blanqueo con hipoclorito de sodio.

Resultados: Los envases obtenidos son de color amarillento, ligeramente liso, sin olor y sabor, que puede ser utilizados como: bolsas de plan, platos de diferentes presentaciones, recipientes decorativos, entre otros. Los mejores resultados obtenidos fueron del raquis, obteniendo un color mucho más blanco amarillento que el pseudotallo y la cascara, y en cuanto a la textura, la cascara de plátano es el más liso entre los otros dos.

Palabras clave: raquis, pseudotallo, deslignificación, envases.

Use of the *Musa paradisiaca* waste (PLÁTANO) to obtain biodegradable packaging. Huacho 2019

ABSTRACT

Objective: Obtain biodegradable containers from banana waste (Pseudotallo, rachis and skin); being the pseudostem and the rachis discarded after the harvests without another use by the same cultivators of the city of Huaral and the shell after being consumed, obtaining of the three raw materials biodegradable containers very useful for the society. The experimental work, developed at the laboratory level, consisted of experimental tests by delignification with sodium hydroxide and bleaching with sodium hypochlorite.

Results: The obtained containers are yellowish , slightly smooth, without odor and flavor, which can be used as: plan bags, plates of different presentations, decorative containers, among others. The best results obtained were from the rachis, obtaining a much more yellowish white color than the pseudostem and the skin, and in terms of texture, the banana peel is the smoothest among the other two.

Key words: rachis, pseudostem, delignification, packaging.

INTRODUCCIÓN

Los envases son muy útiles hoy en día en toda sociedad, siendo los de plástico los más desechados por la humanidad. Hoy en día se busca alternativas para reducir la contaminación ambiental, siendo los envases biodegradables uno de ellos. Por otro lado Quihue (2014) citó que el cultivo del plátano tiene en el Perú un 25% de rendimiento internacional, sin embargo nuestra exportación es mínima. Durante la cosecha para consumo interno y externo, lo aprovechable es el 30% de toda la plantación, siendo lo demás sin ser utilizado como el raquis, pseudotallo y cáscara. (p.5)

Por otro lado las materias primas desechadas son utilizadas en esta investigación para obtener envases y se presentan los resultados de las pruebas experimentales desarrolladas a nivel laboratorio.

Los envases obtenidos, son de color amarillento, ligeramente liso, sin olor y sabor. Los usos que se pueden dar son: bolsa de pan, platos de diferentes presentaciones, envases decorativos, cartulinas, entre otros; de acuerdo al último tratamiento de la pasta para el producto especificado. Por otro lado los residuos finales de la muestra, pueden destinarse para producir compost de uso agrícola, así como también pesticida a base de lignina para cultivos aledaños.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Quihue (2014) afirma:

Hoy en día el cultivo del plátano tiene en el Perú un 25% de rendimiento internacional, sin embargo nuestra exportación es mínima. Durante la cosecha para consumo interno y externo, lo aprovechable es el 30% de toda la plantación, siendo lo demás sin ser utilizado. (p.5)

Quihue (2014) afirma:

Luego de la producción quedan residuos sin ser utilizados como el raquis, pseudotallo, hojas y cáscara, cuyos residuos tienen nutrientes muy significantes, siendo los principales como los carbohidratos, proteínas y fibras, que posiblemente pueden servir como alimentación tanto para los animales y el hombre, debido a que comúnmente son tirados y encendidos a fuego libre. Cabe decir que la contaminación ambiental producida es elevada, debido a que se contamina del agua, suelen ser el hogar de insectos, roedores que dañan a la plantación. Esto genera una mala higiene por todo lo acumulado y al mismo tiempo genera la contaminación gaseosa. Internacionalmente la producción de papel causa la tala inescrupulosa de árboles para su elaboración, siendo esta principal razón que hace que investigadores se interesen y ayuden a la industria de los subproductos generados por el plátano y otros restos orgánicos. (p.5)

El presente trabajo tiene como objetivo determinar un método para el aprovechamiento del pseudotallo, raquis y cáscara del plátano, siendo el principal objetivo la obtención de envases biodegradables, realizándose experimentalmente de tal forma que ayude a la elaboración de envases, siendo una alternativa amigable con el ambiente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo determinar un método al aprovechamiento de residuos de la Musa Paradisiaca (Plátano) para la obtención de envases biodegradables. Huacho 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo determinar la concentración de cloro residual en la obtención de envases biodegradables?
- ¿Cómo determinar el porcentaje de ceniza en la obtención de envases biodegradables?
- ¿Cómo determinar el porcentaje de humedad en la obtención de envases biodegradables?
- ¿Cómo determinar el pH en la obtención de envases biodegradables?
- ¿Cómo determinar la disminución de la contaminación ambiental con la obtención de envases biodegradables?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar un método al aprovechamiento de residuos de la Musa Paradisiaca (Plátano) para la obtención de envases biodegradables. Huacho 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de cloro residual en la obtención de envases biodegradables.
- Determinar el porcentaje de ceniza en la obtención de envases biodegradables.
- Determinar el porcentaje de humedad en la obtención de envases biodegradables.
- Determinar el pH en la obtención de envases biodegradables.

- Determinar la disminución de la contaminación ambiental con la obtención de envases biodegradables.

1.4. Justificación de la investigación

Esta investigación busca el uso alternativo de materia prima para la obtención de envases biodegradables, siendo los residuos del plátano conveniente para este proceso, debido a que es una materia orgánica desechada sin uso alternativo alguno. Este proyecto brindará un beneficio a la sociedad al darle un valor agregado a dicho residuo, siendo una mejora al hogar de los productores de plátano, a los trabajadores que trabajaran en dicho proyecto, así como de la población en general. También es un aporte para mitigar el impacto ambiental generado por los seres vivos.

1.4.1. Recursos Humanos:

- Tesista: Perez Huaman Isabella Daniela
- Asesor: Mg. Ramos Pacheco, Ronald Luis

1.4.2. Recursos materiales:

Para las pruebas de laboratorio, se harán gestiones para la utilización del laboratorio de la F.I.Q y M., mientras que las materias primas e insumos que se necesiten se comprarán en los respectivos establecimientos.

1.4.3. Recursos económicos:

Será financiado por el tesista.

1.5. Delimitaciones del estudio

1.5.1. Delimitación espacial

Esta investigación se realizó en el centro poblado esperanza alta, distrito de Huaral, Provincia de Huaral, Departamento de Lima, Perú; así como también en el laboratorio de la universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

1.5.2. Delimitación temporal

Este estudio comprende el periodo del año (2019).

1.6. Viabilidad del estudio

La realización de la investigación se da por la factibilidad de tener acceso a la información de tesis realizadas con metodologías de acuerdo al tema tratado, que han sido encontrados en páginas electrónicas, También es viable en los siguientes puntos:

1.6.1. Tecnológica

Se utiliza una laptop para tener la facilidad de obtener información sobre el presente tema de investigación.

1.6.2. Social

Importante disminución de la tala indiscriminada de árboles, teniendo una mejor calidad de vida, y de esta manera respirar un aire limpio.

1.6.3. Ambiental

Disminución de la contaminación ambiental, debido a que se evitara la quema de pseudotallos y raquis, mientras que la cascara que se arroja a los basurales evitara la contaminación al suelo y al agua por las plagas existentes.

1.6.4. Económica

Genera, a través de un tratamiento fisicoquímico un producto de alto valor, como son los envases biodegradables.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Seguidamente, se van a citar algunos trabajos de investigación relacionados con el tema a tratar en la problemática de esta investigación, cabe decir que estas investigaciones se han realizado anteriormente y que guardan alguna relación con la presente investigación. Explorando la documentación existente nacionalmente e internacionalmente.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Quihue (2014), de acuerdo a su investigación:

Obtención de fibras a partir de raquis de Plátano para la producción de pulpa de papel (Ayacucho-Perú), su objetivo fue detallar los parámetros óptimos para obtener pulpa de papel. Cuyo residuo vegetal utilizado fue el raquis, siendo su muestra de 25 Kg, los parámetros óptimos determinados fueron: concentración de hidróxido de sodio a 10, 13,15 y 18% por un tiempo de 60 a 70 min de cocción, siendo el % de lignina entre 2.98 y 3.78%. Determinó que a un incremento de temperatura de cocción, es mínimo el porcentaje de lignina. En cuyo estudio se trabajó a temperaturas de 70 a 85 °C, teniendo valores de pH de 7.05-7.54, recomendables para obtener una buena pulpa de papel. (p.109)

Avalos & Torres (2018) en su investigación denominada:

“Modelo de negocio para la producción y comercialización de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz” concluye lo beneficioso que es realizar una industria de envases biodegradables, siendo muy factible para comercios de delivery y una materia prima en abundancia en el Perú. (p.1)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Calle, Fernández, Godoy, Sempertegui, & Patiño (2014) desarrollaron la investigación:

Elaboración de papel a partir de pinzote de plátano, cuyo objetivo es la obtención de papel siendo el recurso natural los pseudotallos del plátano, donde cuya conclusión es trabajar experimentalmente teniendo en cuenta aumentar la resistencia de la pasta con la disminución de la concentración de NaClO iniciando desde un 5 %. (p.10)

Grisales & Giraldo (2004) en su investigación:

Empaques biodegradables a partir de fibra de plátano. Cuyo objetivo es examinar cuan factible es producir envases biodegradables de los residuos no aprovechables después de la cosecha del plátano. Siendo Colombia un país con suficiente producción de plátano y así generar una fábrica de papel y cartón, siendo una alternativa es términos de bajos costos. Además la generación de empleos y rentabilidad. (p.26)

2.1.3. Otras Publicaciones

Mazzeo, Libard, Mejía, Guerrero & Botero (2010) en su investigación:

Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y pos cosecha del plátano (Colombia). La finalidad del estudio es la elaboración de papel a partir del pseudotallo, obtener harina y almidón. Después de la cosecha los residuos del plátano como el pseudotallo son factibles para la elaboración de papel mediante procesos químicamente, de la obtención de harina se pudo elaborar panificación de galletas y apanados, que son muy buena para la alimentación. Posteriormente se pudo extraer almidón siendo el método húmedo más factible que el seco. (pp.136 - 137)

González, Daza, Caballero & Martínez (2016) de acuerdo con su trabajo:

Valuación de las propiedades fisicoquímicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel, (Colombia). La finalidad del estudio es examinar el contenido de celulosa en la diversidad de materias primas orgánicas. También se evaluó

la cantidad de lignina, hemicelulosa y propiedades fisicoquímicas que son muy importantes en la elaboración de papel. El estudio concluyó que la cantidad de celulosa de ciertas materias primas orgánicas son factibles para la elaboración de papel. La caracterización física demostró que mientras más elevado sea el contenido de humedad facilita el deterioro de las materias primas orgánicas, por ello debe trabajarse dichas materias primas lo más pronto posible. (p.512)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen y distribución geográfica.

El inicio del plátano se da en la región indomalaya, cuyo cultivo viene desde hace miles de siglos. Se distribuyó al sur y oeste de Indonesia, llegando hasta Hawaii y Polinesia. Las noticias del árbol llegó a Europa por el siglo III a.C., pero fue incluido en el siglo X. (Quihue, 2014, p.19)

“El fruto está dentro de las 4 frutas más importantes, el Caribe y los países de América Latina son los que exportan internacionalmente, siendo sin embargo la India y la China los primeros cultivadores. Los fundamentales importadores son Europa, EE.UU., Japón y Canadá” (Quihue, 2014, p.20).

2.2.2. Taxonomía y morfología

Familia: Musaceae.

Especie: *Musa x paradisiaca* L.

Planta: “Es un árbol de muchos metros de altura (de 3.5m a 7.5m), tiene rizoma pequeño y cuyo tallo es aparente de forma cilíndrica, terminando en una amplia copa (corona de hojas)” (Quihue, 2014, p.20).

2.2.3. Partes fisiológica del plátano

A) Sistema radicular

Son raíces que se encuentran en la superficie dentro de un espesor de 3 a 40 cm, aglomerándose la mayor cantidad entre los 15 a 20cm, suelen ser de colores blancos, amarillentos y con el tiempo firmes (resistentes), el ancho se encuentra dentro de 5 y 8 mm y su largo entre 2,5 a 3m, y finalmente la introducción de las raíces es muy frágil. (Quihue, 2014, p.20)

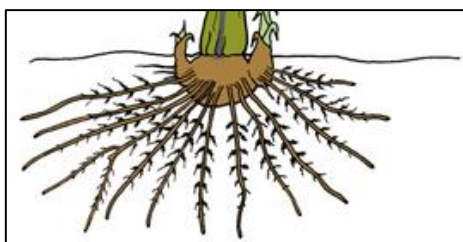


Figura 1. Sistema radicular

Fuente: Anne Vézina y Margarita Baena.

B) Tallo

“El tallo tiene una apariencia circular (tierras ligeras) carnosos por su abundante parénquima y elevada cantidad de agua. Se pueden ver dos áreas: cortical externa y cilindro central” (Quihue, 2014, p.21).

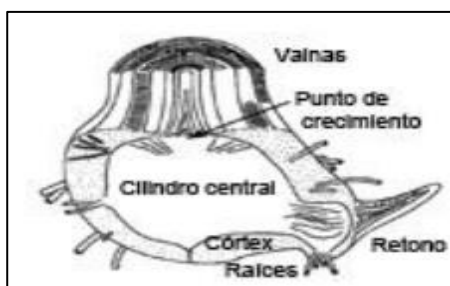


Figura 2. Tallo (rizoma)

Fuente: Anne Vézina y Margarita Baena.

C) Pseudotallo

“Se inicia en el corno y constituye la elevación de las hojas. Su color inicial es blanco, tomando después un color verde, la función principal es dar resistencia al sistema foliar” (Quihue, 2014, p.21).



Figura 3. Pseudotallo
Fuente: Elaboración propia

D) Sistema foliar

Dividido en cuatro partes que son: apéndice, limbo, seudopecíolo y vaina.

a) Vaina o yaguas

“Su origen está en la tuna meristemática configurando una forma recta estable, de forma circular, dicho trabajo es el soporte del sistema foliar” (Quihue, 2014, p.22).

b) Seudopecíolo

“Es la zona donde se une la vaina con la nervadura central, su función es resistir las láminas foliares” (Quihue, 2014, p.22).

c) Limbo

“Constituida por la nervadura central y lateral” (Quihue, 2014, p.22).

d) Nervadura central

“Cuya función es de transportar y dar soporte a los semilimbos, es de estructura rígida, estrecha, apariencia verde amarillo y es responsable de la actividad de los semilimbos” (Quihue, 2014, p.22).

e) Fruto

“Constituida por la aglomeración de pulpa, la cantidad de manos es fija, solo cambia por factores hídricos” (Quihue, 2014, p.23).



Figura 4. Fruto

Fuente: Anne Vézina y Margarita Baena.

E) Raquis

Saborio (1981; véase en Quihue, 2014) afirma: “Es el eje que resiste las manos del plátano en el racimo y de cada planta nace un solo raquis” (p. 23).

Álvaro y Asturias (1999; véase en Quihue, 2014) manifiestan que: “La fabricación de papel a partir de raquis tiene un aprovechamiento ecológico, debido a que es un residuo desechado y también se presta para elaborar compost y bocashi” (p.23).



Figura 5. Raquis

Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Propiedades físicas de fibras vegetales

“La fibra es un filamento orgánico proveniente de un vegetal o animal, así como también de compuestos minerales” (Quihue, 2014, p.26).

A continuación se detalla algunas propiedades físicas:

- **Largura:** Quihue (2014) citó que: “Distancia de la fibra antes de hilar” (p.27).
- **Diámetro:** Quihue (2014) citó que: “Medida de un corte transversal” (p.27).

- **Resistencia:** Quihue (2014) citó que: “Es la fuerza que pone dificultad a la rotura” (p.27).
- **Color:** Quihue (2014) citó que: “Lo define su estructura celular. Teniendo: blanco, amarillo, gris, entre otros” (p.27).
- **Brillo:** Quihue (2014) citó que: “Es la capacidad de reflejar la luz” (p.27).
- **Elasticidad:** Quihue (2014) citó que: “Propiedad que tiene las fibras de recobrar su extensión y forma primitiva” (p.27).

2.2.5. Proceso a la Sosa

Casey en (1994; véase en Quihue, 2014) define:

Es uno de los procesos más remotos que constituye en adecuar la materia prima (trocear, licuar, triturar) sometidos a una cocción con NaOH a una temperatura elevada y cierto tiempo, esto va a depender de que calidad de pulpa se quiere utilizar. Este proceso se divide en diferentes etapas, desde el acondicionamiento de la materia prima hasta recobrar los reactivos utilizados, y el purgamiento de las lejías. Durante el proceso de cocción es muy importante obtener la mayor cantidad de lignina para poder retirarla mediante un posterior lavado y así obtener una buena calidad de pulpa. (p.44)

De acuerdo Casey (1991; véase en Quihue, 2014) manifiesta que:

El hidróxido de sodio es muy fácil de preparar ya que solo se necesita hacer la dilución teniendo el peso de la sosa requerida en un volumen de agua. Siendo una solución muy utilizada en diferentes materias primas. Durante el proceso los componentes de la fibra sufren diferentes cambios que mediante el lavado son retirados. (p.45)

2.2.6. Producción del plátano en el Perú

“La producción de banano fue de 182,000 tn, cuyo volumen aumento en un 14.65%. Las regiones de mayor producción fueron: San Martín (13.19%), Ucayali (11.67%), Loreto (1.55%) y Piura (84.73%)” (Economía y Finanzas, 2018, párr.1).

“En el 2018, la cantidad exportada fue de 21,000 tn, teniendo una elevada salida en Holanda, EE.UU., Alemania y República de Corea” (Economía y Finanzas, 2018, párr.2).

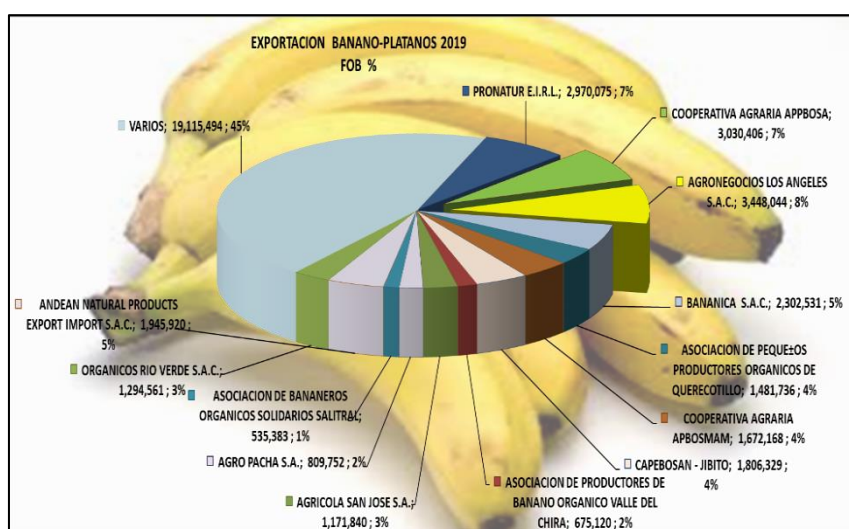


Figura 6. Exportación de plátano 2019

Fuente: SUNAT

Tabla 1. Exportación de platano 2019 y 2018

AÑO	2019			2018		
MES	FOB	KILOS	PREC.PROM	FOB	KILOS	PREC.PROM
ENERO	14387977	20587037	0.70	16271019	22456160	0.72
FEBRERO	11970783	17467855	0.69	16097875	22308223	0.72
MARZO	16695834	24221520	0.69	16009468	22008390	0.73
ABRIL	10799482	15712269	0.69	13488474	18628029	0.72
MAYO	-	-	-	14852157	20839633	0.71
JUNIO	-	-	-	13148997	18229600	0.72
JULIO	-	-	-	12411373	17229848	0.72
AGOSTO	-	-	-	12031793	16714524	0.72
SEPTIEMBRE	-	-	-	13554610	18939207	0.72
OCTUBRE	-	-	-	12999669	18073628	0.72
NOVIEMBRE	-	-	-	12799875	17800439	0.72
DICIEBRE	-	-	-	12431653	17186094	0.72
TOTALES	53854076	77988681	0.69	166096963	230413775	0.72
PROMEDIO	13463519	19497170	-	13841414	19201148	-
% CRECIMIENTO ANUAL	-3%	2%	-4%	13%	15%	-2%

Fuente: SUNAT.

2.2.7. Preocupación medio ambiental actual

Empresa Editora El Comercio (2016; véase en Avalos & Torres, 2018) citó que:

“Nuestro país produce 18,817 tn de inmundicia por día, llenándose 3 veces el Estadio Nacional por día” (p.17).

Empresa Editora El Comercio (2016; véase en Avalos & Torres, 2018) citó que:

Los residuos que se producen al año aumentan cada vez más, siendo casi nada lo que se hace en cuanto al reciclaje. Teniendo en Lima el 4% de reciclaje de un total de 8,468 tn de basura por día. Sin olvidar que es nuestra ciudad principal. También es importante decir que se puede dar muchos usos a la basura como el compostaje. (p.18)

TVPERÚ (2015; véase en Avalos & Torres, 2018) citó que:

Más del 50% que se ajunta de basura en el litoral es plástico en diferentes presentaciones, siendo una problemática de la destrucción de flora y fauna del mar peruano y de nuestras playas. Teniendo en segundo lugar a las botellas con 55,194 unid y seguidamente a las bolsas, envolturas y envases. (p.17)

Avalos & Torres (2018) citó que:

Hoy en día en nuestro país se tiene La Ley General de Residuos N° 2000, donde indica que se debe tener un manejo y gestión seguro de los residuos, asegurando así el bienestar de la comunidad, teniendo la obligación de elaborar proyectos de diferentes tipos que ayuden con la disminución de los residuos. (p.18)

Avalos & Torres (2018) citó que:

“La Ley N° 26842 señala la obligación del estado peruano frente a sustancias y productos químicos de alto riesgo que debe tomar precauciones para asegurar la salud de la comunidad “(p.19).



Figura 7. Desechos plásticos
Fuente: Rolly Reyna/El Comercio

2.2.8. Contaminación por envases descartables

Crhoy (2015; véase en Avalos & Torres, 2018) citó que:

Cada año se produce una elevada cuantía de inmundicia producto de utensilios de un solo uso, que demoran en degradarse en más de 1000 años. A continuación se evidencia en la **Figura 8** envases de plásticos que por más que sean quemados prevalecen en el ambiente en forma de micro partículas dañinas para el aire. (p.19)



Figura 8. Desechos de poliestireno
Fuente: Tele 13 (2015)

2.2.9. Envases descartables actuales

Avalos & Torres (2018) citó que:

“En la actualidad la calidad de vida de la sociedad se basa en consumir comida rápida, a bajo precio, llevados al hogar, cuyo material más factible y fácil son los recipientes desechables” (p.20).

Avalos & Torres (2018) citó que:

“Los recipientes desechables se fortalecen en la industria gastronómica debido a que facilitan la disminución de tiempo de servicio y genera un bajo costo, siendo estos recipientes descartables la fuente de contaminación más elevada” (p.21).

2.2.9.1. Composición

Hoy en día las sustancias más utilizadas son:

1. Poliestireno

Avalos & Torres (2018) citó que: “Se produce de la polimerización del estireno, siendo un polímero que está formado de carbono y hidrogeno. Al ambiente es un sólido y se lleva a elevadas temperaturas para elaborar moldes y luego se enfrían” (p.21).

a) Tipos de Poliestireno

Fundamente son cinco:

- **Poliestireno Cristal (GPPS)**

Avalos & Torres (2018) citó que: “Es la polimerización del estireno puro siendo un sólido transparente, de elevada brillantez, firme y quebradizo. A elevadas temperaturas es fácil moldear dándose diversas presentaciones” (p.21).

- **Poliestireno de Alto Impacto (HIPS)**

Avalos & Torres (2018) citó que: “Es producto de añadir un 14% de caucho al GPPS para aumentar su oposición mecánica, se aplica en: carcasa de televisor, puerta y parte interna de refrigeradores” (p.21).

- **Poliestireno Expandido (EPS)**

Avalos & Torres (2018) cito que: “Es demasiado ligero debido a que se constituye de un 98% de poliestireno y 2% de pentano (gas) que genera burbujas que disminuyen la densidad” (p.21).

- **Poliestireno Extruido (XPS)**

Avalos & Torres (2018) citó que: “A partir de GPPS fundido se logra generar introduciendo gas, una espuma firme y sòlida llamada poliestireno extruido. Se utilizan en bandejas de comida, asi como tambièn en vasos, planchas aislantes” (p.21).

- **Poliestireno Biorientado (BOPS)**

Avalos & Torres (2018) citó que: “Se utiliza en recipientes de uso alimenticio, debido a su apariencia cristalina y por su brillantez. Se aplican en: envases para dulces, vegetales, ensaladas, entre otros” (p.22).

b) Algunas aplicaciones de los plásticos (2011):

Avalos & Torres (2018) citó que:

- Recipientes alimenticios: “Como envases de leche, queso, recipientes de comida al paso, suelen ser de diferentes colore” (p.22).
- Vajilla: “Como platos, vasos, cubiertos, entre otros. Como se ve en la **Figura 9** (p.22).
- En la **Figura 10** y **Figura 11** se aprecia el poliestireno cristal utilizados en cajas de CD. (p.22)
- Producción de recipientes descartables elaborado por extrusión-termo. (p.22)
- Se utiliza también en ropa deportiva. (p.22)



Figura 9. Presentación de envases de poliestireno
Fuente: Ecoportal



Figura 10. GPPS cristal
Fuente: Kovalplast



Figura 11. GPPS en CD
Fuente: Villalbaestano

2. Polipropileno

Avalos & Torres (2018) citó que: “Es un termoplástico originado por la polimerización del propileno” (p.23).

a) Algunas Aplicaciones, detalladas en Quiminet (2005):

Avalos & Torres (2018) citó que:

- Cucharas, vasos, platos, juguetes, partes de dispositivos, empaquetaduras, materiales de laboratorio y botellas, como se puede ver en la **Figura 12** y **Figura 13** (p.24)
- Utilizado para el transporte de diferentes fluidos. (p.24)
- Utilizado en conducciones de calefacción. (p.24)

- Elaboración de sacos, bolsas y envolturas. (p.24)
- Fabricación textil (p.24)
- Artículos de papelería. (p.24)



Figura 12. Envases desechables como polipropileno
Fuente: Equipamiento hogares



Figura 13. Recipientes alimenticios
Fuente: Solo Stock (2016)

2.2.10. Descripción del proceso general

- Recepción y Almacenado

El raquis y el pseudotallo son almacenados a temperatura ambiente por un periodo de un día para evitar su descomposición y la cascara de plátano retenida por 2 horas para evitar su oxidación.

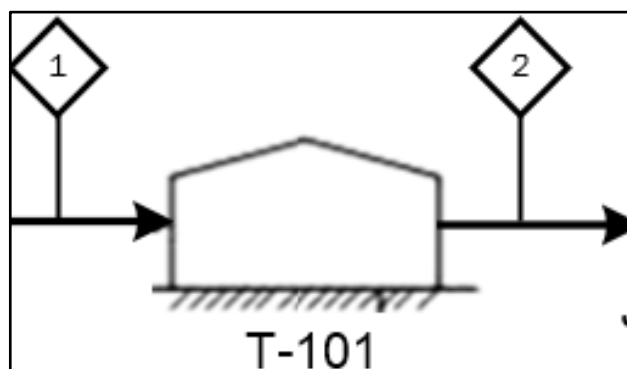


Figura 14. Almacenamiento
Fuente: Elaboración propia

- **Clasificación**

El raquis, pseudotallo y la cascara son clasificados según su estado en que son traídos, deseamos todo aquello que están en mal estado o los que están a punto de descomponerse.

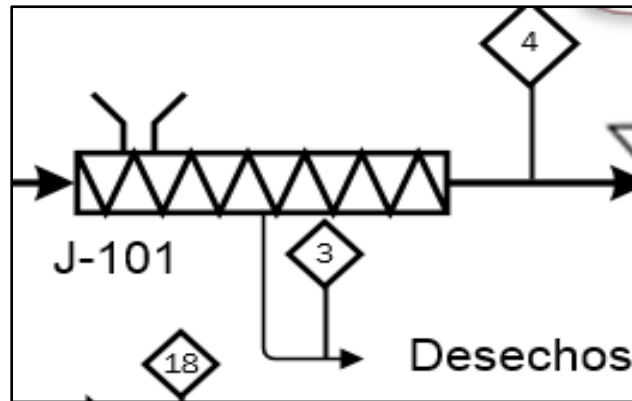


Figura 15. Clasificación
Fuente: Elaboración propia

- **Descortezado**

Esta etapa facilita la obtención de la celulosa, debido a que se retira la corteza ya que no es aprovechable para obtener la pasta celulósica (Aplica para el pseudotallo y raquis) en la cascara solo cortar los extremos.

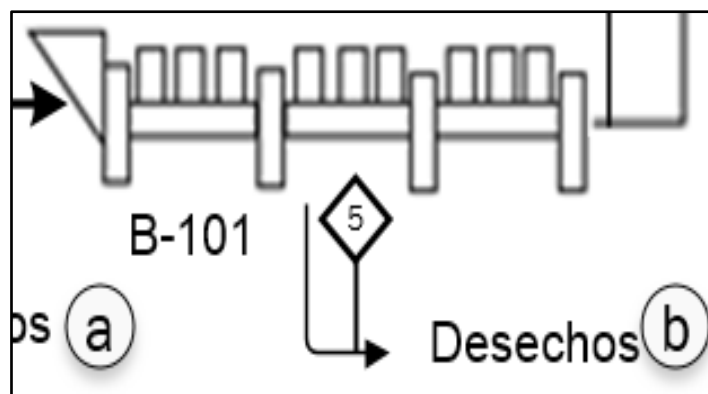


Figura 16- Descortezado
Fuente: Elaboración propia

- **Cortado**

Consiste en cortar el raquis, pseudotallo y la cascara en pedazos pequeños de aproximadamente 1cm cúbicos.

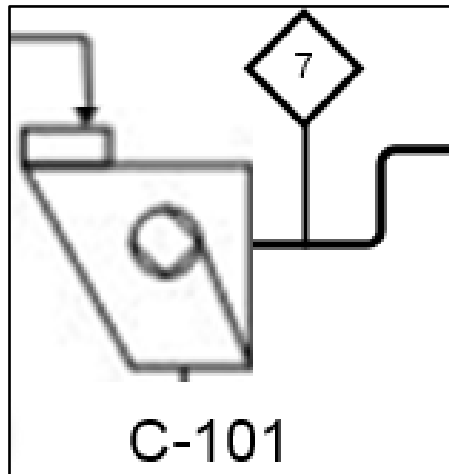


Figura 17. Cortado
Fuente: Elaboración propia

- **Lavado**

Después de ser cortados el raquis, pseudotallo y la cáscara pasan a ser lavados, se les lava con agua a temperatura ambiente para eliminar los lodos que se encuentran en el raquis, pseudotallo y la cáscara.

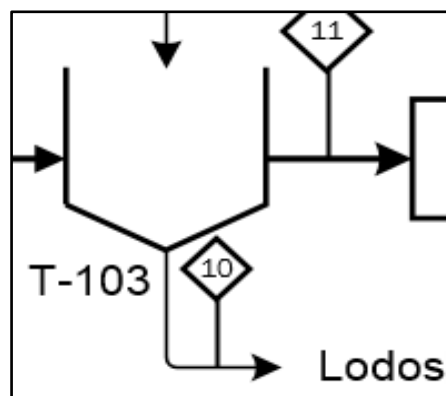


Figura 18. Lavado
Fuente: Elaboración propia

- **Triturado**

Una vez lavada la materia prima se procede a triturarla para una uniformidad de tamaño entre las partículas que facilite la obtención de celulosa, obteniendo como resultado una homogenización de la pasta.

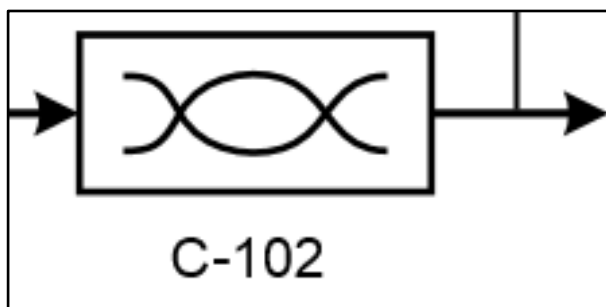


Figura 19. Triturado
Fuente: Elaboración propia

- **Tamizado**

Una vez que la materia prima haya sido triturada se procede a pasar por unos tamices, para que las partículas de mayor tamaño se queden en la superficie y al final se obtenga tamaños de partículas uniformes.

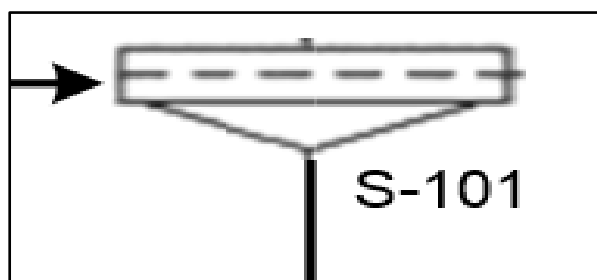


Figura 20. Tamizado
Fuente: Elaboración propia

- **Cocción**

El raquis, pseudotallo y la cáscara son introducidos en una olla (Reactor batch), se agrega un 15% en peso de las fibras en NaOH disuelta en agua. Este proceso trabaja con una temperatura de 100-104°C, por un tiempo de 15 minutos para eliminar la lignina que representa 9-10% del raquis y pseudotallo.

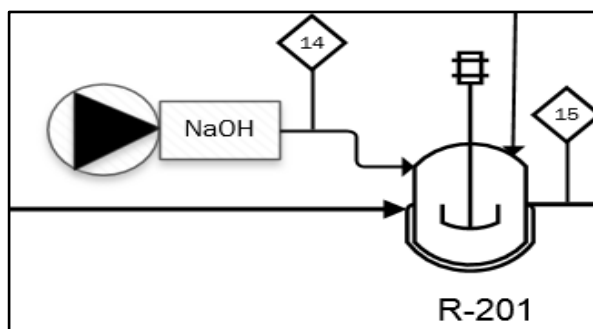


Figura 21. Cocción
Fuente: Elaboración propia

- **Filtración**

Una vez pasado el tiempo de cocción se retira de la olla y se pasa a filtrar con agua para separar la fibra de la soda caustica (NaOH).

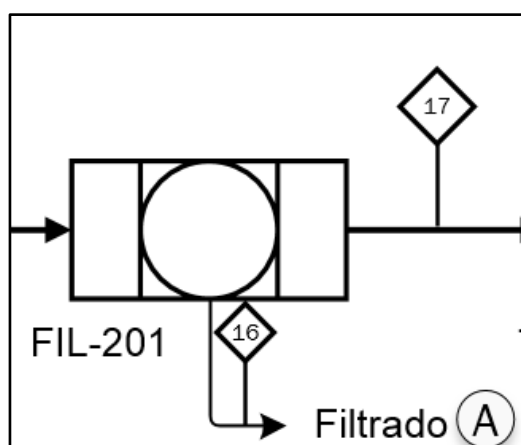


Figura 22. Filtración
Fuente: Elaboración propia

- **Lavado**

En este proceso es necesaria abundante agua para eliminar la presencia de los residuos NaOH quedados en las fibras, este proceso se lleva a cabo hasta lograr obtener un pH neutro aproximadamente, ya que si se tiene un pH muy básico es porque aún hay presencia de NaOH.

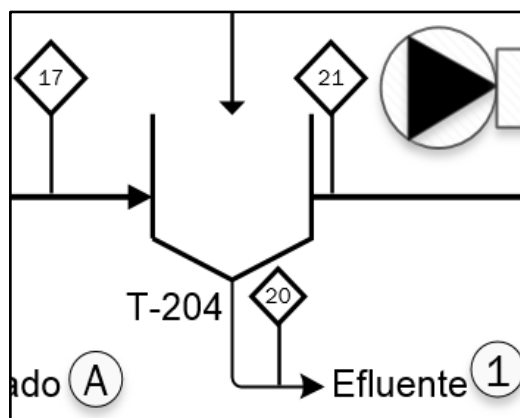


Figura 23. Lavado
Fuente: Elaboración propia

- **Blanqueado**

En esta etapa se utiliza NaClO al 7,5 %, tarda alrededor de 1-2 horas, en este proceso es donde la pasta queda de un color blanco amarillento es decir ya no contiene lignina.

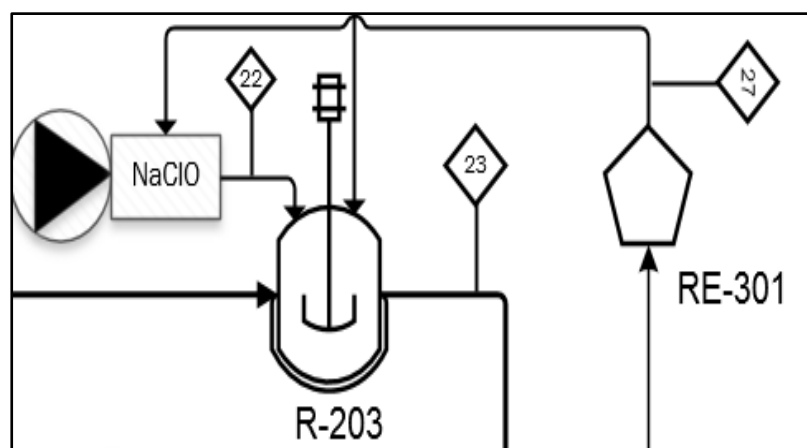


Figura 24. Blanqueado
Fuente: Elaboración propia

- **Filtración**

Una vez terminado el proceso de blanqueado se pasa a filtrar con agua para separar el NaClO de la fibra blanqueada.

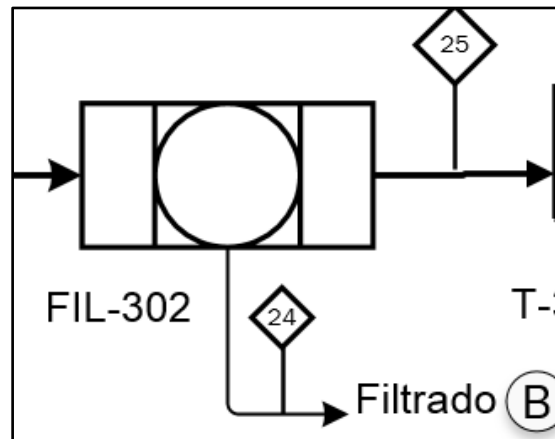


Figura 25. Filtración
Fuente: Elaboración propia

- **Lavado**

Posteriormente se lava con agua para eliminar el NaClO completamente y otras sustancias presentes en la pasta.

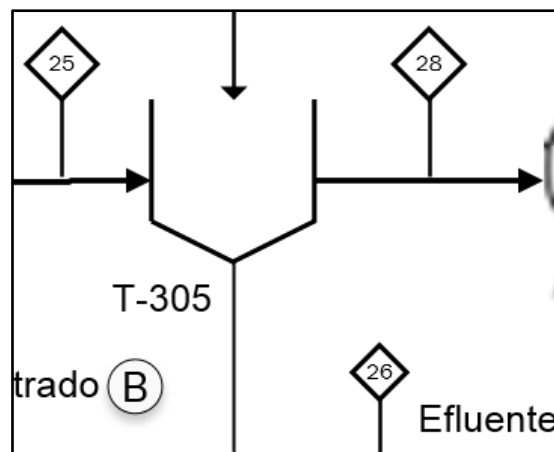


Figura 26. Lavado
Fuente: Elaboración propia

- **Moldeado**

La pulpa blanqueada ya dispersada en agua pasa a un molde para obtener los envases biodegradables.

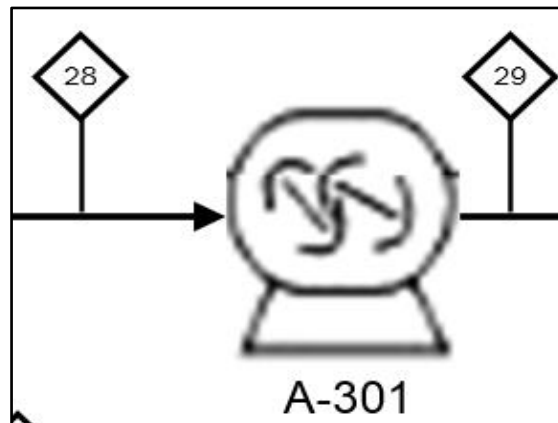


Figura 27. Moldeado
Fuente: Elaboración propia

- **Prensado**

El envase ya moldeado se lleva a las prensas para eliminar casi por completo el agua contenido en ellas.

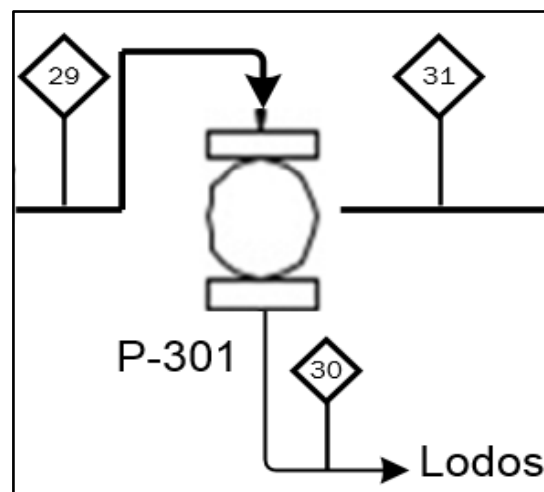


Figura 28. Prensado
Fuente: Elaboración propia

- **Secado**

En el proceso de secado se utiliza cilindros planchadores a una temperatura de 50 °C. También se puede secar a temperatura ambiente.

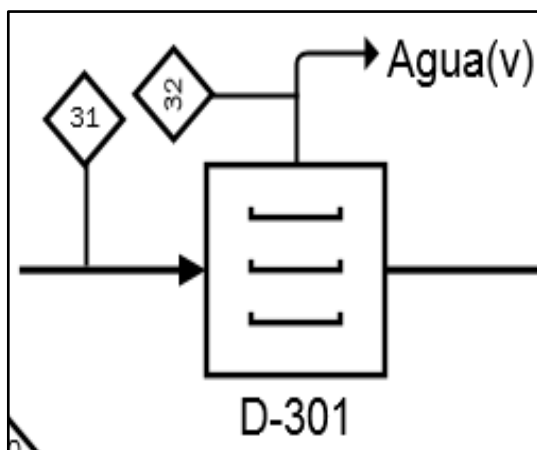


Figura 29. Prensado
Fuente: Elaboración propia

- **Almacenamiento**

Los envases se almacenan y están listas para su posterior venta y comercialización.

2.2.11. Fortalezas y debilidades

Tabla 2. Fortalezas y debilidades

Fortaleza	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Contamos con información sobre el tema de elaboración de envases biodegradables. • Contamos con el apoyo de un ingeniero con conocimiento del tema. • Contamos con tesis respecto a la elaboración de envases. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se encuentra información acerca de la elaboración de envases biodegradables a nivel industrial.
<ul style="list-style-type: none"> • Tenemos un laboratorio de operaciones unitarias. • La materia prima se recolecta de los campos de plantaciones de plátano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para descortezar el raquis y pseudotallo se debe de tener cuidado de no sacar tanta fibra de la materia.
<ul style="list-style-type: none"> • Tendremos más conocimientos sobre la producción de envases biodegradables. 	<ul style="list-style-type: none"> • No poder hacer la investigación a escala industrial por mi poca experiencia.

Fuente: Elaboración propia

2.2.12. Recuperación de subproductos

En el proceso se pueden observar que se obtiene después de la cocción lignina como efluente, No obstante después de un tratamiento puede ser vendido como pesticidas, lo cual generara más ingresos y harán más rentable el proceso.

2.2.13. Confinamiento de desechos

Durante la clasificación y descortezado se desecha gran cantidad de materia orgánica que se puede utilizar como abono para fertilizar las tierras de cultivo de los alrededores, después de un tratamiento de compostaje.

2.2.14. Análisis técnico del proceso

2.2.14.1. Diagrama PBD y PFD

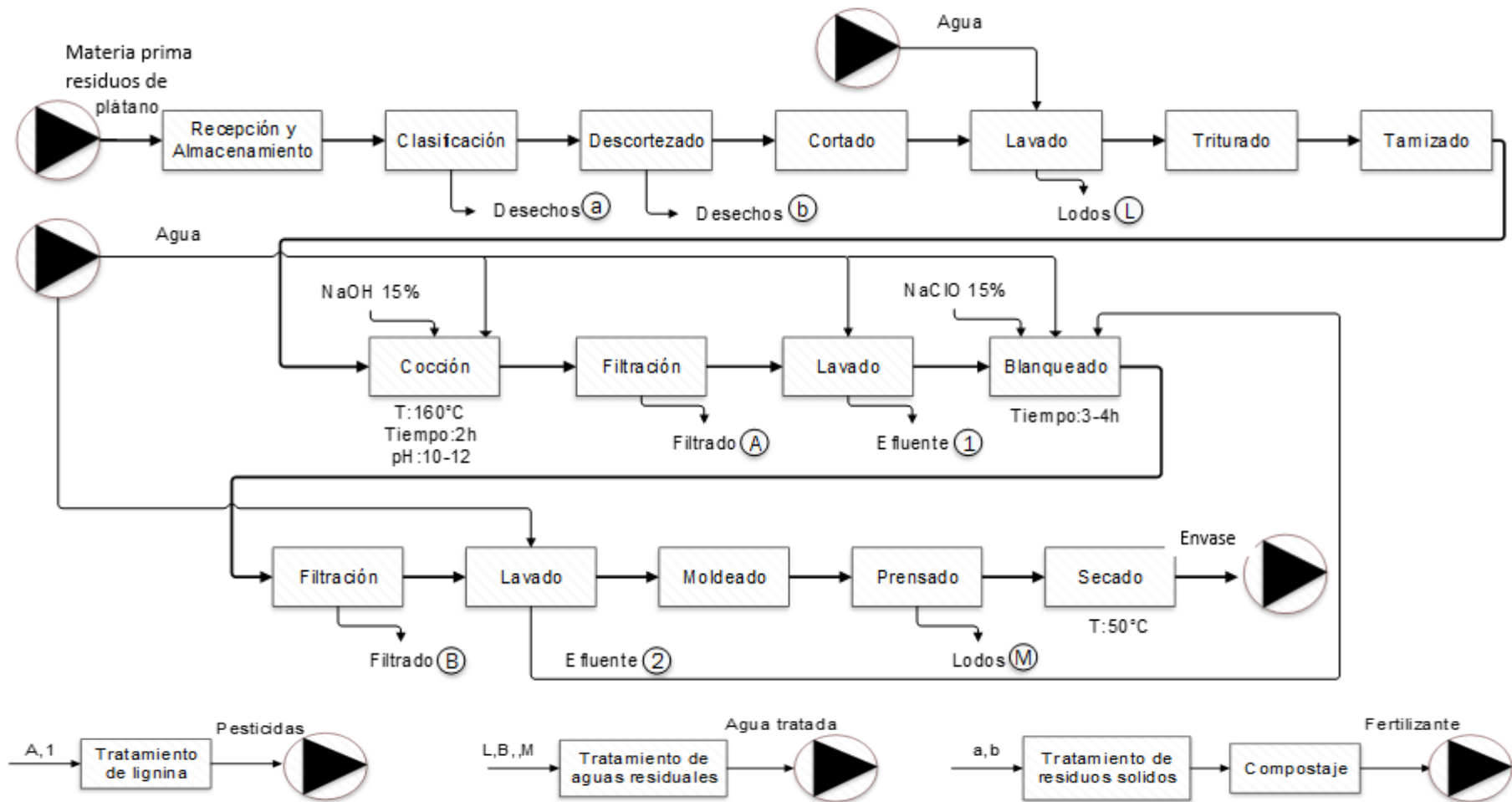


Diagrama 1. PBD
Fuente: Elaboración propia

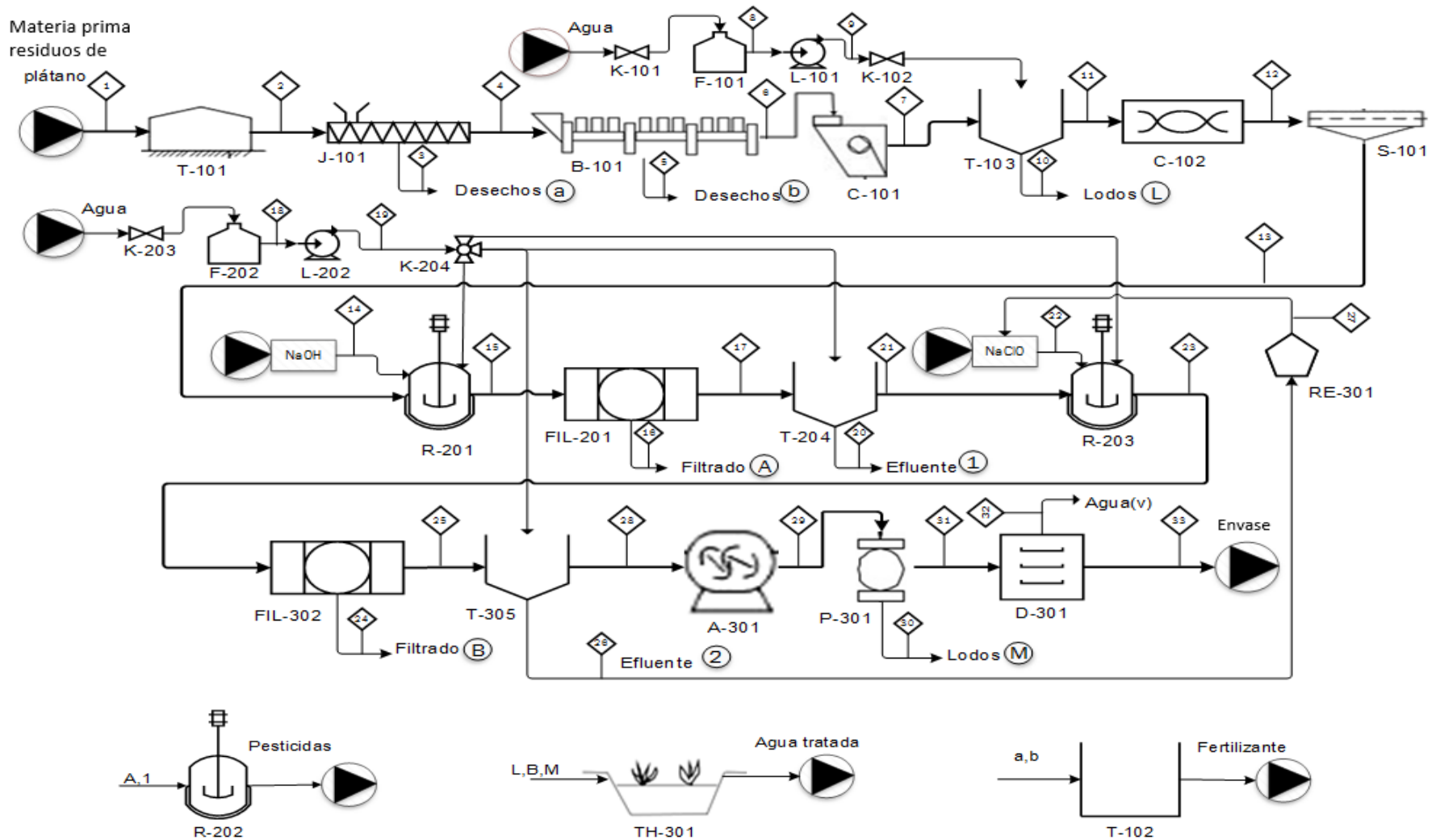


Diagrama 2. PFD
Fuente: Elaboración propia

2.2.15. Especificación técnica de equipos

Tabla 3. Especificación técnica de equipos

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO	DENOMINACIÓN DE EQUIPO	CANTIDAD	MATERIAL	<T>	<P>	<V>
T-101	Tanque de almacenamiento	1	Acero inoxidable			
T-102	Almacén de tratamiento de residuos sólidos	1	Acero inoxidable			
T-103, T-204, T-305	Tanque de lavado	3	Acero inoxidable			
F-101, F-202	Tanque de almacén de agua	2	Acero inoxidable			
J-101	Faja transportadora	1	Acero y caucho			
B-101	Descortezadora	1	Acero inoxidable			
C-101	Cortadora	1	Acero inoxidable			
C-102	Trituradora	1	Acero inoxidable			
S-101	Zaranda	1	Acero inoxidable			
R-201	Reactor (cocción)	1	Acero inoxidable			
R-203	Reactor (blanqueado)	1	Acero inoxidable			
R-202	Reactor (Tratamiento de lignina)	1	Acero inoxidable			
FIL-201, FIL-302	Filtrador	2	Acero inoxidable			
A-301	Moldeadora	1	Acero inoxidable			
P-301	Prensadora	1	Acero inoxidable			
D-301	Secadora	1	Hierro con herméticas			
TH-301	Tratamiento de aguas residuales	1	Cemento y polietileno			
K-101, -K102, K-203, K-204	Válvula de control	4	Acero inoxidable			
L-101, L-202	Bomba centrífuga	2	Acero inoxidable			

VER CATÁLOGOS

Referencia: CATALOGO DEL EMPAQUE (<http://www.catalogodeempaques.com/inicio/>)
(http://www.permastore.com/wp-content/themes/permastore/pdf/Industrial_ES.pdf)

Fuente: Elaboración propia

2.2.16. Reacciones químicas principales

- Biomasa de plátano + NaOH → Celulosa (pasta negra) + lignina
- Pasta negra + NaClO → Pasta blanqueada
- **La lignina:** “Es un polímero orgánico complejo que forma estructura de tejidos importantes para el soporte de la planta y de algunas algas. También es importante en la formación de las paredes celulares, especialmente en la madera y la corteza” (Wikipedia, 2017, párr.1).

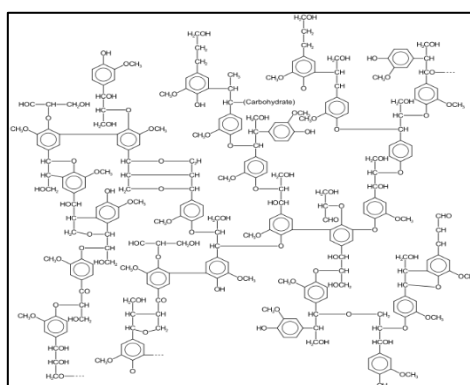


Figura 30. Estructura química de la lignina

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Lignina>

- **La celulosa:** es un polímero formado principalmente de moléculas de β-glucosa¹, pues es un homopolisacárido. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre. (Wikipedia, 2019, párr.1)

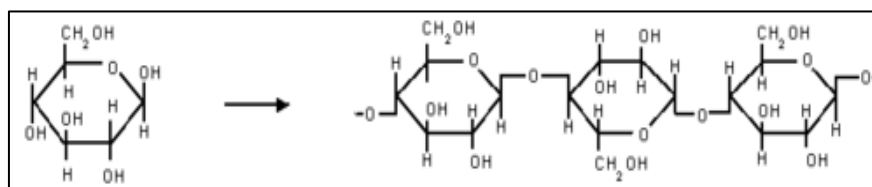


Figura 31. Estructura de la celulosa

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Celulosa>

2.3. Definiciones conceptuales

1. **Bocashi:** “Es un abono orgánico sólido, siendo una palabra japonesa, que significa materia orgánica fermentada. Este proceso es más acelerado que el compostaje y permite obtener un abono entre 12 y 21 días” (Wikipedia, 2019, párr.1).

2. **Pulpeado:** “Consiste en tener la pulpa o jugo de una fruta y/o verdura, libre de cáscaras y pepas. A escala industrial se usa pulpeadoras y artesanalmente licuadoras” (Odar, 2009, párr.1).
3. **Deslignificación:** “Eliminación total o parcial de la lignina de materias vegetales por tratamientos químicos” (Real Academia de Ingeniería, 2019, párr.1).
4. **Envase:** “Es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir comidas, vegetales entre otros” (Wikipedia, 2019,párr.1).

2.4. Formulación de las hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- Se puede determinar un método al aprovechamiento de residuos de la Musa Paradisiaca (Plátano) para la obtención de envases biodegradables. Huacho 2019.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Es posible determinar la concentración de cloro residual en la obtención de envases biodegradables.
- Se puede determinar el % de ceniza en la obtención de envases biodegradables.
- Se puede determinar el % de humedad en la obtención de envases biodegradables.
- Es posible determinar el pH en la obtención de envases biodegradables.
- Es posible determinar la disminución de la contaminación ambiental con la obtención de envases biodegradables.

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación

Aplicada: Debido a que se transformó los residuos del plátano en celulosa para obtener envases biodegradables.

3.1.2. Nivel de investigación

Investigación descriptiva: Debido a que se registraron, analizaron e interpretaron los resultados obtenidos.

Investigación experimental: Porque se produce cambios fisicoquímicos a los residuos del plátano para la obtención de envases biodegradables.

3.1.3. Diseño

Experimental: Debido a que se utiliza los residuos de la materia prima (plátano) para transformarlo en envases biodegradables a favor del medio ambiente.

3.1.4. Enfoque

Documental: Se recolectó información proveniente de diversas fuentes.

3.2. Población y Muestra

Población: Se recolectaron 2 kg de pseudotallo, 2 kg de raquis y 2 kg de cascara de plátano de la variedad Musa Paradisiaca, de la provincia de Huaral, distrito de Huaral, zona Esperanza Alta.

Muestra: Se tomaron 200 g de muestra de pseudotallo, raquis y cascara de plátano.

3.3. Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 4. Operacionalización de variables e indicadores.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONALES	INDICADORES
V1(Independiente): Aprovechamiento de Residuos de la Musa Paradisiaca(plátano)	Es el proceso mediante el cual a través de un método integral de los residuos del plátano (pseudotallo, raquis y cascara) se incorporan al ciclo de gestión ambiental, económico y productivo.	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de celulosa con soda caustica Disminución de la contaminación ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Concentración de cloro residual. % de ceniza. % humedad. Determinación de pH. Disminución de la quema de pseudotallo y raquis. Disminución de la contaminación de agua, suelo, y aire.
V2(Dependiente): Obtención de Envases Biodegradables	Son todos aquellos materiales que están fabricados con materias primas orgánicas naturales que proceden de fuentes renovables como el plátano (pseudotallo, raquis y cascara) y al final de su vida útil, pueden ser biodegradados por acción de microorganismos aerobios.	<ul style="list-style-type: none"> Bolsas de pan Envases de bocaditos Fuentes utilizables de diferentes tamaños 	<ul style="list-style-type: none"> % de ceniza. % humedad. Determinación de pH.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas a emplear

- **Proceso a la sosa:** Consiste en agregar hidróxido de sodio para poder retirar toda la lignina presente en el pseudotallo, raquis y cascara de plátano.
- **Métodos físicos:** Se obtendrá el contenido de humedad y cenizas.
- **Métodos químicos:** Se realizara proceso de blanqueado y determinación de pH.

3.4.2. Descripción de los instrumentos

3.4.2.1. Muestras

- Pseudotallo, raquis y cáscara de plátano.

3.4.2.2. Reactivos

- Hidróxido de sodio en pellets
- Hipoclorito de sodio
- Agua destilada

3.4.2.3. Materiales de laboratorio

- **Tabla de picar:** Para poder hacer los trozos pequeños de los residuos del plátano.
- **Cuchillo:** Para poder cortar los residuos del plátano.
- **Olla:** Para poder cocinar y retirar toda la lignina presente.
- **Cocina:** Para poder llevar a una temperatura de 100 -104°C.
- **Termómetro:** Para poder medir la temperatura.
- **Tiras de pH:** Para poder determinar el pH de los envases.
- **Vasos precipitados:** Para poder realizar el blanqueado.
- **Probeta:** Para poder hacer la disolución del hidróxido de sodio en pellets.
- **Pisceta:** Para poder agregar agua destilada.
- **Moldes:** Para poder hacer los diferentes envases biodegradables.

3.4.2.4. Equipos de laboratorio

- **Horno:** Para determinar el % de ceniza.
- **Estufa:** Para determinar el % de humedad.
- **Balanza analítica:** Para pesar las muestras.
- **Licadora:** Para triturar las muestras.
- **pH digital:** Para mayor precisión.

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información

Aplicación de programas como Excel.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación del cloro residual

Mediante el método de la DPD por colorimetría (Ver anexo N°3).

- Cloro residual de raquis:



Figura 32. Determinación de cloro residual de raquis.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al color final de la solución podemos concluir que no hay presencia de cloro residual entre 0-5mg/L, obteniendo 0 para la muestra de raquis.

- Cloro residual de pseudotallo:



Figura 33. Determinación de cloro residual de pseudotallo.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al color final de la solución podemos concluir que no hay presencia de cloro residual entre 0-5mg/L, obteniendo 0 para la muestra de pseudotallo.

- Cloro residual de cáscara:



Figura 34. Determinación de cloro de cáscara.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al color final de la solución podemos concluir que no hay presencia de cloro residual entre 0-5mg/L, obteniendo 0 para la muestra de cáscara.

4.2. Determinación del % de humedad

De acuerdo a la Norma TAPPI T 412om-94 (Ver anexo N°4).

$$\%Humedad = \frac{W_1 - W_2}{W_1} * 100$$

Donde:

W_1 = Peso inicial de la muestra (g)

W_2 = Peso libre de humedad de la muestra (g)

- % Humedad de raquis:



Figura 35. Masa final de raquis.

Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{Humedad} = \frac{3 - 2,67}{3} * 100 = 11\%$$

- % Humedad de pseudotallo:



Figura 36. Masa final del pseudotallo

Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{Humedad} = \frac{3 - 2,65}{3} * 100 = 11,6\%$$

- % Humedad de cáscara:



Figura 37. Masa final de cáscara
Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{Humedad} = \frac{3 - 2,65}{3} * 100 = 11,6\%$$

4.3. Determinación del % de Ceniza

De acuerdo a la Norma TAPPI T 211 om-85, TAPPI 1991e (Ver anexo N° 5).

$$\% \text{Ceniza} = \frac{P_c}{P_0} * 100$$

Donde:

P_c = Peso de la ceniza (g)

P_0 = Peso anhidro de la muestra (g)

- % Ceniza de raquis:



Figura 38. Masa de ceniza de raquis.
Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{ceniza} = \frac{0,06}{1} * 100 = 6\%$$

- % Ceniza de pseudotallo :



Figura 39. Masa de ceniza del pseudotallo
Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{Ceniza} = \frac{0,02}{1} * 100 = 2\%$$

- % Ceniza de cáscara :



Figura 40. Masa de ceniza de cáscara
Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{Ceniza} = \frac{0,01}{1} * 100 = 1\%$$

4.4. Determinación de pH

De acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 241 (Ver anexo N° 6).

- pH de raquis:



Figura 41. pH de raquis
Fuente: Elaboración propia

pH = 8,74

- pH de pseudotallo:



Figura 42. pH de pseudotallo
Fuente: Elaboración propia

pH = 8,12

- pH de cáscara:



Figura 43. pH de cáscara
Fuente: Elaboración propia

pH = 7,84

4.5. Determinación del gramaje

Casey en (1990; véase en Condori, 2010) calculó: “El gramaje con el siguiente método físico” (p.51) (Ver anexo N° 7).

$$\text{Gramaje} = \frac{\text{masa}}{\text{Area}} \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right)$$

- Gramaje de raquis:



Figura 44. Masa y área de la muestra de raquis
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Gramaje} = \frac{0,67\text{g}}{0,115\text{m} * 0,115\text{m}} = 50,6616 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

- Gramaje de pseudotallo:



Figura 45. Masa y área de la muestra de pseudotallo
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Gramaje} = \frac{0,90\text{g}}{0,115\text{m} * 0,115\text{m}} = 68,0529 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

- Gramaje de cáscara:

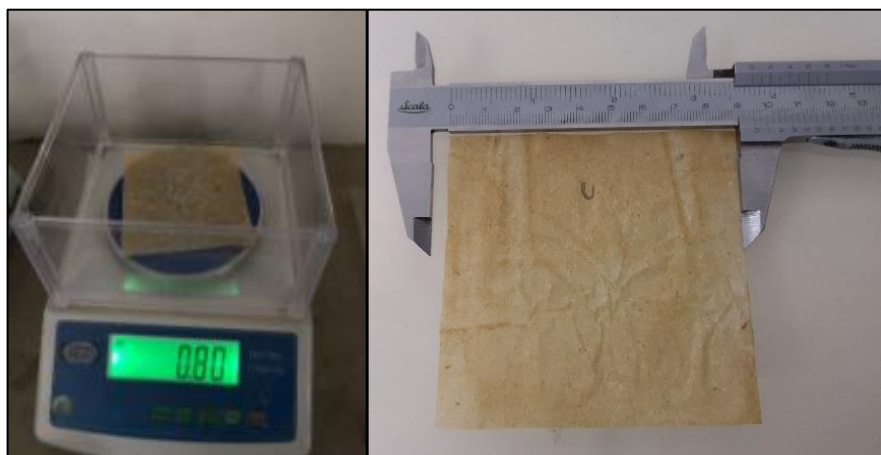


Figura 46. Masa y área de la muestra de cáscara

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Gramaje} = \frac{0,80\text{g}}{0,09\text{m} * 0,09\text{m}} = 98,7654 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

4.6. Determinación de la densidad

Casey en (1990; véase en Condori, 2010) determinó: “La densidad con el siguiente método físico” (p.52) (Ver anexo N°8).

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}} \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^3} \right)$$

- Densidad de raquis:

$$\text{Densidad} = \frac{0,67\text{g}}{0,115\text{m} * 0,115\text{m} * 0,005\text{m}} = 10132,325 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

- Densidad de pseudotallo:





$$\text{Densidad} = \frac{0,90\text{g}}{0,115\text{m} * 0,115\text{m} * 0,005\text{m}} = 13610,586 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

- Densidad de cáscara:

$$\text{Densidad} = \frac{0,80\text{g}}{0,09 \text{ m} * 0,09 \text{ m} * 0,005 \text{ m}} = 19753,086 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$




4.7. Determinación del espesor

Tabla 5. Espesor de moldes de raquis

ESPESOR DE MOLDES DE RAQUIS			
Moldes	Medidas con Bernier(mm)	Promedio (mm)	Imagen
1	0,19	0,20	
	0,20		
	0,21		
2	0,04	0,05	
	0,05		
	0,06		
3	0,19	0,20	
	0,20		
	0,21		
4	0,10	0,10	
	0,10		
	0,11		

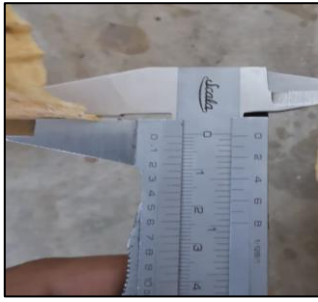


Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Espesor de moldes de pseudotallo

ESPESOR DE MOLDES DE PSEUDOTALLO			
Moldes	Medidas con Bernier(mm)	Promedio (mm)	Imagen
1	0,174	0,175	
	0,176		
	0,175		
2	0,180	0,180	
	0,181		
	0,179		
3	0,081	0,080	
	0,079		
	0,080		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Espesor de moldes de cáscara

ESPESOR DE MOLDES DE CÁSCARA			
Moldes	Medidas con Bernier(mm)	Promedio (mm)	Imagen
1	0,074	0,075	
	0,076		
	0,075		
2	0,024	0,025	
	0,026		
	0,025		
3	0,025	0,025	
	0,025		
	0,025		

Fuente: Elaboración propia

4.8. Determinación del color

Se determinó mediante la Tabla Munsell (Ver anexo N° 11).

- Color de raquis:

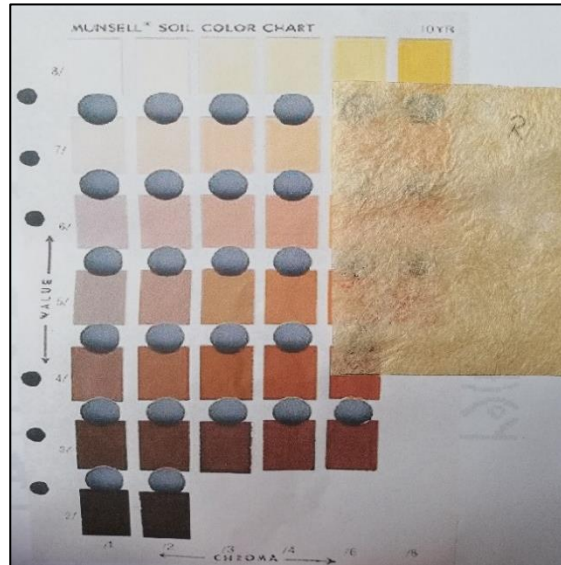


Figura 47. Color de raquis mediante la tabla Munsell
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10 YR, es color amarillento (8/6) la muestra de raquis.

- Color de pseudotallo:

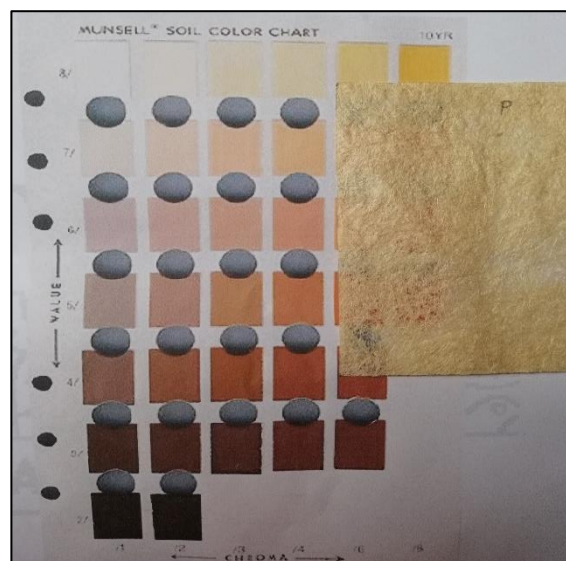


Figura 48. Color de pseudotallo mediante la tabla Munsell
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10 YR, es color amarillento (8/6) la muestra de pseudotallo.

- Color de cáscara:

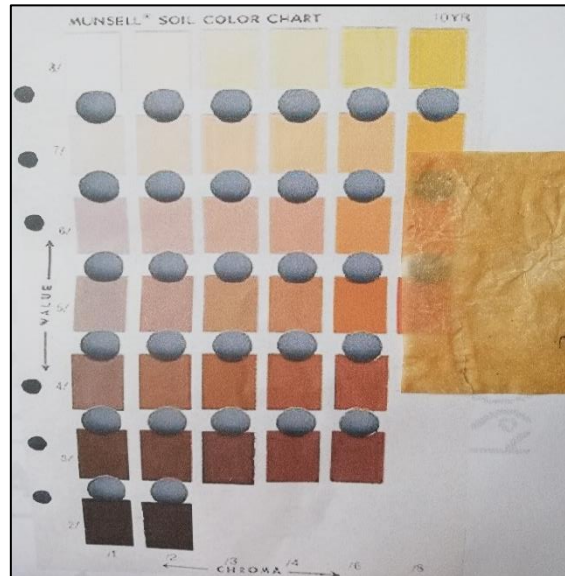


Figura 49. Color de cáscara mediante la tabla Munsell
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10 YR, es color amarillo naranja (7/8) la muestra de cáscara.

V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

- De acuerdo al % de humedad obtenido por Quihue. J. (2014) es de 79,83% siendo muy elevado, al contrario en la presente investigación se obtuvieron: 11% de raquis, 11,6% de pseudotallo y 11,6% de cáscara, siendo el % de humedad más apropiados para envases biodegradables.
- De acuerdo al % de ceniza obtenido por Quihue. J. (2014), es de 3,44% en promedio, pero en la presente investigación se obtuvieron resultados menor y mayor de acuerdo a la materia prima, siendo: 6% de raquis, 2% de pseudotallo y 1% de cáscara, siendo los más óptimos de pseudotallo y cáscara.
- La metodología y la materia prima utilizada por Condori. D. (2010) para obtener envases biodegradables son diferentes pero que obtuvo resultados similares bajo condiciones diferentes frente a la presente investigación, los cuales se optimizaron resultados y se mejoró la metodología.
- El pH obtenido en envases por Condori. D. (2010) es de 7,85 utilizando la fibra de totora como materia prima, pero en la presente investigación se obtuvo resultados similares, bajo otras condiciones obteniendo 7,84 de cáscara, 8,12 de pseudotallo y 8,74 de raquis.

5.2. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados de envases biodegradables obtenidos se puede concluir, que: la metodología empleada durante el desarrollo experimental para el aprovechamiento de los residuos de la Musa Paradisiaca es la más apropiada.
- De acuerdo a la determinación de cloro residual por el método de la DPD se puede concluir que no hay presencia de cloro en las muestras de envases y que por lo tanto se está realizando un correcto proceso de enjuague de la celulosa obtenida.

- El porcentaje de ceniza se realizó de acuerdo a la Norma TAPPI T 211 om-85, TAPPI 1991e obteniendo: 6% de ceniza de raquis 2% de ceniza de pseudotallo y 1 % de ceniza de cáscara, siendo los más óptimos de pseudotallo y cáscara.
- El porcentaje de humedad se realizó de acuerdo a la Norma TAPPI T 412om-94 obteniendo: 11% de humedad de raquis 11,6% de humedad de pseudotallo 11,6 de cáscara, siendo el % de humedad más apropiados para envases biodegradables.
- La determinación de pH se realizó de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 241 obteniendo: 8,74 pH de raquis 8,12 pH de pseudotallo 7,84 de cáscara, siendo pH óptimos para envases biodegradables.
- Las propiedades fisicoquímicas de los envases biodegradables obtenidos son: Gramaje ($50,6616 \text{ g/m}^2$ de raquis, $68,0529 \text{ g/m}^2$ de pseudotallo y $98,7654 \text{ g/m}^2$ de cáscara), densidad ($10132,325 \text{ g/m}^3$ de raquis, $13610,586 \text{ g/m}^3$ de pseudotallo y $19753,086 \text{ g/m}^3$ de cáscara), espesor (0,1375mm promedio de moldes de envases de raquis, 0,145mm promedio de moldes de envases de pseudotallo y 0,0416mm promedio de moldes de envases de cáscara), siendo todos los resultados muy óptimos para envases biodegradables.
- De acuerdo a las materia primas utilizadas, si se puede determinar la disminución de la contaminación ambiental, debido a que son materias primas que no se aprovechan para algún beneficio (uso), sino todo lo contrario, el raquis y pseudotallo se suelen quemar al ambiente, o se suele tirar a las acequias de agua, mientras que la cáscara de plátano se suele tirar a la basura o incluso en las calles por mal hábito de la sociedad. Por todo lo contrario en esta investigación se puede comprobar que utilizando las materias primas desechadas por la Musa Paradisiaca se logra disminuir la contaminación ambiental.

5.3. Recomendaciones

- Realizar estudios para la obtención de envases biodegradables a partir de residuos del plátano, cortando no menor a 1cm debido a que se hace muy fino la pulpa y en el proceso de lavado se va desperdiciando.
- Durante el desarrollo experimental contar con un colador de doble malla para poder retener la mayor cantidad de celulosa.
- Durante el proceso de moldeado tratar de escurrir toda el agua posible de la celulosa y tener moldes que encajen perfectamente.
- En el proceso de secado, colocar directamente al sol haciendo presión con un objeto que soporte el molde.

VI. FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. Fuentes Bibliográficas

- **Casey J. (1991).** "Pulpa y Papel: química y tecnología química". México: Editorial Limusa.
- **Sergio Carrasco Díaz (2007).** "Metodología de la Investigación Científica".

6.2. Fuentes Electrónicas

- **AGRODATAPERU (10 de Mayo de 2018).** Plátano Banano Perú Exportación 2018 Abril. Recuperado de: <https://www.agrodataperu.com/2018/05/platano-banano-peru-exportacion-2018-abril.html>
- **Avalos & Torres (2018).** Modelo de negocio para la producción y comercialización de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz (Tesis) Universidad de Piura, Perú. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3459/ING_595.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- **Calle N., Fernández E., Godoy M., Sempertegui F., & Patiño F. (2014).** Elaboración de papel a partir de fibras vegetales no maderables (pinzote de plátano, (Tesis). Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Bolivia. Recuperado de: <http://www.dui.uagrm.edu.bo/Informacion/Expociencia2014/1670.pdf>
- **Condori. D. (2010).** Evaluación de las propiedades físicas químicas y ópticas del papel tipo glassine obtenido a partir de fibras de totora (schoenoplectus tatora) (tesis). Universidad Nacional del Altiplano Perú. Recuperado de:
- **Doria. L. (9 de Abril de 2013).** Laura Doria, Naturópata, Medicina Natural. Recuperado de <http://www.lauradoria.com/plasticos-unpeligro-para-la-salud-humana/>
- **Economía y Finanzas. (30 de Julio de 2018).** Recuperado de <https://peru.com/actualidad/economia-y-finanzas/peru-produccion-agropecuaria-crecio-1479-mayo-segun-inei-noticia-572054>
- **Ecoplas. (18 de Mayo de 2011).** Ecoplas. Recuperado de Ecoplas: <http://ecoplas.org.ar/pdf/38.pdf>
- **González K., Daza D., Caballero P. & Martínez C. (2016).** Valuación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel (Artículo). Universidad de Caldas, Colombia. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321745921021>

- **Grisales J. & Giraldo D. (2004).** Empaques biodegradables a partir de fibra de plátano para los productos agrícolas del departamento de Caldas (Tesis). Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1042/1/juancarlosgrisalesmeneses.2004.pdf>
- **Meneses M., León L., Mejía L., Guerrero L. & Botero J. (2010).** Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de Caldas (Artículo). Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Recuperado de: http://www.academia.edu/23699770/APROVECHAMIENTO_INDUSTRIAL_DE_RESIDUOS_DE_COSECHA_Y_POSCOSECHA_DEL_PL%C3%81TANO_EN_EL_DEPARTAMENTO_DE_CALDAS
- **Odar. R. (2009).** Pulpeado. Recuperado de: <http://industrias-alimentarias.blogspot.com/2009/09/la-operacion-unitaria-del-pulpeo.html>
- **Petroquim. (2015).** Petroquim Tecnología y Servicio en Polipropileno. Recuperado de Petroquim Tecnología y Servicio en Polipropileno: <http://www.petroquim.cl/que-es-elpolipropileno/>
- **Polyrec. (2017).** Polyrec. Recuperado de Polyrec: <http://polyrec.cl/tipos-de-poliestirenos/>
- **Quihue. J. (2014).** Obtención de fibras a partir de raquis de plátano para la producción de pulpa de papel (Tesis). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú. Recuperado de: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1039/Tesis%20Q478_Qui.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- **Real Academia de Ingeniería (2019).** Recuperado de: <http://diccionario.raing.es/es/lema/deslignificaci%C3%B3n>
- **Tele 13. (2 de Julio de 2015).** T13. Recuperado de T13: <http://www.t13.cl/noticia/tendencias/por-que-cada-vez-mas-ciudades-prohiben-elpoliestireno>
- **Vézina A. & Baena M (22 de Julio de 2016).** Recuperado de: <http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
- **Wikipedia. (5 de Marzo de 2019).** Envase. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Envase>
- **Wikipedia. (20 de Marzo de 2019).** Bokashi. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bokashi>

- **Wikipedia. (19 de Mayo de 2019).** Celulosa. Recuperado de:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Celulosa>
- **Wikipedia. (29 de Mayo de 2019).** Lignina. Recuperado de:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Lignina>

ANEXOS

ANEXO N° 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA *Musa Paradisiaca* (PLÁTANO) PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES. HUACHO 2019”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
<p>Problema general: ¿Cómo determinar un método al aprovechamiento de residuos de la <i>Musa Paradisiaca</i> (Plátano) para la obtención de envases biodegradables. Huacho 2019?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>1 ¿Cómo determinar la concentración de cloro residual en la obtención de envases biodegradables?</p> <p>2 ¿Cómo determinar el % de ceniza en la obtención de envases biodegradables?</p> <p>3 ¿Cómo determinar el % de humedad en la obtención de envases biodegradables?</p> <p>4 ¿Cómo determinar el pH en la obtención de envases biodegradables?</p> <p>5 ¿Cómo determinar la disminución de la contaminación ambiental con la obtención de envases biodegradables?</p>	<p>Objetivo general: Determinar un método al aprovechamiento de residuos de la <i>Musa Paradisiaca</i> (Plátano) para la obtención de envases biodegradables. Huacho 2019.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>1 Determinar la concentración de cloro residual en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>2 Determinar el % de ceniza en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>3 Determinar el % de humedad en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>4 Determinar el pH en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>5 Determinar la disminución de la contaminación ambiental con la obtención de envases biodegradables.</p>	<p>Hipótesis general: Se puede determinar un método al aprovechamiento de residuos de la <i>Musa Paradisiaca</i> (Plátano) para la obtención de envases biodegradables. Huacho 2019.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>1 Es posible determinar la concentración de cloro residual en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>2 Se puede determinar el % de ceniza en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>3 Se puede determinar el % de humedad en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>4 Es posible determinar el pH en la obtención de envases biodegradables.</p> <p>5 Es posible determinar la disminución de la contaminación ambiental con la obtención de envases biodegradables.</p>	<p>Variables independiente: Aprovechamiento de Residuos de la <i>Musa Paradisiaca</i> (plátano)</p> <p>Variable Dependiente: Obtención de Envases Biodegradables</p>	<p>Es el proceso mediante el cual a través de un método integral de los residuos del plátano (pseudotallo, raquis y cascara) se incorporan al ciclo de gestión ambiental, económico y productivo.</p> <p>Son todos aquellos materiales que están fabricados con materias primas orgánicas naturales que proceden de fuentes renovables como el plátano (pseudotallo, raquis y cascara) y al final de su vida útil, pueden ser biodegradados por acción de microorganismos aerobios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de celulosa con soda caustica • Disminución de la contaminación ambiental • Fuentes utilizables de diferentes tamaños (Bolsas de pan, envases de bocaditos, entre otros) 	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de hidróxido de sodio. • % de ceniza. • % humedad. • Determinación de pH. • Disminución de la quema de pseudotallo y raquis. • Disminución de la contaminación de agua, suelo, y aire. • % de ceniza. • % humedad. • Determinación de pH 	<p>Tipo de Investigación: Investigación Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Investigación descriptiva y experimental</p> <p>Diseño de investigación: Diseño experimental</p> <p>Determinación de la Población y Muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población: 2 kg de pseudotallo, 2 kg de raquis y 2 kg de cascara de plátano. • Muestra: Se tomaron 200 g de muestra de pseudotallo, raquis y cascara de plátano.

ANEXO N° 2

DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA TESIS

1. Obtención de la materia prima

Para obtener las materias primas a utilizar, se fue a buscar al campo el pseudotallo y el raquis después de la cosecha del plátano, también se consiguió raquis de una tienda donde venden plátanos (las personas tienen el fruto en el raquis para que así madure lentamente y no se malogre) y se compró plátanos para poder obtener la cáscara.



Pseudotallo



Raquis de la tienda



Raquis después de la cosecha



Cáscara

2. Descortezado del raquis y pseudotallo

Una vez teniendo el raquis y el pseudotallo se procede a descortezar, debido a que la parte externa no tiene mucha cantidad de celulosa para el proceso, por el cual se descarta. En caso de la cáscara no se descortezan, solo se corta las puntas de los extremos.



Pseudotallo descortezado



Raquis descortezado

Retiro de los extremos de la cáscara

3. Cortado del raquis, pseudotallo y cascara

Una vez realizado el descortezado, se procede al cortado en forma de cubitos de aproximadamente 1cm^2 a 2cm^2 , para que el licuado se realice con mayor facilidad.



Pseudotallo cortado



Raquis cortado



Cáscara cortada

4. Lavado del raquis, pseudotallo y cáscara

Después de realizar el cortado se procede a lavar tanto el raquis como el pseudotallo, para retirar cualquier suciedad o tierra presente.



Raquis

Pseudotallo

Cáscara

5. Pesado de las muestras

Una vez lavado el raquis, pseudotallo y cáscara se procede a pesar 200g de cada uno para muestra y 500 g para moldes de envases.



Raquis

Pseudotallo

Cáscara

6. Licuado del raquis, pseudotallo y cáscara

Una vez pesada las tres muestras se procede a licuarlas cada una con medio litro de agua, de esta manera el proceso tendrá más área de contacto.



Raquis

Pseudotallo

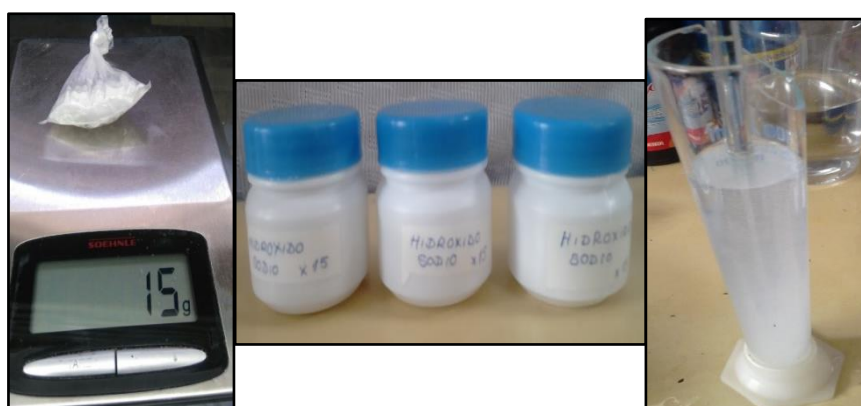
Cáscara



Licuada de las tres muestras

7. Preparación de NaOH

Se procede a pesar 15 gramos de hidróxido de sodio para hacer una solución al 15% en peso de la muestra, que será agregado en la cocción.



Preparación del NaOH al 15% en peso de la muestra

8. Cocción de las tres muestras

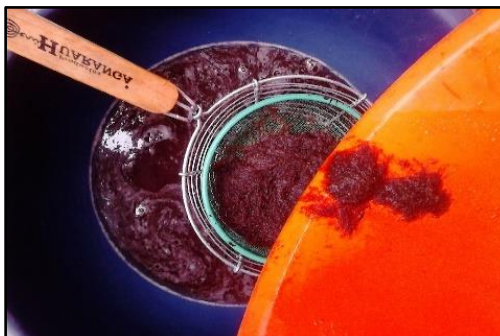
Una vez licuado las tres muestras y teniendo el NaOH al 15% en peso de la muestra, se procede echar a una olla y hacer hervir cada muestra por separado, con agitación constante, la cocción se realiza a una temperatura de 100-104°C y por un tiempo de 15-20 minutos.



Cocción de las muestras hasta obtener una pasta negra.

9. Filtración de las tres pastas

Después de la cocción se procede a filtrar las tres muestras para retirar la lignina.



Filtración de la pasta negra

10. Lavado de las tres pastas

Una vez filtrada las tres pastas, se procede a lavar con regular agua para retirar toda la lignina presente así como también el NaOH.



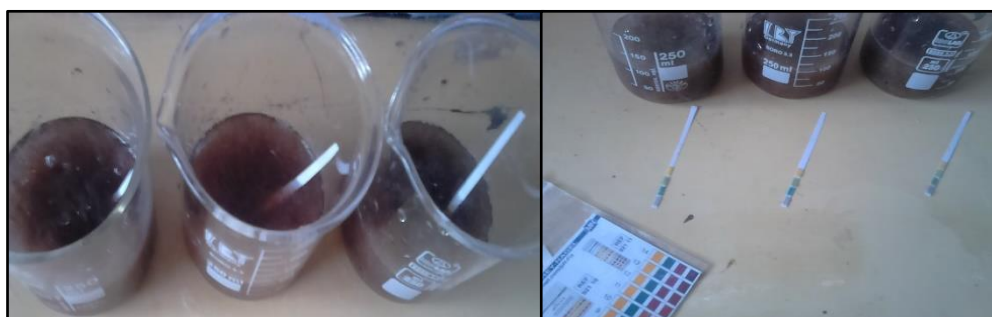
Raquis

Pseudotallo

Cáscara

11. Medición de pH después de la cocción

Una vez ya lavado la pasta negra se procede a medir con cinta de pH, para saber si se encuentra aproximadamente neutro, y se haya así retirado la mayor cantidad de hidróxido de sodio.



Medición de pH de las muestras

12. Blanqueado de las tres pastas

Después de realizar el lavado, se procede a blanquear con hipoclorito de sodio al 7,5%, se le agrega 200mL de agua a cada muestra, se le agita y esta manera se obtiene una pasta blanca.



Agregado de NaClO

Agitación a la pasta



Blanqueo de las tres pastas de la muestra de 200g



Blanqueo de las tres pastas de la muestra de 500g

13. Filtrado de las tres pastas blanqueadas

Una vez blanqueada las tres pastas se procede a filtrarlo.



Filtrado de las tres pastas blanqueadas

14. Lavado de las tres pastas blanqueadas

Después de ser filtrado las pastas, se procede a lavarlas con regular agua para retirar todo el hipoclorito de sodio.



Lavado de las tres pastas blanqueadas

15. Moldeado de las tres pastas de 200g

Después de realizar el lavado a las pastas blanqueadas, se procede a moldearlo en un molde cuadrado (zaranda), para después ser puesta sobre una tela, en el cual se someterá a presión con las manos para que se escurra la mayor cantidad de agua posible y después se le pasará un rodillo de vidrio para darle una forma lisa y escurrir más agua.



Formar un cuadrado con la pasta, colocar tela, retirar la zaranda molde, y pasar rodillo de vidrio.

16. Moldeado de las tres pastas para envases

Se procede a colocar el molde, seguido de la pasta con tela en ambos lados y por último el segundo molde, siendo presión sobre el primer molde.



Moldes de raquis



Moldes de pseudotallo



Moldes de cáscara

17. Secado de las tres pastas de 200g

Se procede a secar las muestras al ambiente (dos días).



Secado al ambiente

18. Secado de los moldes de envases

Se deja secar los moldes al ambiente por 5 a 6 días aproximadamente, poniendo un peso sobre los moldes y se elabora bolsitas de los moldes en forma de cuadrado.



Moldes de raquis



Moldes de pseudotallo



Moldes de cáscara

ANEXO N° 3

DETERMINACIÓN DEL CLORO RESIDUAL

Se determina mediante el método DPD (colorimetría). Donde se toma 5ml de muestra de solución y se agrega la pastilla DPD, si pinta es porque hay presencia de cloro residual y se evalúa la cantidad de acuerdo al color que se manifieste.



Kit de cloro

ANEXO N° 4**DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD****(NORMA TAPPI T 412om-94)**

Lavar el crisol y llevarlas a peso constante, es decir, secarlas previamente en el horno antes de introducir la muestra (30min a 1 hora). Pesar 3g de muestra y colocarlas en el crisol. Secar la muestra en una estufa a 105 °C durante una 2horas. Dejar enfriar en el desecador por 30min. Cuando el crisol este frio, retirar la muestra y pesarlas en la balanza analítica.

$$\%Humedad = \frac{W_1 - W_2}{W_1} * 100$$

Donde:

$W_1 =$ *Peso inicial de la muestra(g)*

$W_2 =$ *Peso libre de humedad de la muestra(g)*

ANEXO N° 5

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE CENIZA

El contenido de cenizas es una medición aproximada de las sales minerales y otros materiales inorgánicos presentes en el material fibroso o material lignocelulósico o en la pulpa.

Se pesó un gramo base seca del material colectado de la malla 60, que previamente se acondicionó hasta alcanzar un equilibrio con el ambiente, después se aplicó la Técnica TAPPI 211 om-85; para esto el crisol se puso en un horno a $105 \pm 3^\circ \text{C}$ por dos horas, después se pasó al desecador y se pesó anotando este dato. Se pesó 1 g base seca del material y fue colocado en el crisol; este se calcinó en el mechero con una flama baja. Se transfirió el crisol con la muestra a la mufla a una temperatura no mayor de 100°C , la temperatura se incrementó gradualmente hasta alcanzar 575°C , manteniéndola constante por un periodo de 3 horas, la calcinación se indicó por la ausencia de partículas negras. Se cubrió el crisol y se enfrió en un desecador para posteriormente pesarlo. El cálculo del contenido de cenizas se realizó de la siguiente manera:

$$\% \text{ CENIZA} = \frac{A \cdot 100}{B} \quad \text{Ec. 4.1.}$$

Donde:

A = Peso de cenizas, en gramos

B = Peso base seca la muestra de prueba, en gramos

ANEXO N° 6

DETERMINACIÓN DE pH

/2

5 PREPARACION Y CONSERVACION DE LAS MUESTRAS PARA ENSAYO

5.1 La muestra a ensayar consiste de 3 probetas que alcancen un peso aproximado de 1g extraídas según se indica en la Norma Venezolana COVENIN 241, las probetas no deben ser tocadas con los dedos.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 Se calibra el medidor de pH.

6.2 Se colocan las probetas en un vaso de precipitado de 100 cm³, se añaden 5 cm³ de agua destilada y se trituran hasta que se desfibra.

6.3 Se añade agua hasta aproximadamente 70 cm³, se agita y se cubre el vaso de precipitado con un vidrio de reloj.

6.4 Se deja que se establezca la dispersión durante 1h a la temperatura de 25 ± 5°C.

6.5 Después de transcurrido el período de tiempo indicado en el punto anterior se agita la dispersión y se introduce en ésta el electrodo de vidrio.

6.6 Se lee en el aparato el valor correspondiente al pH, luego de que no varíe la lectura durante 30 seg.

NOTA: Se deben lavar los electrodos con agua destilada después de cada medida.

6.7 Se repite el procedimiento con las dos probetas restantes.

ANEXO N° 7

DETERMINACIÓN DEL GRAMAJE

3.4.3 Determinación del gramaje (g/m^2).

El gramaje del papel obtenido se calculó con el método físico citado por Casey (1990). Para ello se tomó una muestra del papel obtenido, se procedió a calcular el área de la superficie y luego fue pesada en una balanza de precisión. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Gramaje} = \frac{\text{Masa}}{\text{Área}}$$

ANEXO N° 8

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

3.4.5 Determinación de la Densidad (g/m^3).

Para determinar la densidad se utilizó el método físico citado por Casey (1990), que consiste en pesar el papel en una balanza de precisión y luego calcular el volumen, que se obtiene multiplicando el espesor del papel (medido con un micrómetro) por el área de la superficie. Se reemplazó en la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

ANEXO N° 9

DETERMINACIÓN DEL ESPESOR

3.4.4 Determinación del Espesor (mm).

Se realizó con la finalidad de conocer el espesor de la superficie del papel obtenido y poder compararlo con la muestra patrón. El método fue el sugerido por Casey (1990), que consiste en realizar una lectura directa del espesor del papel a través del instrumento denominado micrómetro.

Primero, se colocó el papel en posición vertical al pie del micrómetro, girando hasta que esta presione ligeramente. En seguida, se anotó los datos que mostraban las líneas del tambor micrométrico (la primera línea lectura 0,001mm, si es la segunda línea, suman 0,002mm y así sucesivamente). Cada vuelta al cilindro mostrara 0.5 mm. (ver anexo XV)

ANEXO N° 10

DETERMINACIÓN DEL COLOR

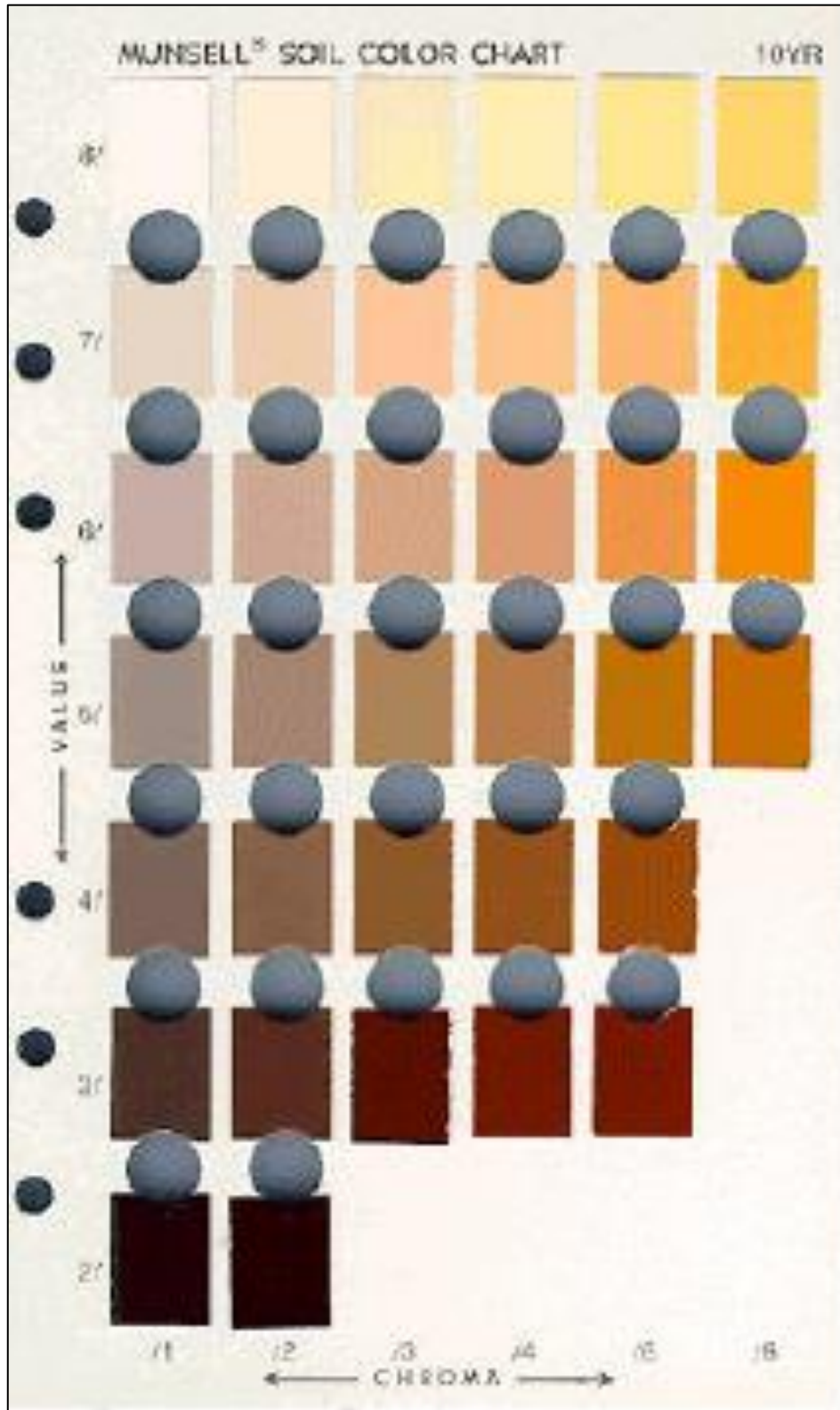
3.4.10 Determinación del Color

Para medir el color del papel se realizó por el método psicológico estas se refieren a la impresión visual del observador, para lo cual se utilizó la tabla Munsell.

El sistema Munsell, consistió en identificar el color en función de sus tres propiedades: valor o claridad, croma o saturación y matiz. Colocando la muestra de papel por detrás de la tabla de colores, y así observar por los orificios que ésta contiene y finalmente identificar dentro que rango de colores se encuentra dicha muestra (ver anexo XIV).

ANEXO N° 11

TABLA MUNSELL



ANEXO N° 12

PASOS PARA DETERMINACION DE HUMEDAD	
	
Pesado de crisol	Tareo de pesado
	
Peso de la muestra	Estufa
	
secador	Peso despues del secado

ANEXO N° 13

PASOS PARA DETERMINACION DE CENIZA	
	
Peso despues del secado	Pesar 1g de muestra seca
	
Horno	Pesar luna de reloj y tarar
	
Peso de ceniza	

JURADO EVALUADOR DE TESIS

M(o) Gálvez Torres Edwin Guillermo
PRESIDENTE

M(o) Guerra Lazo Cayo Eduardo
SECRETARIO

Dr. Nunja García José Vicente
VOCAL

M(o) Ramos Pacheco Ronald Luis
ASESOR