

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN PROFESIONAL EN LA
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS VERSIÓN
XXI 2021**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LOS RESIDUOS DE LA PLANTA
DE BANANO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES EN LA
PROVINCIA DE SULLANA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADA POR:

Br. LUIS MARIO, AGURTO PEREZ

Br. LUIS HUMBERTO, BARRETO GALVEZ

Br. MAICOL JUNIOR, BIERA VIERA

ASESORADOS POR:

MSc. SMITH TIMANA ROJAS.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS
PIURA, PERÚ**

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LOS RESIDUOS DE LA PLANTA
DE BANANO PARA LA OBTENCION DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES EN LA
PROVINCIA DE SULLANA”**

PRESENTADO POR:

Br. LUIS MARIO AGURTO PEREZ
TESISTA

Br. LUIS HUMBERTO BARRETO GALVEZ
TESISTA

Br. MAICOL JUNIOR BIERA VIERA
TESISTA

MSc. SMITH TIMANA ROJAS
ASESOR

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo: **AGURTO PEREZ LUIS MARIO**, identificado con CU/DNIN° **47773041**, Bachiller de Escuela Profesional de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de la Facultad de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** y domiciliado en **CALLE SUCRE 201** del Distrito **SULLANA** Provincia **SULLANA** Departamento **PIURA** Celular **969092863** Email: **luismario11211121@gmail.com**

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 06 de abril del 2022



LUIS MARIO AGURTO PEREZ

DNI N° 47773041

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo: **LUIS HUMBERTO BARRETO GALVEZ**, identificado con CU/DNI N° **46565552**, Bachiller de Escuela Profesional de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de la Facultad de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** y domiciliado en **MZ A LOTE 13 URB. LOPEZ ALBUJAR I-ETAPA** del Distrito **SULLANA** Provincia **SULLANA** Departamento **PIURA** Celular **966484682** Email: **luis08382@gmail.com**

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 06 de abril del 2022



LUIS HUMBERTO BARRETO GALVEZ

DNI N° 46565552

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo: **BIERA VIERA MAICOL JUNIOR**, identificado con CU/DNI N° **48873828**, Bachiller de Escuela Profesional de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de la Facultad de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** y domiciliado en **CALLE LOS HERALDOS NEGROS ASENT. HUMANO CESAR VALLEJO MZ. K. LT. 20** del Distrito **SULLANA** Provincia **SULLANA** Departamento **PIURA** Celular **936533720** Email: **maykol27bv@gmail.com**

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 06 de abril del 2022



MAICOL JUNIOR BIERA VIERA

DNI N° 48873828

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



“APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LOS RESIDUOS DE LA PLANTA
DE BANANO PARA LA OBTENCION DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES EN LA
PROVINCIA DE SULLANA”

JURADO:

Handwritten signature of Carlos Enrique Mariano Coello Oballe in blue ink.

MSc. CARLOS ENRIQUE MARIANO COELLO OBALLE

PRESIDENTE

Handwritten signature of Ing. Deyvi David Cungua Piedra in blue ink.

ING. DEYVI DAVID CUNGUIA PIEDRA
SECRETARIO

Handwritten signature of Mg. Gretel Dios Castro in blue ink.

MG. GRETEL DIOS CASTRO
VOCAL



ACTA DE EVALUACION DEL INFORME DE INVESTIGACION

Los Miembros del Jurado Calificador del Informe de Investigación denominado **“APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LOS RESIDUOS DE LA PLANTA DE BANANO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES EN LA PROVINCIA DE SULLANA.”** presentado por los Bachilleres: Agurto Pérez, Luis Mario - Barreto Gálvez, Luis Humberto y Biera Viera, Maicol Junior, participantes del **Programa de actualización para Titulación Profesional en la Especialidad de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias Versión XXI 2021**; asesorado por el Mg. Smith Timana Rojas. Revisado y absueltas las observaciones formuladas por el Jurado Calificador los declaran:

APROBADO

Con la nota:¹⁵.....

• AGURTO PEREZ, LUIS MARIO ¹⁵
• BARRETO GALVEZ LUIS HUMBERTO ¹⁵
• BIERA VIERA MAICOL JUNIOR ¹⁶

Piura, 23 de abril del 2022

MG. CARLOS E.M. COELLO OBALLE
Miembro del Jurado

MBA. DEYVI DAVID CUNGUIA PIEDRA
Miembro del Jurado

MG GRETHEL DIOS CASTRO
Miembro del Jurado

DEDICATORIA

Dedicárselo principalmente a nuestros padres quienes con su amor, paciencia, confianza y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir una meta más, ellos fueron el impulso y el principal apoyo que tuvimos para llegar a formarnos como profesionales.

A nuestras familias y amistades por su apoyo incondicional y estar con nosotros en todo momento.

También se lo dedicamos a nuestros familiares que están en el cielo, pero sabemos que desde arriba ellos también me están guiando y dando fuerzas para culminar esta etapa de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por habernos dado la vida y permitirnos el haber llegado hasta este momento tan importante en nuestra formación profesional. A nuestros padres y familiares por apoyarnos en todo momento, por ser motivación constante e inspirarme en nuestros objetivos. A nuestro asesor que contribuyo en la elaboración de esta tesina.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	3
1.1 Descripción de la realidad problemática.	3
1.2 Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.3 Objetivos.	4
1.4 Delimitación de la investigación.	5
II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.2 MARCO TEÓRICO O BASES TEÓRICAS	8
2.3 Glosario de términos básicos.....	16
III. MARCO METODOLÓGICO.....	18
3.1. Enfoque Y Diseño	18
3.2. Nivel	18
3.3. Tipo	18
3.4. Sujetos De La Investigación.....	18
3.5. Métodos Y Procedimientos	18

IV.	PROPUESTA PARA LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE BANANO PARA OBTENER PRODUCTOS BIODEGRADABLES.....	20
4.1	Extracción de Almidón de las hojas del banano para la elaboración de bolsas biodegradables.....	20
4.2	Proceso de elaboración de plástico biodegradable a partir de celulosa extraída de los desechos de la planta de banano.	27
V.	CONCLUSIONES	31
VI	. BIBLIOGRAFIA	34
VII	ANEXOS	42
	BOLSAS DE RESIDUOS DE BANANO.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	9
Figura 2	10
Figura 3	13
Figura 4	15
Figura 5	24
Figura 6	25
Figura 7	26

INDICE DE TABLAS

Diagrama 1	26
Diagrama 2	30

RESUMEN

En este informe de investigación se ha realizado un análisis sobre el aprovechamiento o tratamiento que se les podría dar en la actualidad a los residuos orgánicos generados en el cultivo del banano de la provincia de Sullana, para ser utilizados como materia prima en la elaboración de materiales plásticos biodegradables, aprovechando de esta manera las partes de la planta considerados como desechos como es el caso del raquis, pseudotallo, hojas y la cáscara del banano; para la extracción de celulosa y almidón. Tal procedimiento se ha proyectado en un diagrama de proceso de producción que permitirá producir bioplásticos que posean características mecánicas similares a los sintéticos, pero con un proceso de degradación más corto. De esta manera se pretende ayudar a impulsar el desarrollo económico de la matriz productiva y reducir los niveles de contaminación generada por la acumulación de los desechos plásticos que en su extenso ciclo de degradación desprenden sustancias tóxicas al ecosistema.

Se ha determinado dos diagramas de flujo para el aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos por los agricultores de la provincia de Sullana dedicados al cultivo de banano y así generar un valor agregado que ayudara a mejorar la calidad de vida de los mismos tanto económicamente como ambientalmente.

Palabras Clave: Residuos; banano; plástico biodegradable.

ABSTRACT

In this research report, an analysis has been carried out on the use or treatment that could currently be given to the organic waste generated in the cultivation of bananas in the province of Sullana, to be used as raw material in the production of materials. biodegradable plastics, thus taking advantage of the parts of the plant considered as waste, such as the rachis, pseudostem, leaves and banana peel; for the extraction of cellulose and starch. Such a procedure has been projected in a production process diagram that will allow the production of bioplastics that have mechanical characteristics similar to synthetic ones, but with a shorter degradation process. In this way, it is intended to help promote the economic development of the productive matrix and reduce the levels of pollution produced by the accumulation of plastic waste that, in its extensive cycle of degradation, releases toxic substances into the ecosystem.

Two flow charts have been determined for the use of organic waste produced by farmers in the province of Sullana dedicated to banana cultivation and thus generate added value that will help improve their quality of life both economically and environmentally.

Keywords: Waste; banana; biodegradable plastic.

INTRODUCCION

El interés por el cuidado y la preservación del medio ambiente se ha visto muy marcado en los últimos años, esto debido a la generación y acumulación de residuos agrícolas que tienen un impacto negativo, ya que afectan en general todas las actividades, personas y espacios lo cual se convierte en un problema para toda la sociedad, por lo que no existen en el Perú lugares idóneos que permitan la colocación correcta de los mismos. Una de las fuentes generadoras de residuos, es la industria agrícola, de la que provienen raíces, tallos, hojas o cualquier otra parte de la planta que no son utilizados; la mayoría de estos subproductos son provenientes del cultivo del arroz, café, banano, entre otros que se convierten en desechos, por no darles una adecuada utilización.

La presente investigación se está realizando con la finalidad de encontrar información de los métodos, procesos y diferentes factores que se necesitan para obtener almidón y celulosa de los residuos del banano con la finalidad de fabricar productos biodegradables como envases y utensilios a base de estos residuos que se generan en la provincia de Sullana, con el propósito de reducir el impacto de la contaminación ambiental que hoy en día afecta mucho a nuestra región y en general al planeta. Por otro lado, Quihue (2014) cito que el cultivo del banano tiene en el Perú un 25% de rendimiento internacional, sin embargo, nuestra exportación es mínima. Durante la cosecha para consumo externo e interno, lo aprovechable es el 30% de toda la plantación, siendo lo demás sin ser utilizado como el raquis, pseudotallos y cascara.

En la actualidad, los residuos que son generados en las actividades agrícolas, se descomponen y se adhieren al suelo reparando las propiedades del mismo, además parte de estos residuos son utilizados en la ganadería, o se eliminan para que no interfieran con las labores agrícolas. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación está enfocado en describir una propuesta con la que se podría utilizar los residuos orgánicos que se generan en la producción del banano, debido a que solo se cosecha el racimo, quedando una gran parte de la plantación como desperdicio, y generando así una gran problemática ambiental ya que no son procesados o reciclados adecuadamente por la falta de conocimiento sobre el tratamiento de este tipo de recurso o su aprovechamiento.

Además, otra problemática que también se ve es en el aumento de los precios en cuanto a los plásticos (como tapers, bolsas, sorbetes, etc.), a pesar que hoy en día muchos países los rechazan por el tema de la preservación del medio ambiente, optando por los envases biodegradables que día a día van aumentando en cuando a su uso debido a los cambios en la legislación nacional como internacional.

El enfoque que se le da a esta investigación es proponer utilizar nuevos elementos de materiales para la fabricación de productos biodegradables y su utilización en las industrias de los descartables de tal forma que contribuya al desarrollo sostenible y promueva la reutilización de la materia prima desechable del banano en la provincia de Sullana.

I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

Actualmente en la Región Piura, existen asociaciones de productores de banano, los cuales abarcan gran territorio en los distritos de Marcavelica, Salitral y Querecotillo, siendo Sullana la provincia con mayor producción de banano en la región, lo que la convierte en una región con un potencial en la generación de residuos de este cultivo sin darle un uso adecuado, esto se debe en parte al desconocimiento de los diferentes procesos de aprovechamiento que se pueden implementar con los desechos del cultivo de banano para la producción de productos biodegradables.

Hoy en día los envases y utensilios como sorbetes, cucharas, tenedores, etc. Hechos a base de plástico generan grandes cantidades de desechos que contaminan el medio ambiente donde vivimos. Ante este problema, las compañías en el mundo están intentando reducir la cantidad de productos descartables y empaques de plásticos, para ello se está utilizando materiales biodegradables, dando un mayor énfasis en reducir la contaminación ambiental ya que una de sus características es que su degradación es de forma natural y tienen un menor tiempo de descomposición.

La fabricación de estos productos biodegradables será hecha principalmente de la obtención de almidón y celulosa de los residuos de la planta de Banano, que hoy en día en nuestra región es uno de los cultivos que más se producen y sus residuos son abandonados sin ser aprovechados.

En la presente investigación documentada se emplearán fuentes bibliográficas apoyadas en artículos referentes al asunto en estudio.

1.2 Justificación e importancia de la investigación.

En el caso de la biomasa, compuesta por las hojas, seudotallo, raquis y restos de fruto, se conoce que un 85 % es dejada en la zona de cultivo como un residuo no reutilizable (Sepúlveda, 2014).

La biomasa residual del cultivo de banano de la cual se puede extraer material biodegradable, está conformada por el raquis, las hojas y principalmente por el seudotallo de la planta, el almidón y la celulosa extraída de estos desechos es la que se tiene en cuenta para el desarrollo de la propuesta. Según reportes en la región Piura se maneja una densidad de siembra promedio de 2.000 plantas por hectárea, con la cual se puede estimar una producción de alta de desechos o residuos después de la cosecha. Lo descrito anteriormente pone en evidencia una problemática sobre el manejo que se está dando a los residuos agrícolas y en especial la del cultivo de banano. Teniendo en cuenta que Sullana es una de las principales provincias productoras de banano, se convierte también en uno de los principales generadores de residuos, lo que hizo necesario proponer un proceso de aprovechamiento para dichos residuos, que impacte en los aspectos ambientales, sociales y económicos en la provincia de Sullana.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General

- Proponer un proceso de aprovechamiento de los residuos de la planta de banano para la obtención de productos biodegradables en la provincia de Sullana.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar una metodología para elaborar bioplastico a partir de los residuos de la planta de banano.
- Determinar el procedimiento de la elaboración de productos biodegradables a base de los residuos de la planta de banano.
- Realizar una revisión bibliográfica sobre los usos y aplicaciones de la fibra de banano.

1.4 Delimitación de la investigación.

- ✓ Esta investigación se realizó en el Departamento de Piura, Provincia de Sullana. Así como también con la colaboración de los productores de Banano del centro poblado de Salitral, marcavelica y Querecotillo.
- ✓ El tiempo que demando esta investigación fue de 2 meses.
- ✓ El costo fue asumido en su totalidad por los tesistas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Calle, Fernández, Godoy, Sempertegui, & Patiño (2014). Desarrollaron la investigación: Elaboración de papel a partir de pinzote de banano, cuyo objetivo es la obtención de papel siendo el recurso natural los pseudotallos del banano, 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 banano. Cuyo objetivo es examinar cuan factible es producir envases biodegradables de los residuos no aprovechables después de la cosecha del banano. Siendo Colombia un país con suficiente producción de banano y así generar una fábrica de papel y cartón, siendo una alternativa en términos de bajos costos. Además, la generación de empleos y rentabilidad. (p.26).

Quihue (2014). De acuerdo a su investigación: Obtención de fibras a partir de raquis de Banano 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).

Piza. H, Sophia Rolando, Ramírez. C, Villanueva. S & Zapata. A (2017). En su investigación “análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de banano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú” los bioplásticos se han convertido en los sustitutos más atractivos para los plásticos derivados del petróleo, debido

principalmente a la alta contaminación que significa la producción de estos últimos y al rápido aumento de los precios del petróleo, así como también el aumento de las regulaciones medioambientales. Justificando lo mencionado es que se desarrolla este proyecto el cual consta de 5 capítulos: Contexto, Marco teórico, Experimentación y resultados, Diseño de línea de producción, y las evaluaciones del proyecto tanto ambientales como económico-financieras. El resultado de la investigación es un prototipo de plato de bioplástico a partir de cáscara de banano verde como almidón, resistente y biodegradable que puede ser propuesto como sustituto de los platos de plástico convencionales. Como conclusiones del capítulo de experimentación y análisis de resultados, el bioplástico a partir de cáscara de banano puede adquirir distintas formas según el molde que lo contenga y composición dependiendo de los tipos y cantidades de insumos usados, por lo que puede aplicarse a distintos fines como sustituto en distintos campos de la industria del plástico, dependiendo de la temperatura de cocción de la mezcla y de la presión ejercida en ella.

Chávez Antonietti.P, Príncipe Infantes. S, Sánchez Núñez. P, García Huallanca. L, Vilcatoma Pino.P (2018). En su trabajo de investigación “Plato biodegradable a base de hojas de banano” el Perú está presentando cambios en sus leyes de regulación de bolsas de plástico, sorbetes y tecnopor en las entidades del ejecutivo rigiéndose a partir de mayo del 2019. Asimismo, al 2021, el volumen de producción de plásticos de un solo uso se verá afectada con el ingreso de productos biodegradables. Se realizó un estudio de Mercado donde nos muestra que los proveedores de ferias gastronómicas necesitaban saber la aceptación de nuestro producto con los consumidores finales, teniendo como resultado positivo la aceptación de nuestro producto.

La estrategia del negocio une la de diferenciación como un plato hecho a base de hojas de banano 100% biodegradable. Se concluye que el la maquina termo prensadora en la planta de producción determina la capacidad de producción, asimismo se considera como el cuello de botella.

El costo de oportunidad de capital para el proyecto (COK) en promedio es de 31,35%, además considerando este valor y el interés fijo anual del financiamiento se obtuvo que el Costo Promedio de Capital Ponderado (WACC) es de 27,30%. Se concluye que nuestro proyecto de platos hechos a base de hojas de banano 100% biodegradable es viable económicamente y financieramente, pues presenta valores positivos del VAN (VANE=S/. 360827,00 y VANF=S/. 295250,00) y una TIR (TIRE=58.10% y TIRF=61.36%) mayor que el WACC y COK evaluado.

2.2 MARCO TEÓRICO O BASES TEÓRICAS

2.2.1 Generalidades

El Perú es un país eminentemente agrícola, en los últimos años el cultivo del banano ha incrementado convirtiéndose en un importante producto de exportación. La planta de banano es un recurso natural que no es explotado eficientemente por el cultivador, ya que una vez que produce el racimo, la planta es cortada quedando como abono para la cosecha, al igual su cáscara que es considerada como desecho. El mal aprovechamiento de estos desechos agrícolas provoca contaminación de suelos, aguas subterráneas, proliferación de bacterias y enfermedades por su descomposición abierta sin ningún control. De la misma manera los productos plásticos son considerados como uno de las principales fuentes de residuos sólidos contaminantes que al descomponerse desprenden sustancias tóxicas al ambiente y a la salud humana, porque están elaborados a partir de combustibles fósiles derivados del petróleo y tardan años en degradarse.

2.2.2 Banano

Nombre comercial: Organic Banana.

Nombre científico: *Musa acuminata* (group AAA) / *Musa paradisiaca*, *Musa cavendish* Variedad William sp.

Nombre común: Organic Banana (Petryk, 2011).

Origen: Tropical

Forma: Oblonga

Color: Amarillo verdoso o amarillo

2.2.3 Características físicas

El Banano orgánico como fruta tropical de manera natural presenta una forma curva y alargada además el árbol crece en racimos que puede contener de 2 a 20 frutos. En cuanto al color su cascara presenta un color verdoso o amarillo. El interior de la pulpa del fruto contiene una tonalidad blanca además tiene una consistencia harinosa destacando su sabor dulce, intenso y un olor agradable. El tamaño y peso del fruto que se comercializa internacionalmente de acuerdo con los parámetros de calidad tiene en promedio una longitud de 7.5” y un peso aproximadamente 200 gramos. (Petryk, 2011)

Figura 1

Banano



Fuente: redagricola (2019).

2.2.4. Propiedades nutritivas

El Banano es un alimento que no requiere de condiciones especiales para su conservación, salvo un lugar fresco y protegido de la luz solar para prolongar su conservación y propiedades (SIICEX). El banano es una fruta que posee gran riqueza en hidratos de carbono, potasio, hierro, vitaminas B, C y A, unido a su escasez de grasas, hacen del banano una fruta ideal para su consumo por los deportistas y atletas. El banano o banana, no produce colesterol, además su contenido en pectina, mayor que en la manzana y fibra, es beneficioso para los hipertensos, además favorece la eliminación de líquidos que es un buen aliado en casos de dietas para bajar de peso. (MINAGRI, 2014).

Figura 2

Desagregado nutricional del banano



Fuente: USDA

2.2.5. Usos y especificaciones

El banano es una fruta que tiene múltiples usos, ya sea el consumo como fruta fresca, en ensaladas o para la elaboración de postres, jugos, tragos etc. Se caracteriza por su forma curva y alargada y sus colores oscilan entre el verde y amarillo dependiendo de la maduración del fruto. Poseen un sabor dulce, intenso y perfumado. Es un alimento rico en magnesio, potasio, ácido fólico, sustancias de acción astringente y fibra. Asimismo, es un fruto que no requiere de condiciones especiales para su conservación, salvo un lugar fresco, seco y protegidos de la luz solar para así poder prolongar su conservación y propiedades.

2.2.6 Descripción botánica de la planta de banano

- Planta, herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5 - 7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas.
- Sistema radicular, las raíces del banano poseen forma de cordón y aparecen en grupos de 3 ó 4; El diámetro oscila entre 5 y 10 mm; la longitud varía y puede llegar entre 5 y 10 m en crecimiento lateral, si no son obstaculizadas durante su crecimiento, y hasta 1.5 m de profundidad (Lavillé, 1964; Beugnon y Champion, 1966).
- Hojas, se originan del punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del bulbo, luego se forma precozmente el pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La lámina foliar es dorsiventral y glabra. Externamente, el limbo se observa como una lámina delgada, muy verde en su cara superior y más o menos verde claro en la inferior, está surcada por una nervadura estriada formada por las venas mayores que resaltan en la cara adaxial. La producción de las hojas cesa cuando emerge la inflorescencia (Soto, 2002).

Tallo, es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, ofrece a la planta apoyo y la capacidad de almacenar reservas amiláceas; por otra parte, le permite alcanzar mayor altura y elevar el nivel de las láminas foliares que captan la luz solar. La planta adulta puede medir 5 m de altura y 40 cm de diámetro según el clon. Su estructura es resistente y puede soportar el peso de las láminas foliares y de su inflorescencia (Aubert, 1973; Simmonds, 1973).

- Inflorescencia, En una de las fases intermedias del desarrollo fisiológico de la planta, parte del punto de crecimiento se transforma en una yema floral, para iniciar la inflorescencia. Cuando la inflorescencia sale por el centro del pseudotallo, puede tener de 5 a 8 cm de diámetro y es de color blanco, cuando emerge del mismo se convierte en raquis externo se torna de color verde (Simmonds, 1973). Cuando el tallo floral está totalmente formado se pueden distinguir las siguientes zonas: Una zona comprendida entre el cormo en su parte más ancha y la base de la primera bráctea vacía. Una parte que se extiende desde la primera bráctea con un glomérulo de flores femeninas y pistiladas. Una tercera zona que empieza en la bráctea de la primera mano de flores pistiladas y termina en el ápice de la chira floral (Lassoudiere, 1978).
- Fruto, se forma partiendo de los ovarios de las flores pistiladas que muestran un gran aumento en volumen; la parte comestible es el resultado del engrosamiento de las paredes del ovario convertido en una masa parenquimatosa cargada de azúcar y almidón (León, 1987).

Figura 3
Morfología del banano



Fuente: Agro musáceas

2.2.7 Desechos orgánicos generados del banano

En la etapa de crecimiento se genera los bananos de descarte y en la etapa de recolección se genera las hojas y pseudotallos en mayores cantidades. En la etapa de cortado se genera el raquis y en la etapa de selección se genera los bananos que no cumplen con las especificaciones técnicas en menores cantidades.

Se utilizaron los datos de Fernandes, Marangoni, Souza, & Sellin (2013) en los cuales hace mención que por cada tonelada de banano producida se generan 100 kg de residuos de fruta y aproximadamente 4 toneladas de residuos lignocelulósicos (pseudotallo, hojas, raquis), este autor presenta también que para las 4 toneladas de residuos lignocelulósicos generados el 73% corresponde a pseudotallo, 4% a tallos, 12% a hojas y 11% a piel o cáscara.

Los desechos orgánicos generados desde la siembra hasta el empacado del banano son los siguientes:

- Hojas de banano, que cuando se corta el racimo de los bananos de la planta, se procede a cortar las hojas de la planta.
- El raquis, es otro desecho de la cosecha del banano, ya que, cada planta de banano da como resultado un racimo y cada racimo un raquis (Figura 26), sin embargo, la mayoría se quema o se abandona el raquis desaprovechando este desecho orgánico.
- Los bananos de descarte, arrojados debido al proceso de deschive o poda de manos inferiores, ya que, consiste en eliminar las tres últimas manos de bananos para conseguir el largo y el grosor de los bananos solicitados por el mercado internacional.
- Los seudotallos, puesto que, se procede a podarlos cuando finaliza la función de la planta madre. Generalmente de forma diaria cortan este desecho, teniendo en cuenta el cronograma establecido por la empresa.

Figura 4

Desechos generados de la planta de banano



Fuente: Marín & Barrezueta (2019).

2.2.8 Biodegradable

La ASTM D-5488-944 lo define como la capacidad de un material de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua y componentes orgánicos, o biomasa, en el cual el mecanismo predominante es la acción enzimática de microorganismos, y puede medirse por ensayos estándares en un periodo específico de tiempo reflejado en condiciones disponibles de almacenamiento (Ruiz, 2006). La biodegradabilidad está más directamente relacionada con la estructura química que con el origen de las materias primas (REMAR, 2011).

2.2.9 Bioplástico

Son materiales capaces de desarrollar una descomposición aeróbica o anaeróbica por acción de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas bajo condiciones que naturalmente ocurren en la biosfera. Son degradados por acción enzimática de los microorganismos bajo condiciones normales del medio ambiente (CIT, 2009).

Según La Asociación Europea de Bioplástico (European Bioplastics), un material plástico se define como bioplástico si es de base biológica, si es biodegradable, o si tiene ambas propiedades (European bioplastics citado por Estrada, 2012).

2.2.10 Clasificación de bioplástico

Según Castillo, Iñiguez, (2011) y Meré, (2009) los polímeros biodegradables se pueden clasificar a partir de su proceso de fabricación de la siguiente manera:

- Polímeros extraídos o removidos directamente de la biomasa: polisacáridos como almidón y celulosa. Proteínas como caseína, queratina, y colágeno.
- Polímeros producidos por síntesis química clásica utilizando monómeros biológicos de fuentes renovables. Algunos ejemplos de este grupo son: ácido poliláctico (PLA), poli-ácidos glicoles (PGA) y policaprolactonas (PCL).
- Polímeros producidos por microorganismos, bacterias productoras nativas o modificadas genéticamente. Este grupo engloba a: Polihidroxicanoatos (PHA), poli-3-hidroxibutarato (PHB).

Sin embargo, las clasificaciones más “estrictas”, clasifican los bioplástico únicamente en función de su procedencia bien sea a partir de fuentes fósiles (derivados del petróleo) o de materias primas naturales, denominándose entonces bioplástico.

2.3 Glosario de términos básicos

- Biodegradable: La ASTM D-5488-944 lo define como la capacidad de un material de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua y componentes orgánicos, o biomasa, en el cual el mecanismo predominante es la acción enzimática de microorganismos, y puede medirse por ensayos estándares en un periodo específico de tiempo reflejado en condiciones disponibles de almacenamiento.
- Biodegradabilidad: La biodegradabilidad está directamente relacionada con la estructura química que con el origen de las materias primas.

- Deslignificación: “Eliminación total o parcial de la lignina de materias vegetales por tratamientos químicos” (Real Academia de Ingeniería, 2019, párr.1).
- 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”
- Gelatinización: es el proceso donde los gránulos de almidón que son insolubles en agua fría debido a que su estructura es altamente organizada, se calientan (60-70°C) y empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas intermicelares amorfas que son menos organizadas y las más accesibles.
- Hidrólisis: Descomposición de sustancias orgánicas por acción del agua.
- Gelificación: La gelificación es el procedimiento mediante el cual se espesan y estabilizan soluciones líquidas, emulsiones y suspensiones, en los alimentos la gelificación de componentes cumple muchas funciones, particularmente en relación con la textura, la estabilidad y afectan en especial medida a las condiciones de procesado.
- Banano: Es una fruta de proveniente asiático, cuyo consumo es el más amplio en todo el mundo, este se cultiva por todas las regiones tropicales, durante todo el año y es uno de los productos que más economía trae a muchos países en vías de desarrollo
- 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).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque Y Diseño

El enfoque es mixto, diseño narrativo.

3.2. Nivel

Descriptivo.

3.3. Tipo

Aplicada.

3.4. Sujetos De La Investigación

Productores bananeros de la región Piura, provincia de Sullana.

3.5. Métodos Y Procedimientos

Se aplicó el método de investigación deductivo, tratando el problema de investigación de lo general a lo particular con una secuencia metodológica. Se realizará un tipo de investigación documental, con alcance del conocimiento descriptivo y paradigma constructivista, con una metodología cualitativa. Para el desarrollo de este proyecto se realizó lo siguiente:

1. Búsqueda de información acerca de la generación de residuos en las diferentes etapas de producción del banano.
2. Análisis de información sobre la utilización de los residuos del banano para obtener productos biodegradables.
3. Elaboración de una propuesta para la utilización de los residuos de banano.

Para la selección de las fuentes de información se consideraron los siguientes

criterios de selección: Que fueran sobre los residuos del banano, su generación y utilización.

4. Las fuentes de información incluyeron artículos científicos, libros, páginas de internet de organizaciones no gubernamentales, manuales, guías, entre otros, que fueran sobre los residuos del banano y su utilización en la elaboración de productos biodegradables.

Esta revisión se elaboró a partir de la búsqueda de información en buscadores como Google académico, Pubmed, Scielo, EDP Sciences Journals; Science Direct, bases de datos y publicaciones en páginas electrónicas. Para la búsqueda de información se empleó principalmente el tema de “Generación de residuos de banano y su utilización en la elaboración y aprovechamiento para obtener productos biodegradables”. Así como Con base en los resultados encontrados, en este trabajo se planteó una propuesta para la utilización de los residuos del banano generados por las asociaciones productoras de la provincia de Sullana.

IV. PROPUESTA PARA LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE BANANO PARA OBTENER PRODUCTOS BIODEGRADABLES.

4.1 Extracción de Almidón de las hojas del banano para la elaboración de bolsas biodegradables.

4.1.1 Almidón

Es un polisacárido de reserva energética de los vegetales y se localiza principalmente en raíces, tubérculos, frutas y semillas. En los tejidos vegetales se presenta en entidades discretas, semicristalinas, las cuales reciben el nombre de gránulos. El tamaño, forma y estructura de los gránulos difieren substancialmente con la fuente botánica. Su forma es variada: esféricos o con forma de discos para los de trigo, poliédricos en arroz y maíz, con forma de ostras irregulares en papa, filamentosos en almidón de maíz de alto contenido de amilosa, etc. (Whistler, 1984). El almidón está compuesto fundamentalmente por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. Los gránulos también contienen trazas de otros constituyentes como lípidos polares, nitrógeno y fósforo, en forma de fosfolípidos, que, en muchas ocasiones, juegan un rol importante en las propiedades funcionales del almidón (Belitz, 1997). La relación amilosa/amilopectina y su organización física dentro de la estructura granular, les confieren a los almidones propiedades fisicoquímicas y funcionales características (Bello-Pérez, 1985).

4.1.2 Modificación del almidón

En la industria de alimentos los almidones se han usado ampliamente como agentes espesantes o estabilizantes para proveer a los productos propiedades tales como textura y apariencia (Saartrat y col., 2005). Sin embargo, los almidones nativos pueden no ser adecuados para

el desarrollo de determinados productos. Una alternativa para mejorar las propiedades y ampliar el uso de este polisacárido consiste en la modificación del almidón mediante métodos químicos o físicos.

La modificación física se realiza mediante calor y humedad (pregelatinización), mientras que los métodos químicos involucran la introducción de grupos funcionales a partir de reacciones de derivatización (eterificación, esterificación, entrecruzamiento, etc.) o de descomposición (hidrólisis ácida o enzimática u oxidación) (Singh y col., 2007; Wursburg, 1986).

4.1.3 Gelatinización

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero se hinchan cuando se calientan en un medio acuoso. Inicialmente el hinchamiento es reversible y las propiedades ópticas del gránulo no se pierden; sin embargo, cuando se alcanza una cierta temperatura, el hinchamiento llega a ser irreversible afectando la estructura del gránulo. Este proceso es conocido como gelatinización y ocurre en un intervalo de temperatura, ya que los gránulos presentan diferente resistencia debido a su composición y grado de cristalinidad. La gelatinización es un proceso endotérmico que va acompañada de la lixiviación de la amilosa y pérdida de la birrefringencia del gránulo. Al final de este fenómeno se genera una pasta en la que existen cadenas de amilosa de bajo peso molecular altamente hidratadas que rodean a los restos de los gránulos, también hidratados. La intensidad de la gelatinización depende de la fuente botánica de la que proviene el almidón, del contenido de humedad de la muestra y de ciertas condiciones experimentales tales como pH, presencia de sólidos, etc. (Huang y Rooney, 2001).

4.1.4 Retrogradación

Varios autores consideran que los geles están compuestos por una matriz de amilosa que contiene gránulos gelatinizados compuestos mayoritariamente por amilopectina (Ring y col., 1987 y 1983; Miller y col., 1973 y Ott y Hester, 1965). El desarrollo de la estructura y cristalinidad de los geles de almidón a corto tiempo está dominado por la gelación y cristalización de la amilosa. Los aumentos en el módulo de elasticidad de los geles durante el almacenamiento están ligados a la cristalización de la amilopectina, aumentando la rigidez de los gránulos y reforzando la matriz de amilosa (Miles y col., 1985 a). La formación de cristales va acompañada por un aumento gradual en la rigidez y la separación de las fases entre el polímero y solvente (sinéresis). Estos procesos se agrupan bajo el término de retrogradación y afectan la textura, digestibilidad y aceptación por el consumidor de los productos a base de almidón. (Navarro y col., 1995; Ferrero y col., 1993; Biliaderis, 1992; Miles y col., 1985 a y b).

4.1.5 Proceso de elaboración de bolsas biodegradables a partir de almidón de hojas de banano.

A continuación, se explicará los pasos a seguir para la obtención de bolsas biodegradables a base de hojas de banano.

4.1.5.1 Proceso de extracción almidón de hojas de banano

Para la extracción de almidón de las hojas de banano, realizaremos las siguientes operaciones:

- ✓ Primero se procederá a disponer de las hojas de banano que será la materia prima del proceso.

- ✓ Luego se clasificará las hojas de banano en donde se tendrá en cuenta el tamaño y calidad adecuada para el siguiente proceso.
- ✓ En este proceso se realizará un lavado con el fin de eliminar cualquier suciedad o cualquier otro tipo de material extraño a la materia prima.
- ✓ Después se realizará un secado en donde eliminaremos el agua de las hojas.
- ✓ El proceso siguiente es la molienda en donde moleremos las hojas de banano que han sido secadas.
- ✓ Se realiza un tamizado para la extracción de la harina de las hojas de banano.
- ✓ Luego se procederá a sedimentar el producto (harina).
- ✓ Seguidamente se acondicionará el producto obteniendo así el almidón de las hojas de banano.
- ✓ Una vez obtenido los demás materiales como son el agua destilada, glicerina, se deriva al proceso de mezclado hasta obtener una base homogénea.
- ✓ Una vez obtenida la mezcla se procederá al proceso de fusión donde la mezcla alcanza su temperatura máxima para obtener finalmente una mezcla homogénea.
- ✓ Por último, el corte y sellado para la fabricación de bolsas, los rollos primero se ajustan en la máquina laminadora en la cual se cortan al ancho deseado en una primera etapa, luego de esto, la máquina inicia la confección de las bolsas pasando el material con el tamaño deseado por una serie de rodillos en el cual se da forma, sella y recorta para finalmente obtener las bolsas biodegradables, estas salen de la máquina y están

listas para su empaquetado según las características estipuladas.

El proceso de fabricación de las bolsas radica en tres procesos, estos son:

➤ **Extrusión**

- ✓ El personal de extrusión estudia el pedido y programa las máquinas (extrusoras) con el pedido en particular, comprobando las mezclas de material y aditivos necesarios, para conformar el pedido: alta o baja densidad. (Pack, 2018).
- ✓ El almidón de hojas de banano se calienta a temperaturas cercanas a su punto de fusión, con lo que se vuelven inestables y se pueden moldear con facilidad, por lo cual son sometidos de forma simultánea a un tiraje vertical y a un proceso de soplado en sentido transversal, creando un auténtico globo de plástico. Mediante una gradación en la temperatura de fusión, el soplado y el tiraje vertical se van conformando las características particulares del pedido: tamaño, resistencia, etc.

Figura 5

Maquina extrusora



Fuente: asianmachineryusa.com (2016)

- **Laminado:** Es el proceso por el cual, a través de unos rodillos, la materia prima pasa para luego definir el grosor de la bolsa dependiendo del tipo de uso.

Figura 6

Maquina laminadora



Fuente: Plasticmouldingmachine.org (2015).

- **Corte:** Después del proceso de laminado, lo primero que se hace en el proceso de corte es programar la máquina cortadora con los parámetros necesarios para darle la forma que se desee, bien sea una bolsa camiseta, tipo mercadillo o una simple lámina. Se ajustan el ancho del producto, el alto, las medidas del fuelle (sí procede), la altura y ancho de las asas (sí procede), etc.

Posteriormente, se procede a dividir, de forma transversal, mediante una cuchilla y unos cabezales que cortan y sueldan la base y la cabeza de las bolsas. La misma máquina cortadora va formando paquetes de bolsas una vez completado cada paquete.

Figura 7

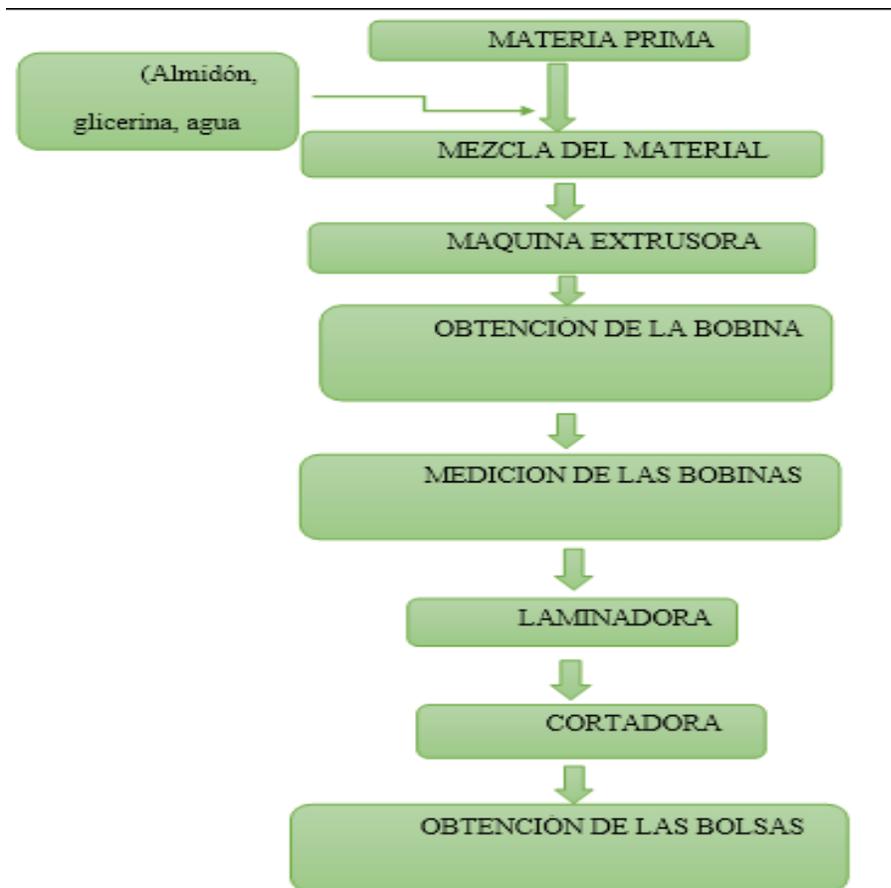
Maquina cortadora de bolsas



Fuente: Mercado libre (2013).

4.1.5.2 Diagrama del proceso de elaboración de las bolsas biodegradables

Diagrama 1



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Proceso de elaboración de plástico biodegradable a partir de celulosa extraída de los desechos de la planta de banano.

4.2.1 Celulosa

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).

4.2.2 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.
- ✓ Clasificación: El raquis, pseudotallo y la cascara son clasificados según su estado en que son traídos, desechamos todo aquello que están en mal estado o los que están a punto de descomponerse.
- ✓ 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.
- ✓ Cortado: Consiste en cortar el raquis, pseudotallo y la cascara en pedazos pequeños de aproximadamente 1cm cúbicos.
- ✓ 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.

- ✓ 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.
- ✓ 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.
- ✓ 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.
- ✓ 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).
- ✓ 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.
- ✓ 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.
- ✓ Filtración: Una vez terminado el proceso de blanqueado se pasa a filtrar con agua para separar el NaClO de la fibra blanqueada.
- ✓ Lavado: Posteriormente se lava con agua para eliminar el NaClO completamente y otras sustancias presentes en la pasta.

- ✓ Moldeado: La pulpa blanqueada ya dispersada en agua pasa a un molde para obtener los envases o utensilios biodegradables (tapers, cubiertos, envases, sorbetes, etc.).
- ✓ Prensado: El envase ya moldeado se lleva a las prensas para eliminar casi por completo el agua contenido en ellas.
- ✓ Secado: En el proceso de secado se utiliza cilindros planchadores a una temperatura de 50°C. También se puede secar a temperatura ambiente.
- ✓ Almacenamiento: Los envases o utensilios se almacenan y están listas para su posterior venta y comercialización.

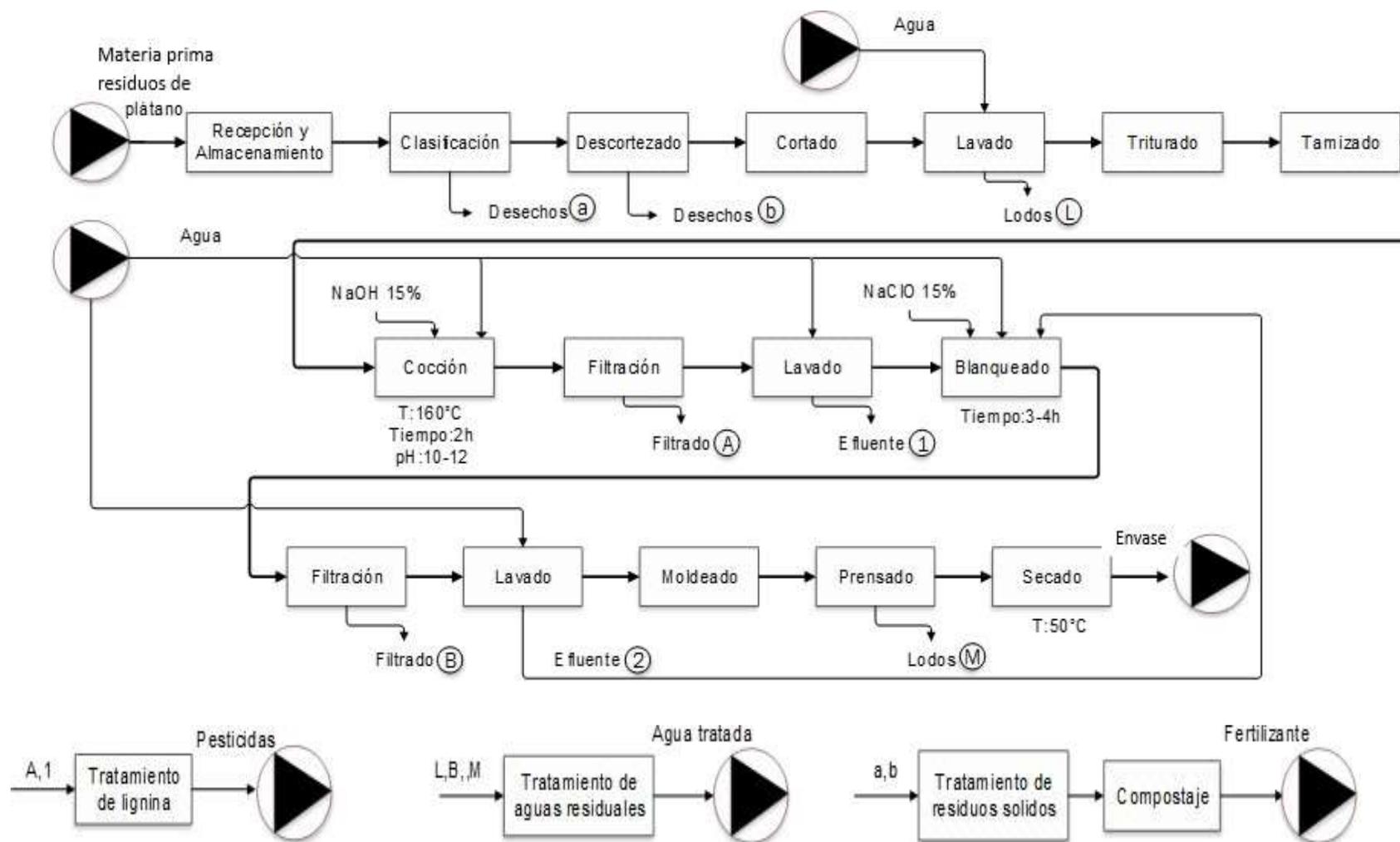
4.2.2 Recuperación de subproductos

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

4.2.3 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.

Diagrama 2 - Diagrama de flujo PBD



Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- Este estudio se documenta los posibles usos de los residuos del banano. Como sabemos actualmente la gran problemática es la excesiva generación de residuos que al no tener un manejo adecuado terminan dispuestos en basureros a cielo abierto, en barrancas, quemados o tirados en las calles, ocasionando problemas ambientales como la contaminación de los suelos y del agua, así como problemas de fauna nociva (ratas, ratones, cucarachas, moscas, moscos), que son causantes de enfermedades que afectando la salud pública.
- Se podría incentivar al sector agrícola dando a conocer los beneficios que obtendrán con el aprovechamiento de los residuos generados en el cultivo del banano, ya que se pudo determinar por medio de las entrevistas a agricultores de Sullana que desde siempre han desperdiciado estos residuos desechándolos dentro de las mismas plantaciones; lo cual representaría una oportunidad para favorecer así al sector y el desarrollo de la matriz productiva.
- Luego del procesamiento adecuado de los residuos del banano, se concluye que se puede ofertar al mercado peruano productos biodegradables que sustituyan a los sintéticos, ya que los costos de producción son menores porque son producidos por residuos vegetales abundantes en la provincia de Sullana, y de esta manera poder contribuir al cuidado del medio ambiente y desarrollo local y sustentable del país.
- Los residuos orgánicos y en especial los residuos del banano tienen un gran potencial para su utilización y dependiendo de la etapa de producción alimentaria

en que se generen son considerados pérdidas o desperdicios. La FAO (2012) hace mención que, en los países en desarrollo, las pérdidas de alimentos se presentan principalmente durante la producción agrícola, postcosecha y almacenamiento por no tener el apoyo financiero, tecnológico y condiciones climáticas. En los países desarrollados el consumo es la etapa en la cual se generan los mayores desperdicios principalmente en los hogares, seguido por los restaurantes y catering, debido a las estrictas normas y estándares de apariencia.

- La cantidad de banano que se genera durante las diferentes etapas de su producción no se encuentra documentada al 100%, pero si existe información de América del Sur en cuanto a residuos generados durante las primeras etapas, así como de Europa, principalmente de Gran Bretaña, para la cuantificación de los residuos generados durante el consumo. En Perú no existe una cantidad exacta de residuos de banano generados por pérdida en alguna de las etapas de la producción, pero si hay información creciente con respecto a las propiedades benéficas de la fruta y su uso dando una alternativa del posible aprovechamiento de la fruta para evitar su pérdida principalmente en estado verde.
- Con todos los datos recabados se pudo llegar a una aproximación de que los residuos se generan en mayor proporción durante la etapa de producción agrícola, postcosecha y almacenamiento.
- Si es posible aprovechar los desechos agrícolas generados de la siembra de banano en la provincia de Sullana para obtener plásticos biodegradables, que compitan con

los sintéticos, y así poder bajar los índices de contaminación generados por esos desechos.

- En consecuencia, existen altos niveles de producción de banano en el Perú, por lo que se podría aprovechar los residuos vegetales generados por las cosechas de esta fruta como: raquis, pseudotallo y cáscara; para utilizarlos como materia prima para la producción de plástico biodegradable a través de la obtención de celulosa y almidón que son propias de la planta.

VI . BIBLIOGRAFIA

- ABAD, K., MOGROVEJO, X., & ROJAS, F. (2012). Experimentación y posibles aplicaciones de la fibra de banano en el campo textil. Universidad del Azuay.**
- ANGELES. (2015). Diseño de un proceso industrial para obtener plásticos biodegradables a partir de almidón de yuca. Pag. 23.**
- ASQUI CALAHORRANO, K., & JARRÍN CASIERRA, M. (2015). Producción y comercialización de plástico biodegradable a partir de la cáscara de Banano en la ciudad de Guayaquil. Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Especialidades Empresariales, Guayaquil.**
- ASALDE, J. (2018). “Regulación de bolsas plásticas de un solo uso en el Perú”. Programa de Segunda Especialidad en Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales.**
- ALFARO-ARANDA, J. D. (2009). Materiales biodegradables para envases alimentarios. Tesis de licenciatura, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 79 pp.**
- AUBERT, B. (1973). Particularites anatomiques liées au comportement hydrique des bananiers. Fruits 28(9): 589-604.**
- BARRAGÁN, B., TÉLLEZ, Y., & LAGUNA, A. (2008). Utilización de residuos agroindustriales. Revista Sistemas Ambientales, 2(1), 44–50.**
- BETANCOURT, S., GAÑAN, P., JÍMENEZ, L., & CRUZ, L. (2009). Degradación térmica de fibras naturales procedentes de la calceta de plátano (estudio cinético). Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, 1(1), 215–219.**
- BELITZ, H (1997). Química de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia, S. A. pp. 337-351.**

- BELLO-PÉREZ, L. A., Y. PANO DE LEÓN, E. AGAMA-ACEVEDO, O. PAREDESLÓPEZ.** Isolation and partial characterization of amaranth and banana starches. *Starch/Stärke* 50: 409-413.
- BILURBINA, L. Y LIESA, F. (1990).** Materiales no metálicos resistentes a la corrosión. Editores Marcombo, Barcelona. España. Citado por Hernández, K. 2018.
- CASTAÑO, J. (2002).** Las fermentaciones como soporte de los procesos biotecnológicos. Colombia: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia.
- CASTILLO, A; IÑIGUEZ, A. (2011). MERÉ, (2009).** Obtención del ácido láctico a partir del almidón de papa (*Solanum tuberosum* L), como materia prima para la fabricación de material descartable biodegradable. Tesis Ing. Amb. Cuenca, EC. Universidad Politécnica Salesiana: Sede Cuenca
- CHAMPION, J. (1968).** El plátano. Editorial Blume. Barcelona, España. 247 pp
Fruits 19(8): 435-449.
- CHAVEZ ANTONIETTI, Paul Raúl Armando, Príncipe Infantas, Sandy Daniela, Sánchez Núñez, Pamela Margarita, García Huallanca, Lourdes Risvely, Vilcatoma Pino, Paul Belton (2018).** “Plato biodegradable a base de hojas de plátano”. Universidad san Ignacio de Loyola. Recuperado de:
<https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/8951>
- CHÁVEZ, P, PRINCIPIE, S, SÁNCHEZ, P, GARCÍA, L, VILCATOMA, P. (2018).** “Plato biodegradable a base de hojas de plátano”. Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de Bachiller.

CALLE, N., FERNANDEZ, E., GODOY, M., SEMPETEGUI, F., & PATIÑO, K.
(2014). Recuperado el 14 de marzo de 2022, de
<http://www.dui.uagrm.edu.bo/Informacion/Expociencia2014/1670.pdf>

**CORRALES. ET AL. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable
a partir del almidón de Yuca. Revista EIA no. 8: 57-67.**

**Driver, W. E. (1982). Química y tecnología de los plásticos. Compañía Editorial
Continental, México.**

**EUROPEAN BIOPLASTICS. (2012). what are bioplastics. Recuperado de:
<http://en.european-bioplastics.org/>**

**ÉNDEZ A. (2010). Extracción de Almidón de banano verde (Musa sapientum
variedad Cavendish) producto de desecho de las industrias bananeras y
evaluación de su función como excipiente en la formulación de
comprimidos (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala,
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.**

**ESPÍN, G. (2007). Plásticos y su contaminación ambiental. Academia de Ciencias de
Morelos, A. C. Instituto de Biotecnología, UNAM, Cuernavaca,
Morelos.**

**FEDEXPOR, F. E. (DICIEMBRE DE 2015). Boletín de Comercio Exterior. Obtenido
de <http://www.fedexpor.com>**

**FERNANDES, E. R., MARANGONI, C., SOUZA, O., & SELLIN, N. (2013).
Thermochemical characterization of banana leaves as a potential
energy source. Energy Conversion and Management, 2013(75), 603-608.**

**FLORES et al. (2014). Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de
frutos de plátano (Musa paradisiaca). Acta Cient Venez, 55, 86-90.
ISSN 0001-5504.**

FLORES, C, LUIS ALBERTO Y VILELA SEMINARIO, MARÍA KARINA. (2009).
"Diagnóstico del Sistema Productivo Actual de Banano Orgánico y
Lineamientos de Propuesta Para Incrementar los Niveles de Productividad en
la Central Piurana de Asociaciones de Pequeños Productores de Banano Orgánico-
CEPIBO". Piura, Perú: Título para obtener el grado de Licenciados en
Administración, en la Universidad César Vallejo.

**GRISALES J. & GIRALDO D. (2004) "Empaques Biodegradables A Partir De Fibra
De Plátano Para Los Productos Agrícolas Del Departamento De Caldas" (Trabajo
de Grado). Universidad Nacional de Manizales, Colombia. Recuperado De:**

[Http://Bdigital.Unal.Edu.Co/1042/1/Juancarlosgrisalesmeneses.2004.Pdf](http://Bdigital.Unal.Edu.Co/1042/1/Juancarlosgrisalesmeneses.2004.Pdf)

**HERNÁNDEZ, K. (2013). "Biodegradación de envases elaborados a base de fécula de
maíz, papa, caña de azúcar, papel y oxo-biodegradables.**

**HERNÁNDEZ SAMPIERI ROBERTO, F. C. (2010). Metodología de la Investigación
(5ta ed.). México: McGraw-Hill Educación.**

**HERNÁNDEZ. et al. (2009). Obtención y caracterización de un material polimérico
a partir de la mezcla de polietileno de baja densidad (PEBD) y almidón
de maíz modificado. Tesis para optar al título de ingeniero químico.
Disponible en: [http://
cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/938/1/
Miriam%20Vazquez%20Escobar.pdf](http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/938/1/Miriam%20Vazquez%20Escobar.pdf).**

**HERNÁNDEZ, M. E. (2006). Metodología de la Investigación- Como escribir una
Tesis. España.**

**HUANG, D.P. Y ROONEY, L.W. Starches for snack foods. En: Snack foods
processing, Lusas, E.W. y Rooney, L.W. (eds). Lancaster, Pennsylvania. Technomic
Publishing Company, Inc., 2001.**

- INEC. (2015). Información Ambientales en hogares. Obtenido de**
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/sistema-integrado-de-estadisticas-ambientales-siea/>
- KLIMCHUK, M., KRASOVEC, S. (2006). Packaging design: Successful product branding from concept to shelf. Ed. Jhon Wiley & Sons. USA.**
- LÓPEZ, G., & GÓMEZ, J. (2014). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp).**
- MACÍA, M. J. (2006). Las plantas de fibra. Botánica Económica de Los Andes Centrales, 370–384.**
- MENESES, M., LEÓN, L., MEJÍA, L., GUERRERO, L., & BOTERO, J. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y postcosecha del plátano en el departamento de Caldas. Revista Educación En Ingeniería, 9, 128–139.**
- MEZA. (2016). Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. Universidad Nacional Agraria de la Molina, Facultad de Ciencias. Tesis para optar al título de ingeniero ambiental. Lima, Perú**
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2015). Aprueban Normas Técnicas Peruanas sobre Envases y Embalajes, y Granos Andinos: Resolución comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias N° 582015/CNB-INDECOPI. El peruano no 553222. Lima, Perú.**
- MILES, M. J., V. J. MORRIS, P. D. ORFORD, AND S. D. RING. 1985a. The roles of amylose and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. Carbohydrates Research 135: 271-281.**

MORA. (2012). Bioplástico, plásticos compostables y oxodegradables: la realidad sobre la biodegradabilidad de los envases plásticos. Informe temático N° 03/2012-2013. Lima, PE. 27 p.

MOHANTY, AMAR K., MISRA, MANJUSRI, DRZAL, LAWRENCE T., E. SELKE, SUSAN. R. HARTE, BRUCE, Y HINRICHSEN, GEORG. (2005). Capítulo 1. Natural fibers, biopolymers and biocomposites: An Introduction. Book: Natural fibers, biopolymers and biocomposites. Boca Raton, Florida: Tylor & Francis. Citado por Hernández, k. 2013.

MORENO M., J., & CANDANOZA C., J. (JUNIO DE 2009). Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Plátano de Exportación en la Región de Uraba. (C. Augura, Ed.)

MUÑOZ RAZO, C. (2011). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis (Segunda ed.). México, México: Pearson Educación.

MUÑOZ, J. (2014). Evaluación, caracterización y optimización de un bioplástico a partir de la combinación de almidón de maíz, yuca y glicerol en sus propiedades físicas y de barrera. Pag. 10.

NAVARRO, A.S., MARTINO, M.N. Y ZARITZKY, N.E. Effect of freezing rate on the rheological behavior of systems based on starch and lipid phase. Journal of Food Engineering. Vol. 26, pág. 481-495, 1995.

NAVARRO. (2016). Influencia de la fuente y concentración de almidón sobre las propiedades fisicoquímicas y estructurales de las películas quitosano-almidón combinadas con glicerol para su uso en la agroindustria. Pag. 51.

PACK, A. (2018). Abc Pack. Recuperado de: <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/como-sehace-una-bolsa-de-plastico/>

**PETRYK NORBERTO (2011). “Definición de banana”. Recuperado de:
<http://petryknorberto.blogspot.com/>**

PÍZA. (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. UDEP, Universidad de Piura, Facultad de ingeniería Industrial y de sistemas.

QUIHUE CABEZAS, J. (2014). Obtención de fibras a partir de raquis de plátano para la producción de pulpa de papel (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

**RUIZ AVILÉS (2006). “estándares en un período específico de tiempo reflejado en condiciones específicas de almacenamiento”. Recuperado de:
<https://1library.co/article/biopl%C3%A1sticos-antecedentes-te%C3%B3ricos-estudio-resistencia-tracci%C3%B3n-deformaci%C3%B3n.wq24gxe>**

RUBIN, IRVIN I. (1998). Materiales plásticos, propiedades y aplicaciones. Editorial Limusa, México.

SAARTRAT, S., PUTTANLEK, C., RUNGSARDTHONG, V. Y UTTAPAP, D. (2005). Paste and gel properties of low-substituted acetylated canna starches. Carbohydrate Polymers. Vol. 61, pág. 211–221.

SHAH, A. A., HASAN, F., HAMEED, A. (2008). Biological degradation of plastics: A comprehensive review. Biotechnology advances, 26: 246-265.

SINGH, J., KAUR, L. Y MCCARTHY, O.J. (2007). Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications A review. Food Hydrocolloids. Vol. 21, pág. 1-22.

**SOTO. (2010). Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa Cavendishii*) y banana verde (*Musa Paradisiaca*).
Revista Boliviana de Química, 27(2).**

SOTO, M. (2002). Banano, cultivo y comercialización. San José, Costa Rica. Disco compacto. 8 mm. Recuperado de:

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1293/AGR-PAS-ABA-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VALDERRAMA. (2014). Evaluación del comportamiento de películas comestibles de quitosano almacenadas bajo condiciones controladas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias Bogotá – Colombia.

WHISTLER, R.L. STARCH: 1984. CHEMISTRY AND TECHNOLOGY. Academic Press

**WIKIPEDIA. (2019). Celulosa. Recuperado de:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Celulosa>**

WURZBURG, O.B. MODIFIED STARCHES (1986). Properties and uses. Boca Raton, FL: CRC Press.

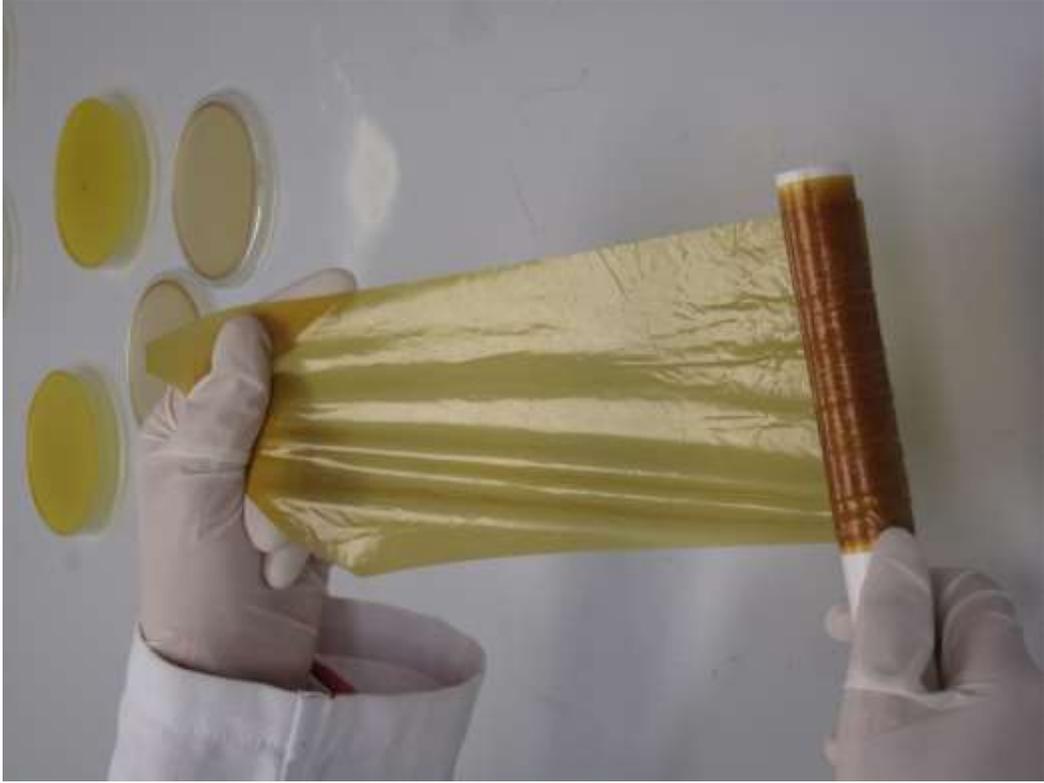
ZAPATA. (2019). Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) con gel de sábila (*Aloe vera*).

VII

ANEXOS

BOLSAS DE RESIDUOS DE BANANO










Obtención de Celulosa a Partir de los Desechos Agrícolas del Banano

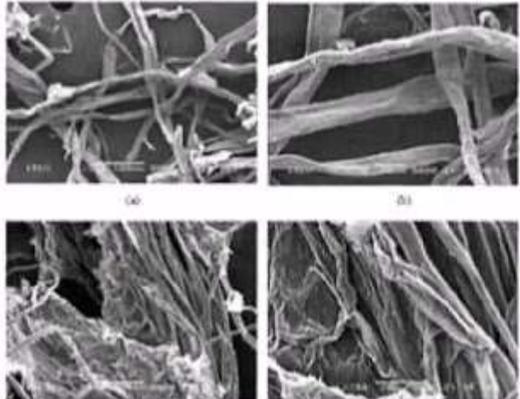


Fig.: Microfotografías de MEB de las fibras crudas recuperadas después del proceso de obtención de celulosa. Fibras de pinzote: a) 250x y b) 750x; Fibras de pseudotallo: c) 250x y d) 750x
 Imagen tomada de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=507181076420050005100012

CREATED BY
RENDERFOREST.COM

