



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Aprovechamiento de la cáscara residual de la *Musa balbisiana* para la
obtención de bioplástico en el Mercado APECOLIC - Comas - 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

VICENTE FLORES, ROBERT

ASESOR:

DR. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

LIMA-PERÚ

2018-I

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)


Robert VICENTE FLORES

cuyo título es:

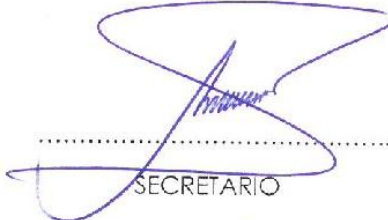
Aprovechamiento de la cáscara residual del Misa Balbisiana para la obtención de bioplástico en el Mercado APECOLIC (Perú) - 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: *14* (número) *Satisfactoria* (letras).

Los Olivos, *16* de *Ayacucho* de 201...



.....
PRESIDENTE



.....
SECRETARIO



.....
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

Para mis padres Porfirio Vicente e Isabel Flores, quienes de todo corazón siempre son una fuente de apoyo incondicional, gran paciencia y amor en cada etapa de mi vida. Su sacrificio amados padres jamás será en vano.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios Creador del cielo y la tierra, quien de gracia en gracia me ha permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, sin Él no hubiese sido posible este momento.

A cada asesor, docente, compañero y personal de mi casa de estudios, la Universidad César Vallejo; mi infinita gratitud por estos años en mi formación académica, pues no solo me han brindado sus conocimientos, sino calidad humana y compartido gratas experiencias. Hoy muchos de ustedes los puedo llamar amigos.

A mi familia a quienes debo todo lo que soy en la vida, su amor hacia mí se refleja en el apoyo y comprensión brindado, ustedes son el motor que refuerza mis convicciones y éxitos.

A mi novia, la señorita Anamaría Espino, quien día a día me ha inspirado fortaleza en mis momentos de dificultad y con una sonrisa me motiva a sacar lo mejor de mí.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo VICENTE FLORES, ROBERT con DNI N°46588945 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 16 de Agosto del 2018.

Robert Vicente Flores

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA RESIDUAL DEL MUSA BALBISIANA PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL MERCADO APECOLIC - COMAS - 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Robert Vicente Flores

RESUMEN

El uso del plástico en la actualidad representa una gran demanda dentro de las diferentes actividades del hombre, las cuales generan contaminación al ambiente por los residuos de materiales plásticos, que tardan de 100 a 1000 años en degradarse. La investigación consta del uso de la cáscara residual de la musa balbisiana para la elaboración de bioplástico, obteniendo una alternativa con mejores propiedades biodegradables. El bioplástico elaborado se produjo a partir de la combinación del almidón obtenido de la deshidratación del endocarpio de la cáscara de la musa balbisiana (a partir de la segregación de los comerciantes del mercado APECOLIC de Comas), ácido acético, glicerina USP y agua destilada; a través de 5 concentraciones. Determinando que para la concentración N°2 (10 ml de ácido acético, 5 ml de glicerina USP para 10g de almidón en 50ml de agua destilada), se asemejó más a las propiedades físico- mecánicas de resistencia a la tracción: 33.23 N/m², resistencia a la elongación: 38.62 N/m², y la degradación: 91.91%. En contraste al plástico de polietileno de baja densidad cuyos valores para la tracción, elongación y degradación fueron: 38.96N/m², 80.44N/m² y 21.93% respectivamente.

Palabras Claves: *bioplástico, almidón de la Musa balbisiana, residuos orgánicos*

ABSTRACT

The use of plastic today represents a great demand within the different activities of man, which generate pollution to the environment by the waste of plastic materials, which take from 100 to 1000 years to degrade. The investigation consists of the use of the residual shell of the *Musa balbisiana* for the elaboration of bioplastic, obtaining an alternative with better biodegradable properties. The elaborated bioplastic was produced from the combination of the starch obtained from the dehydration of the shell endocarp from the *balbisiana* muse (from the segregation of traders in the APECOLIC market of Comas), acetic acid, USP glycerin and distilled water; through 5 concentrations. Determining that for concentration No. 2 (10 ml of acetic acid, 5 ml of USP glycerin for 10g of starch in 50ml of distilled water), it was more similar to the physical-mechanical properties of tensile strength: 33.23 N / m² , resistance to elongation: 38.62 N / m², and degradation: 91.91%. In contrast to the low density polyethylene plastic whose values for traction, elongation and degradation were: 38.96N / m², 80.44N / m² and 21.93% respectively.

Keywords: *bioplastic, starch from Musa balbisiana, organic waste*

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	
1.1 Realidad Problemática	
1.2 Trabajos Previos	
1.3 Teorías Relacionadas al tema	
1.3.1. Origen de los Plásticos y Polímeros.....	
1.3.2. Problemática Ambiental de los plásticos.....	
1.3.3. Bioplásticos.....	
1.3.3.1. Composición de la muestra del bioplástico.....	
1.3.3.1.1. Almidón.....	
1.3.3.1.2. Agua Destilada.....	
1.3.3.1.3. Ácido Acético.....	
1.3.3.1.4. Glicerina USP.....	
1.3.3.2. Características físico-mecánicas del bioplástico.....	
1.3.3.1.1. Tracción.....	
1.3.3.1.2. Elongación.....	
1.3.3.1.3. Degradabilidad.....	
1.3.3.3. Condiciones de operación del bioplástico.....	
1.3.3.3.1. Temperatura.....	
1.3.3.3.2. Humedad.....	
1.3.3.3.3. Cantidad del Bioplástico.....	
1.3.4. El almidón como materia prima para bioplásticos.....	
1.3.5. El Plátano.....	
1.3.6. La cáscara del plátano	
1.3.6.1. Cascara residual	
1.3.6.2. Característica de la cascara residual	
1.3.6.2.1. Densidad	
1.3.6.2.2. Humedad	
1.3.6.2.3. Porcentaje de almidón	
1.3.6.2.4. Disponibilidad	
1.3.6.2.5. Madurez de la cáscara	

1.4 Formulación del problema

- 1.4.1. Problema general
- 1.4.2. Problemas específicos

1.5 Justificación del estudio

- 1.5.1. Justificación por su pertinencia
- 1.5.2. Justificación por su relevancia social
- 1.5.3. Justificación por su implicancia práctica
- 1.5.4. Justificación por su valor teórico

1.6 Objetivos

- 1.6.1. Objetivo general
- 1.6.2. Objetivos específicos

1.7 Hipótesis

- 1.7.1. Hipótesis general
- 1.7.2. Hipótesis específicas

II. METODO

2.1 Diseño de investigación

- 2.1.1. Tipo de Estudio

2.2 Variables, operacionalización

2.3 Población y muestra

- 2.3.1. Población
- 2.3.2. Muestra
- 2.3.3. Caracterización de la Muestra
 - 2.3.3.1. Unidad de muestra
 - 2.3.3.2. Muestreo

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- 2.4.1. Técnica
- 2.4.2. Etapas de Proyecto
 - 2.4.2.1. Etapa 1: Establecimiento de puntos generadores de cáscaras de *Musa balbisiana*.
 - 2.4.2.2. Etapa 2: Caracterización de las cáscaras recolectadas de la *Musa balbisiana*
 - 2.4.2.3. Etapa 3: Extracción del almidón de la cáscara *Musa balbisiana*.

2.4.2.4. Etapa 4: Condiciones para la homogenización del almidón de la cáscara *Musa balbisiana*.

2.4.2.5. Etapa 5: Elaboración del bioplástico

2.4.3. Instrumentos de recolección de datos

2.4.4. Validación de Instrumentos

2.4.5. Confiabilidad

2.5 Métodos de análisis de datos

2.6 Aspectos éticos

III. RESULTADOS

IV. DISCUSIÓN

V. CONCLUSIÓN

VI. RECOMENDACIONES

VII.REFERENCIAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

- Tabla N°1: Numero de muestras totales
- Tabla N°2: Matriz de Consistencia
- Tabla N°3: Matriz de Operacionalización
- Tabla N°4: Total de cáscara de la Musa balbisiana recolectada
- Tabla N°5: Densidad de cáscara de la Musa balbisiana
- Tabla N°6: Humedad de cáscara de la Musa balbisiana
- Tabla N°7: Disponibilidad y Madurez de cáscara de la Musa balbisiana
- Tabla N°8: Porcentaje de almidón obtenido a partir de la cantidad de la cascara de la *Musa balbisiana*
- Tabla N°9: Concentraciones de las muestras para la elaboración del bioplástico
- Tabla N°10: Códigos de las muestras de 5 concentraciones y sus respectivas repeticiones
- Tabla N°11: Resultados de los Ensayos (Resistencia a la Tracción, Resistencia a la Elongación y concentraciones y sus respectivas repeticiones
- Tabla N°12: Fuerza de Tracción, Elongación y Degradabilidad en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano
- Tabla N°13: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para Fuerza de Tracción de las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano
- Tabla N°14: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para Fuerza de Tracción de las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano
- Tabla N°15: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para Elongación (%)
- Tabla N°16: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para Elongación de las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de la *Musa balbisiana*
- Tabla N° 17: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para Degradabilidad
- Tabla N° 18: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para Elongación de las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de la *Musa balbisiana*.

INDICE DE FIGURAS

- Figura N°1: Comparación de Medias Tukey de Fuerza de Tracción en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano
- Figura N°2: Comparación de Medias Tukey de Elongación (%) en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano
- Figura N°3: Comparación de Medias Tukey de Degradabilidad en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano

INDICE DE FOTOS

- Foto N°1. Mercado APECOLIC ubicado en el distrito de Comas.
- Foto N°2. Identificación de los puntos de mayor generación de cáscara de la Musa balbisiana en el mercado APECOLIC (juguerías, restaurantes y chiflera).
- Foto N°3. Identificación de Chiflera, principal generadora de la cáscara de la Musa balbisiana en el mercado APECOLIC.
- Foto N°4. Sensibilización previa de comerciantes del mercado APECOLIC, para participar en el estudio entregando sus residuos de cáscara de la Musa balbisiana.
- Foto N°5. Recojo posterior de los residuos de cáscara de la Musa balbisiana de los puestos participantes del estudio (Muestra 05).
- Foto N°6. Muestra de residuos de la cáscara de la Musa balbisiana obtenidos en el mercado APECOLIC.
- Foto N°7. Coloración verde y manchas oscuras del exocarpio o pericarpio de la cáscara de la Musa balbisiana la cual indica la madurez de la cáscara.
- Foto N°8. Endocarpio de la cáscara de la Musa balbisiana
- Foto N°9. Residuos de las cáscaras de la Musa balbisiana expuestos a temperatura ambiente para un secado previo.
- Foto N°10. Detección de la presencia de almidón agregando Lugol, ante la presencia de almidón el yodo cambia de un color ámbar a un violeta oscuro
- Foto N°11. Vista frontal del Endocarpio y Exocarpio de la cáscara de la Musa balbisiana.
- Foto N°12. Extracción del almidón presente en el endocarpio de la cáscara del Musa balbisiana
- Foto N°13. Láminas de endocarpio secadas a temperatura ambiente
- Foto N°14. Endocarpio (almidón) molido y tamizado
- Foto N°15. Insumos utilizados para la obtención del bioplástico
- Foto N°16. Pesado de almidón para las respectivas concentraciones de bioplástico en placas Petri.

- Foto N°17. Preparación de las diferentes muestras de bioplástico. Incorporación del ácido acético y la glicerina con el almidón de la cáscara de la Musa balbisiana.
- Foto N°18. Elaboración del bioplástico, el cual es sometido a temperatura constante con la ayuda de un mechero bunsen hasta obtener una masa pastosa.
- Foto N°19. Lámina de bioplástico obtenido después de la cocción en el mechero bunsen, el cual se deja reposar en temperatura ambiente.
- Foto N°20. Secado de una lámina de bioplástico obtenido después de la cocción en una placa de vidrio para ensayos físico-mecánicos expuesta a temperatura ambiente.
- Foto N°21. Lámina seca del bioplástico obtenido de la cáscara de la Musa balbisiana a temperatura ambiente.
- Foto N°22. Bioplástico obtenido de la cáscara de la Musa balbisiana sometido a ensayos de tracción, elongación y degradabilidad. Laboratorio LABICER-UNI.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación al ambiente por materiales plásticos en la actualidad es uno de los problemas ambientales más predominantes que afecta a la población mundial y principalmente nuestros océanos. Paradójicamente, dicho impacto está estrechamente relacionado principalmente a las actividades antropogénicas y la cultura de cada habitante. El distrito de Comas no es ajeno a esto, sino que por el contrario años anteriores muestran la problemática que padecía en la gestión adecuada de sus residuos sólidos. Si bien a nivel municipal esto ha ido mejorando, a la fecha no existe aún una gestión de Residuos orgánicos; o son limitadas por el área o espacio geográfico requerido cuando se propone dar algún tipo de tratamiento como el Compostaje.

Por consiguiente, frente a ambas problemáticas se plantea obtener un plástico derivado de material orgánico o *bioplástico* con propiedades de biodegradabilidad mayores frente al plástico convencional y con una producción menos contaminante. Además, este material es producido a partir de residuos orgánicos como la cáscara de plátano, la cual fue obtenida en comercios de un mercado del distrito.

La investigación se divide en capítulos, los cuales se detalla la realidad problemática, los trabajos previos, planteamiento y formulación del problema, justificación, hipótesis y objetivos del proyecto de investigación. La cáscara de plátano fue escogida frente a otros residuos orgánicos por su adaptación al contexto del distrito y la data existente por parte de investigadores para las condiciones de estudio.

Lo siguiente refiere al diseño de investigación, variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. El diseño de investigación corresponde al experimental, obteniendo la información de las variables en el campo en este caso los comercios del mercado APECOLIC.

Posteriormente, se desarrolló la obtención del almidón en la cáscara de la *Musa balbisiana*, y en consecuencia el bioplástico. En este proyecto de investigación se buscará la concentración idónea para el desarrollo de este material, obteniendo las bases suficientes para poder ejecutar o desarrollar el proyecto. Dicho material será evaluado mediante ensayos físico-mecánicos y degradabilidad. Demostrando así que el aprovechamiento de la cáscara de la *Musa balbisiana* generadas en el mercado APECOLIC para la obtención de bioplástico es viable.

1.1. Realidad Problemática

En el Perú, la distribución de la producción de plátano está centrada en las zonas tropicales del país, que corresponde a regiones de la selva como: Ucayali, San Martín, Madre de Dios, Loreto; parte de las regiones de Junín, Amazonas, Huánuco, Pasco, Cajamarca, etc. e incluso la región Tumbes, por ser una zona netamente tropical y en la selva se produce alrededor de 60% en promedio de la producción de plátanos (1,06 millones de toneladas) (MINAGRI, 2014, p.46).

En la actualidad el uso de plásticos es parte cotidiana de la vida del ser humano, pero el problema radica en que es fácilmente desechable pero su tiempo de degradación es demasiado extenso y oscila entre los 100 y 1000 años (Téllez, 2012). Según la APIPLAST (Asociación Peruana de la Industria del Plástico), el consumo promedio anual de plástico del peruano es de 30 kilos por habitante (kg/hab), lo que nos ubica en el Top 5 de en países latinoamericanos consumidores de plástico, tales como Chile, Argentina y Brasil.

Por otro lado, en Perú entre 2010 y 2015, la producción de plátano aumentó en un 94%, el 5% por cerca de 7000 pequeños agricultores, Entre 2014 y 2015, las exportaciones aumentaron un 19%, alcanzando US\$145 millones y cerca de 190000 toneladas, exportándolos a 15 países, entre los más importantes son: Estados Unidos, los Países Bajos, Alemania, Bélgica, Corea del Sur, Finlandia y Japón (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA, 2017, p.1), puesto que dichos cultivos se caracterizan por ser una valiosa fuente alimenticia y lógicamente, tiene un mercado que genera ingresos especialmente en la población de la selva y norte de nuestro país. Sin embargo, genera grandes cantidades de desperdicios orgánicos provenientes de las partes de la platanera que no son utilizadas, como la cáscara, lo que contribuye a generar problemas ambientales y microbiológicos debidos a la cantidad de humedad y nutrientes presentes en las mismas (BLASCO Y GOMEZ, 2014. p.22).

El valor del producto de manera industrial representando un 35% a 40% del peso total del fruto (Manjarrés et al., 2010) y comercial, se ha enfocado únicamente en el fruto comestible del plátano y no en la cáscara o piel, siendo simplemente desechada como residuo orgánico, dispuesta al relleno sanitario de la localidad y en el mejor de los casos, una muy poca minoría es aprovechada para el compostaje. Particularmente en nuestra capital, existen empresas productoras de Harina de plátano, chifleras, comercios como juguerías, restaurantes y población en general que ha mayor o menor escala, desechan la cáscara y logran aumentar la generación de los volúmenes de residuos en la ciudad.

Dicho esto, ¿cómo se relaciona la problemática del excesivo uso y desecho del plástico y los residuos considerados a partir de la cáscara del plátano? En consecuencia, se plantea el uso de la cáscara de la *Musa balbisiana* como alternativa para la producción de bioplástico; dándole un nuevo aprovechamiento, reduciendo los volúmenes de desecho orgánico, la disminución de desechos plásticos y por ende sus impactos en el ambiente, además de un ingreso económico y posible actividad productiva escala mayor.

En este proyecto en particular usaremos las cascaras del plátano generadas en el mercado APECOLIC, ubicado en el distrito de Comas, el cual cuenta con 04 juguerías, 05 restaurantes y un puesto de elaboración de Chifles; los cuales accedieron a participar segregando y guardando sus cáscaras generadas en sus comercios, para posteriormente ser recolectadas y usadas como insumo para la elaboración del bioplástico.

1.2. Trabajos previos

Se han podido establecer diversos artículos científicos e investigaciones que guardan relación con la cascará de banano o plátano y su potencial para la obtención de bioplástico. Entre los antecedentes que más resaltan son los siguientes:

CASTILLO et al., (2015) en su artículo: “*Bioplástico a base de la cáscara del plátano*”. Toma mención que el bioplástico, fabricado a partir de almidón de plátano, comparte las características con los elaborados a través de derivados de petróleo y la diferencia entre el plástico que actualmente se fabrica y el producido con base en almidón, es que el segundo es completamente biodegradable y no tóxico, ya que proviene, precisamente, en el origen vegetal de la materia prima, por lo que reduce nuestra dependencia del petróleo, que desde décadas domina nuestra sociedad. El bioplástico tiene su apuesta en el desarrollo sostenible, pues las grandes emisiones de dióxido de carbono durante la producción del plástico convencional se reducen con la producción de bioplásticos entre 0.8 y 3.2 toneladas.

IGUARDIA, (2013) presentó el estudio: “*Síntesis y caracterización de bioplástico a partir de almidón de banano verde (Musa sapientum variedad Cavendish)*”. Su **objetivo** fue descubrir si el almidón de banano verde (*Musa sapientum* variedad *Cavendish*) podría ser una materia prima adecuada para la síntesis de bioplástico, entre otros aditivos y establecer a través de pruebas fisicoquímicas las características de calidad de dicho material, para así poder proponer una alternativa para la producción de diversas variedades de insumos que podrían llegar a sustituir a los plásticos derivados del petróleo, con lo cual se podría llegar a reducir la problemática ambiental referente al manejo de materiales no degradables en Guatemala. La **metodología** empleada correspondió a la aplicada – técnica.

Entre las **conclusiones** se pudo establecer: que a partir de almidón de banano verde (*Musa sapientum* variedad *Cavendish*) de la cual solo una logró sintetizar un bioplástico cuyas características de calidad lo definen como un producto adecuado para la elaboración de materiales de empaque. Al determinar la degradabilidad de dicho bioplástico se obtuvo que la degradación promedio por agua es mayor que la degradación promedio por intemperie. La fórmula para dicho proceso, elaboró un material poco duro, medianamente maleable y flexible así como altamente degradable; características que lo convierten en un material útil para aplicaciones industriales como lo es la fabricación de materiales de empaque como lo son las bolsas y cajas, así también como para la fabricación de materiales de uso cotidiano como lo son los platos, vasos y cubiertos.

CASTILLO, (2015) presentó el estudio "*Bioplástico a base de la cáscara de plátano*". Su **objetivo** fue obtener un bioplástico a base de almidón que se extrajo de la cáscara de plátano.

Básicamente el proyecto consistió en la extracción del almidón presente en las cáscaras de plátano, las cuales son consideradas como residuos agrícolas, para después poder ser utilizadas como materia prima (pellets) en la producción de bioplástico, reduciendo costos de producción en comparación del plástico convencional y aumentando la productividad de dicho residuo. La **metodología** empleada correspondió a la técnica.

Entre las **conclusiones** se pudo establecer: Como producto final de dicha investigación se obtuvo un bioplástico con características y propiedades favorables, se observó que dicho material presentaba buenas propiedades mecánicas, tales como la flexibilidad y la resistencia. Según el autor la mayor complejidad del proyecto fue la extracción del almidón de la cáscara de plátano, pues se requería de diversas pruebas para su obtención.

Con respecto a la pigmentación del bioplástico, esta consiste en escoger el tinte de mayor conveniencia, según sea la finalidad para la cual se está fabricando el bioplástico.

LÓPEZ et al., (2014) presentó el estudio: “*Potential uses of banana peelings: production of a bioplastic*”, traducido a “Posibles usos de las cáscaras de plátano: producción de un bioplástico”, menciona que su **objetivo** fue caracterizar la morfología, química y térmica de la cáscara de banano, para en función de sus propiedades, determinar el adecuado aprovechamiento de ésta. Se evaluó la viabilidad de obtener productos tales como hojas de papel y bioplástico a partir de la fibra de banano, teniendo en cuenta la norma TAPPI 494 del manual TAPPI Standards: Regulations and Style Guidelines, y las propiedades del bioplástico. La **metodología** empleada correspondió a la aplicada – técnica.

Entre las **conclusiones** se pudo establecer: La cáscara de banano tuvo un contenido de 23.03% de hemicelulosa, 23.02% de celulosa, 29.87% de lignina, 11% de solubles, 12.3% de almidón y 0.78% de cenizas. Algunos compuestos dieron positivo a las tinciones realizadas durante el estudio morfológico, como la presencia de celulosa y el almidón.

De acuerdo con estos resultados, se hicieron dos estudios para obtener de este material un uso particular: un bio-papel y un bio-plástico.

Su aplicación en la fabricación del papel generó un producto poco homogéneo y de bajos esfuerzos mecánicos, principalmente por tener un escaso contenido de holocelulosa y un alto contenido de lignina. En este caso, se recomienda un estudio para observar la viabilidad de usarla en la fabricación de pellets para plástico, por ende el bioplástico obtenido fue un bio-material con resultados positivos en cuanto a durabilidad y aspecto físico.

MOHAPATRA (2014) en su artículo “*Bioplastics- utilization of waste banana peels for synthesis of polymeric films*” traducido a “Bioplasticos- utilización de peinas de banano residuales para la síntesis de películas poliméricas”, menciona que, la cantidad de residuos de cáscara de plátano generada puede utilizarse para hacer bioplásticos in situ, recolectándose en un recipiente de almacenamiento temporal para su procesamiento. Su aplicación de las cáscaras es que son Lavado, eliminando la suciedad y arena, previamente secadas y hervida, la cascara es secada por un media

hora en temperatura ambiente, las cáscaras secas y cocidas se envían a un molino industrial donde se muelen hasta obtener una pasta y esta pasta luego se envía a una cámara de reacción. En él, la pasta se mezcla con HCl 0.5N diluido y un plastificante adecuado (aquí sorbitol) para un tiempo de residencia de 15 minutos. La reacción que tiene lugar aquí implica la hidrólisis ácida del almidón. La adición del plastificante ayuda a la formación de plástico. Se selecciona un tanque con agitador tipo paleta. El agitador de paleta raspará desde los lados y no permitir la formación de bolsillos. La mezcla de reacción se transfiere al tanque de neutralización para detener la reacción. Aquí cantidades calculadas de NaOH 0.5N se agregan a la mezcla de reacción para neutralizar el ácido y detener la reacción Finalmente, la pasta se extiende en una película fina y se hornea en un horno a unos 120 grados centígrados. La película delgada está pelado de la base y ahora está listo para usar.

GALLEGOS (2011) presento el estudio "*Obtención de un material compuesto de matriz elastomérica y fibra de coco*". Su **objetivo** fue la obtención del material compuesto con características apropiadas para la formación de láminas de fibra de coco con una matriz elastomérica, con bajo presupuesto. Se realizaron las láminas mediante los métodos de Preparación en capas e Inmersión del látex, para ello se realizó previamente el tratamiento de la fibra de coco mediante el proceso de mercerizado para lo que se utilizó sosa cáustica (NaOH). Se realizaron las muestras con dos concentraciones, una con 80% de fibra y la otra con 60% de fibra. Se obtuvieron 10 muestras del material compuesto que fueron sometidas a pruebas de resistencia a la tracción bajo la norma ASTM D 412 y pruebas de rasgado con la norma ASTM D1004

Entre las **conclusiones** se pudo establecer: Para un porcentaje de 80% de fibra en peso es necesario un esfuerzo a ruptura de 0.984 N/mm y con 60% de fibra es preciso un esfuerzo de 0.315 N/mm.

GARCÍA et al., (2011) presentó el estudio: “*Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica*”. Su **objetivo** fue elaboración de plásticos biodegradables, mediante la modificación química por oxidación para superar inconvenientes como son el color y las bajas propiedades mecánicas que se obtienen de sus películas. La oxidación fue dada mediante hipoclorito de sodio con el que se busca eliminar las impurezas y para obtener un almidón blanqueado que puede ser utilizado en la elaboración de materiales plásticos de empaque biodegradables, los cuales mediante el proceso de extrusión se podrían producir a nivel comercial. La **metodología** empleada correspondió a la aplicada – técnica.

Entre las **conclusiones** se pudo establecer: La modificación por oxidación realizada en medio alcalino resultó ser un método efectivo de blanqueamiento para el almidón nativo de plátano macho ya que eliminó las impurezas presentes. Esto se corroboró con el análisis químico proximal, la evaluación física de color y el análisis morfológico; además mediante el proceso de extrusión se podrían producir materiales de empaque como películas a nivel comercial y con esto se le otorgaría un nuevo valor agregado a este fruto.

RODRÍGUEZ (2014) presentó el estudio “*Elaboración de un material biocompuesto a partir de la fibra de plátano*”. Su **objetivo** elaborar y caracterizar biocompuestos basados en fibra del pseudotallo de plátano. Para ello se trataron las fibras del pseudotallo de plátano con 1% de silano. La preparación de los materiales biocompuestos fue mediante el moldeo manual donde se utilizó la fibra del pseudotallo de plátano, tratada y sin tratar tejidas en matriz de poliéster.

Entre las **conclusiones** se pudo establecer: La fibra tratada del pseudotallo de plátano (20%) y matriz de poliéster tuvo una resistencia a la tracción de 57.1 MPa. Así mismo, la fibra sin tratar del pseudotallo de plátano (20%) y matriz de poliéster tuvo una resistencia a la tracción de 52.9 MPa.

RUTIAGA, O. (2002) presentó el estudio *“Elaboración de películas plásticas flexibles a partir de polímeros naturales como una alternativa de empaque y la evaluación de sus propiedades”*. Dentro de los materiales de empaque más utilizados en la industria tenemos el papel, el vidrio, el metal y los plásticos. Estos últimos ampliamente utilizados debido a su gama de presentaciones, lamentablemente el uso de envases plásticos ha acarreado un problema grave en cuanto al impacto ambiental que estos generan al ser desechados, principalmente por los largos periodos de descomposición o degradación que presentan y favorecen la acumulación de estos residuos. Entre las soluciones propuestas para reducir el impacto ambiental de los desperdicios plásticos se incluyen: El reciclaje, la incineración, el composteo y la degradación ambiental. Debido a esta necesidad es como surgen los plásticos biodegradables, dando lugar a una nueva opción para la solución de este problema ambiental, principalmente por las ventajas que presentan ya que son amigables con el medio ambiente y pueden contribuir a la disminución de la contaminación ambiental debido a que son susceptibles de degradarse y que son producidos a partir de ingredientes renovables.

VICENTE et al., (2016) presentó el estudio *“Aprovechamiento de residuos de fibras naturales como elementos de refuerzo de materiales poliméricos”*, Su **objetivo** comparar productos obtenidos por inyección de polietileno de alta densidad reciclado reforzado con fibras de algodón, cáñamo y sisal, donde se utilizaron 20 y 30% con las fibras de algodón, del 20, 30 y 40% para las fibras de cáñamo y del 30, 40 y 50% con las fibras de sisal, evaluándose su comportamiento mecánico mediante ensayos de tracción y flexión mediante un módulo de tracción MTEST2000 de Gatan Inc.

Entre las **conclusiones** se pudo establecer: Los materiales procesados con fibras de cáñamo, algodón y sisal presentan una resistencia a la tracción de 285, 264-654 y 444-552 MPa, pero son los compuestos de algodón los que presentan mejor plasticidad. En todos los casos se aprecia una buena adherencia matriz/fibras lo que supone buena procesabilidad.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Origen de los Plásticos y Polímeros

Los polímeros sintéticos fueron inventados hace aproximadamente 60 años y desde entonces se han hecho numerosos progresos y una de sus características es su durabilidad lo cual es una desventaja debido a su persistencia en el medio durante muchos años, ocupando espacio en los rellenos sanitarios y causando daño al ambiente por la emisión de gases si se les incinera sin los cuidados necesarios (RUIZ, 2006, p.6).

Los polímeros son moléculas de elevada masa molecular constituidas por unidades que se repiten denominadas monómeros. El término polímero proviene del griego (poly «muchos» y mero «partes») y es sinónimo de macromolécula (GARCIA, 2014, p.9).

Los polímeros pueden ser naturales, cuando proceden de seres vivos; sintéticos, cuando se preparan íntegramente por reacciones químicas de polimerización de monómeros; y modificados, cuando provienen de la modificación química de polímeros naturales. El concepto de plástico se encuentra íntimamente relacionado con el de polímero, y el término también tiene su origen en el griego (plastikos «moldeable»).

Un polímero es una sustancia formada por macromoléculas, moléculas que contienen una cantidad muy grande de átomos y tienen un alto peso molecular. El almidón, la celulosa, la seda y el ácido desoxirribonucleico (ADN) son ejemplos de polímeros naturales. Las primeras aplicaciones de la química de los polímeros implicaban la modificación química cuyo objetivo era mejorar las propiedades físicas de los polímeros naturales (CAREY, 2006, p.25).

Las investigaciones sobre este material fueron de vital interés durante la segunda guerra mundial por parte de los ingleses y los alemanes ya que este producto encontró algunas aplicaciones militares como recubrimiento de cables coaxiales para radares. (KACHUR, 2011, p.21).

Existen 3 clases de Polímeros (GUZMAN, 2012, p.25):

- ✓ Polímeros naturales: provenientes directamente del reino vegetal o animal.
Ejemplo: celulosa, almidón, proteínas, caucho natural, ácidosnucleicos, etc.
- ✓ Polímeros artificiales: son el resultado de modificaciones mediante procesos químicos, de ciertos polímeros naturales.
Ejemplo: nitrocelulosa, etonita, etc.
- ✓ Polímeros sintéticos: son los que se obtienen por procesos de polimerización controlados por el hombre a partir de materias primas de bajo peso molecular.
Ejemplo: nylon, polietileno, cloruro de polivinilo, polimetano, etc.
Muchos elementos (el silicio, entre otros), forman también polímeros, llamados polímeros inorgánicos.

1.3.2 Problemática Ambiental de los plásticos

En la última década los artículos de usar y tirar, los envoltorios desmesurados e innecesarios, han invadido el mercado y por lo tanto, después de que estos artículos son descartados, los rellenos sanitarios se convierten en depósitos de una gran cantidad de estos productos. Esto también se convierte en un problema en los desagües de las ciudades ya que estos se obstruyen con basura no biodegradable. Además implica mayores volúmenes de residuos para transportar y disponer, y por ende, mayores costos. (PROARCA, 2004).

Los ecologistas admiten las cualidades beneficiosas de los plásticos: duración (en productos tales como el automóvil y las partes del motor, alfombras, juguetes, muebles, cubos y recipientes diversos reutilizados y botellas rellenables), peso liviano, irrompibles (en comparación con el vidrio) y, en algunos casos, reutilizables como recipientes. Pero muchos ecologistas también creen que la difusión del uso de los plásticos (especialmente el uso excesivo y a menudo innecesario como embalajes o contenedores de un solo uso de bebidas y alimentos) debería ser reducido drásticamente y reemplazado con alternativas menos dañinas y menos productoras de desperdicios.

Actualmente únicamente se reciclan el 5% en peso de todos los desechos plásticos y el 6% de los embalajes plásticos empleados en Estados Unidos, porque hay un gran número de resinas plásticas diferentes. Antes de poder reciclarlos, los plásticos de la basura han de ser separados por los consumidores en los distintos tipos de resinas o separados de la basura mezclada (procedimiento costoso y muy intenso en mano de obra, a menos que puedan desarrollarse tecnologías para su separación). En cuanto a la producción en Perú, la industria del plástico pasó de un 3,8 % en 1998, a un 6,8% en el 2002. (MILLER, 2002, p.13).

Los plásticos son materiales poliméricos dependiendo del método de polimerización y del monómero, clasificándolas en dos grupos: los termoplásticos; formados por cadenas lineales con ramificaciones, que tiene la característica de ser reciclables y los termoestables; cuya estructura molecular forma una red que no puede desligarse por medio de temperatura y que después de ser formados no pueden modificarse ni reciclarse (MENESES, 2007, p.58).

1.3.3 Bioplásticos

Son denominados bioplásticos (BPL) los plásticos elaborados parcialmente o por completo de polímeros de materiales provenientes de fuentes renovables. Una característica fundamental de los BPL es la biodegradabilidad lo que implica degradación y destrucción por la acción de los hongos y bacterias, bajo condiciones ambientales determinadas. Como norma general, se puede considerar que un material es biodegradable en medio húmedo cuando se degrada entre 28 y 60 días ó en medio seco o en compostaje natural, en 90 días. Actualmente, los grupos de polímeros considerados como BPL son los PLA (Ácido polilácticos); el PHA (polihidroxialcanoato), almidón (y almidones complejos) y otros poliésteres sintéticos, eventualmente de origen petrolífero. (ECOEMBES, 2009, p.6).

European Bioplastics ha mencionado dos amplias categorías de bioplásticos (MOHAPATRA, 2014, p.17):

- ✓ Bioplásticos basados: El termino bio basado significa que el material o producto es (en parte) derivado de biomasa (plantas). Biomculo usado para tallos de bioplásticos de plantas como el maíz caña de azúcar o celulosa.
- ✓ Plásticos biodegradables: estos son plásticos que h se desintegre en materia orgánica y gases como CO₂, etc. En un particular tiempo y compost que están especificados en estándar referencias

1.3.3.1. Composición de la muestra del bioplástico

1.3.3.1.1. Almidón

El bioplástico, fabricado a partir de almidón de plátano comparte las características con los elaborados a través de derivados de petróleo y la diferencia es que es completamente biodegradable y no tóxico (CASTILLO, 2015, p.35).

1.3.3.1.2. Agua Destilada

Uno de los líquidos que más se emplea en la preparación de las soluciones es el agua destilada que se obtiene por destilación simple, que deberá ser agua preferentemente acabada de destilar (VALDIVIA, 2010, p.9).

1.3.3.1.3. Ácido Acético

Es un líquido incoloro de olor fuerte similar al vinagre. También puede ser un sólido similar al hielo a temperaturas inferiores a 62 °F (17 °C). Se utiliza en la elaboración de fármacos, tintes, plásticos, aditivos alimentarios e insecticidas (NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH, 2017. p.1).

1.3.3.1.4. Glicerina USP

La glicerina USP es una sustancia versátil que, debido a su combinación única de propiedades físicas y químicas, posee más de 1.500 usos finales. Sus características la destacan como un componente muy estable bajo las condiciones típicas de almacenamiento, no es irritante, tiene bajo grado de toxicidad sobre el medio ambiente y, además, es compatible con muchos otros productos químicos (PEREZ Y REDONDO, 2014, p.19).

1.3.3.2. Características físico-mecánicas del bioplástico

1.3.3.2.1. Tracción

Incremento de la carga aplicada y se representa gráficamente en función de la tensión (SANDOVAL, 2017, p.7).

1.3.3.2.2. Elongación

Se mide la deformación (alargamiento) entre dos puntos fijos de las tiras ante las cargas hasta su punto de ruptura (MEZA, 2016, p.43).

1.3.3.2.3. Degradabilidad

La degradabilidad del bioplástico y del Polietileno de baja densidad (PDBD) de una bolsa plástica en estudio fueron estimadas por la técnica ex situ en el laboratorio de Investigación y Certificaciones, Facultades de Ciencias de la UNI.

1.3.3.3. Condiciones de operación del bioplástico

1.3.3.3.1. Temperatura

La temperatura relaciona la actividad del agua y el contenido de humedad de equilibrio, permitiendo determinar las condiciones óptimas de almacenamiento y comportamiento frente a la humedad, bajo condiciones específicas (NAVIA, AYALA Y VILLADA, 2011, p.79).

1.3.3.3.2. Humedad

Es el parámetro principal para la viabilidad económica porque a mayor contenido de éste mayor consumo energético se presentará, por lo que su valor varía de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona (LOPEZ, 2014, p.13).

1.3.3.3.3. Cantidad del Bioplástico

Posibilidad de fabricarlos a partir de recursos que, si se manejan adecuadamente y no se agotan. La cantidad de bioplástico generado, en función de las condiciones específicas de cada proceso productivo, pueden presentar una huella de carbono menor que los plásticos convencionales (VAZQUEZ, 2016, p.5).

1.3.4 El almidón como materia prima para bioplásticos

El almidón es un compuesto de almacenamiento que se localiza en raíces, tubérculos, frutas y semillas de las plantas. Es un polisacárido sintetizado a partir del dióxido de carbono (CO₂) que toman las plantas de la atmósfera y del agua que toman del suelo, formado por una mezcla de dos sustancias; amilasa y amilopectina (MÉNDEZ, 2010, p.16).

Existen otras fuentes de donde puede extraerse el almidón; una de esas fuentes es el banano el cual en su estado verde se compone en su mayor parte de almidón. Dentro de la amplia gama de productos que se cultivan en el país, las frutas tropicales son quizás uno de los más interesantes y potenciales recursos disponibles, entre ellos el banano ocupa un lugar importantísimo en la producción y exportación agrícola en Perú, después del café y el Espárrago. El almidón, es un polímero natural con estructuras macromoleculares ordenadas en capas y cuyas características en cuanto a composición, cantidad y forma varían de acuerdo con el tipo de fuente de la que provenga (MENESES, 2007, p.58).

El almidón es una materia prima que tiene propiedades termoplásticas cuando se realiza la disrupción estructural a nivel molecular. La presencia de amilosa en un 70% en almidones de amilo-maíz da una estructura fuerte y más flexible a la película. La estructura ramificada de la amilopectina generalmente le da a la película pobres propiedades mecánicas. Los compuestos de los almidones hidroxipropilados son usados para la preservación de caramelos, pasas, nueces y dátiles para evitar la rancidez oxidativa. La síntesis de la copolimerización e injertación de monómeros tales como acrilonitrilo, generan un precursor de fibras acrílicas utilizadas en la preparación de compuestos de almidón más polímero, los cuales son también biodegradables.

Las tecnologías que aún se siguen desarrollando, están relacionadas con la incorporación del gránulo de almidón o almidón en forma gelatinizada a las formulaciones de las películas fabricadas en procesos de compresión, extrusión soplado, extrusión de un sólo tornillo o doble tornillo y moldeo por inyección.

La adición de polímeros naturales como el almidón al interior del polietileno en forma granular entre un 6 y 30%, es una aproximación en la fabricación de empaques biodegradables. Las películas de almidón y polietileno de baja densidad (LDPE) contienen hasta un 30% de almidón, mostrándose como un material parcialmente biodegradable. Otra aplicación del almidón es la combinación en forma gelatinizada en proporciones entre el 30 y el 70% mezclado con polímeros sintéticos. (ACOSTA et al. 2007)

La estructura del almidón está formada por (GUZMAN, 2012, p.21):

- ✓ 20% de amilosa
- ✓ 80% de amilopectina dependiendo de la especie

1.3.5 El Plátano

En el Perú, la zona de producción se ubica en la selva, especialmente en la costa norte y centro, con una elevación no mayor de 1,000 m.s.n.m., como: San Martín, Tumbes, Loreto (MINAGRI, 2015, p.1).

Es una fruta altamente nutritiva (minerales y vitaminas que proporcionan energía y la convierten en un alimento indispensable en cualquier dieta), varía en color, tamaño, firmeza, su estructura es alargada y curva, tolerante a la sequía, además de inducir a una mayor resistencia a las enfermedades y un mayor contenido en almidón (MINAGRI, 2015, p.6).

La planta crece en diferentes situaciones de suelo y clima de tal manera que es necesario que los suelos se encuentren aptos en textura franca, arcillo-arenosos profundo, de buen drenaje con pH entre 5.0 y 7.5. y que, de ventaja, el clima sea tropical-húmedo, que se encuentre en temperaturas a 18.5 °C., durante la época de los meses: diciembre a junio; constituyéndose la mayor producción (MINAGRI, 2015, p.1).

1.3.6 La cáscara del plátano

El plátano es una fruta sana con una calidad de llenado exclusiva, pero sus beneficios no sólo se detienen en su valor nutricional. La cáscara de plátano de uso industrial representa del 35% al 40%, del peso total del fruto, siendo una cantidad considerable de residuos que se podrían aprovechar para la producción de complejos enzimáticos (MELO, 2015, p.78). Sus usos provenientes de la cascara del plátano son: extracción de pectina, materia prima para bioplástico, compost, fertilizante para las plantas, repelente de pulgones y áfidos (PIZÁ, 2017, p.33).

1.3.6.1. Cáscara residual

Las cáscaras de plátano poseen un gran potencial, como una fruta básica en la alimentación humana, debido a su bajo precio, rico sabor, disponibilidad en todo el año, quedando la cáscara de plátano como un residuo agroindustrial al cual muchas veces no se le da ningún uso (RAMOS, AGUILERA Y OCHOA, 2014, p.23), considerando que es de alta disponibilidad, fácil consecución y bajo costo (TEJADA, HERRERA Y NUÑEZ, 2016, p.170).

1.3.6.2. Característica de la cascara residual

1.3.6.2.1. Densidad

Se toma el peso del fruto con una balanza, se determina el volumen del fruto mediante una probeta graduada por desplazamiento de agua y posteriormente se determina la densidad como la relación entre la masa y el volumen del fruto (MARTINEZ Y DE LA CARIDAD, 2016, p.48).

La fórmula de la densidad que se tomará en cuenta para el cálculo según EC-RSM MINAM (2015), será:

$$densidad = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H)} \quad (1)$$

Donde:

W: Peso de los residuos solidos

V: Volumen del residuo solido

D: Diámetro del cilindro

H: Altura total del cilindro

1.3.6.2.2. Humedad

La cáscara de plátano en su proceso de maduración realiza un proceso osmótico donde el agua de la cáscara es transferida a la pulpa del fruto, por lo que su valor varía de acuerdo con el estado de maduración en que se encuentre la cáscara y las condiciones ambientales de la zona que propician este fenómeno. Otros autores mencionan el contenido de almidón en la cáscara es de 12.78 g por cada 100 g de cáscara húmeda (Zea et al., 2013) y en base seca del 39.89% (Monsalve et al., 2006) (LOPEZ, 2014, p.9) y otro que contiene un promedio de 65% de humedad (MINAGRI, 2014, p.7).

La fórmula del porcentaje de Humedad que se tomará en cuenta para el proceso de la experimentación según LÓPEZ (2013), será:

$$\%humedad = \left[\frac{(Pi \text{ de la muestra} - Pf \text{ de la muestra})}{Pi \text{ de la muestra}} \right] \times 100\% \quad (2)$$

Donde:

Pi = Peso inicial de las cáscaras de la *Musa balbisiana*

Pf = Peso final de las cáscaras de la *Musa balbisiana*

1.3.6.2.3. Porcentaje de almidón

El almidón es uno de los componentes principales para la elaboración de bioplásticos (LOPEZ, 2014, p.11), y el plátano con cáscara tiene alto contenido de almidón y celulosa (AFANADOR, 2005, p.55).

La fórmula del porcentaje de almidón, que se tomarán en cuenta para el proceso de la experimentación será:

$$\%almidón = \left[\frac{(\text{Peso final del almidón})}{(\text{Peso de la muestra de cáscara})} \right] \times 100\% \quad (3)$$

1.3.6.2.4. Disponibilidad

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituye parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de ciento treinta países tropicales y subtropicales (MINAGRI, 2014, p.8).

El principal subproducto del proceso industrial del plátano, diversos autores mencionan que: la cáscara la cual representa aproximadamente el 30% del peso del fruto (LOPEZ, 2014, p.24) y otros el 35% al 40% del fruto, generando residuos que

se podrían aprovechar para la fabricación de diferentes productos de valor agregado entre los que se encuentra la extracción de almidón para su aplicabilidad en la industria alimentaria (MELO, 2015, p.78).

1.3.6.2.5. Madurez de la cáscara

El color de la piel es indicativo del grado de madurez. La fruta no requiere condiciones especiales de conservación, basta mantenerlos en un lugar fresco, seco y protegido de la luz directa del sol (MINAGRI, 2014, p.9).

1.4. Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Es viable el aprovechamiento de la cáscara residual de Plátano (*Musa balbisiana*) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas - 2018?

1.4.2 Problemas específicos

Problema específico 1

¿Cuál es la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (*Musa balbisiana*) generados en el mercado APECOLIC?

Problema específico 2

¿Cuál es la concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico?

Problema específico 3

¿En qué medida las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido, se asemejan respecto al plástico de polietileno convencional?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1 Justificación por su pertinencia

Al observar la falta de opciones en cuanto refiere el tratamiento de la acumulación de residuos orgánicos, el compostaje es una alternativa correcta, sin embargo también producen diversos gases contaminantes (metano, CO₂, H₂S) producto de la descomposición microbiana (MARTINEZ Y NEYRA, 2014, p.2), además son fuente de atracción de insectos (moscas, cucarachas) que traen consigo microorganismos patógenos, y a la vez por la abundante contaminación del plástico que observamos en todas partes. Es en donde nos centramos en la importancia y justificación de la presente investigación, que es de darle un valor adicional a los residuos específicamente con el plátano, que puede ser aprovechado como un enorme potencial en la elaboración del bioplástico.

1.5.2 Justificación por su relevancia social

El mercado APECOLIC, está ubicado en el distrito de Comas. Distrito que años anteriores sufrió problemas con su gestión de residuos. Es oportuno por ello mostrar este nuevo método no solo de disposición del residuo, sino también en su aprovechamiento, como la elaboración de bioplásticos, ya que los plásticos convencionales, producidos a partir de derivados del petróleo, originan enormes problemas por no ser biodegradables, permaneciendo durante largos períodos, es por ello que esta investigación brinda una mejor calidad de vida.

1.5.3 Justificación por su implicancia práctica

Al observar el impacto de plásticos, el nulo aprovechamiento de residuos orgánicos generados por la cáscara de plátano en el mercado, hace necesario tomar medidas para minimizar dicho impacto a través de esta técnica que busca obtener un bioplástico que fácilmente puede ser implementado por alguna empresa visionaria y reemplace al plástico contaminante.

1.5.4 Justificación por su valor teórico

A través de la revisión bibliográfica se ha podido comprobar que son pocos los estudios en nuestro país que abordan la efectividad del proceso de la obtención de bioplástico para la reducción de impactos por plásticos y aprovechamiento de residuos orgánicos, por lo cual esta investigación podrá dejar evidencia teórica y experimental del uso de esta técnica, así mismo se podrá revisar su efectividad en el tiempo, sirviendo como consulta a otras investigaciones.

1.6. Objetivo

1.6.1 Objetivo general

Determinar la viabilidad del aprovechamiento de la cascara residual de plátano (*Musa balbisiana*) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas - 2018

1.6.2 Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Determinar la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (*Musa balbisiana*) generados en el mercado APECOLIC

Objetivo específico 2

Determinar la concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico

Objetivo específico 3

Determinar cuantitativamente en cuanto se asemejan las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido, respecto a un plástico de polietileno convencional

1.7. Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

H₀: Existe la viabilidad del aprovechamiento de la cascara residual de plátano (*Musa balbisiana*) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas – 2018.

H₁: No existe la viabilidad del aprovechamiento de la cascara residual de plátano (*Musa balbisiana*) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas – 2018.

1.7.2 Hipótesis específicos

Hipótesis específica 1

H₀: Existe la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (*Musa balbisiana*) generados en el mercado APECOLIC.

H₁: No existe la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (*Musa balbisiana*) generados en el mercado APECOLIC.

Hipótesis específica 2

H₀: Existe una concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico.

H₁: No existe una concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico.

Hipótesis específica 3

H₀: Existe cuantitativamente una semejanza a las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido respecto a un plástico de polietileno convencional.

H₁: No existe cuantitativamente una semejanza a las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido respecto a un plástico de polietileno convencional.

II. METODO

2.1. Diseño de investigación

De acuerdo a las variables de estudio la investigación corresponde al tipo experimental, Tabla N°1: Numero de muestras totales, para el proceso de obtención de bioplástico, se determinará la cantidad de cáscara que será recogida y pesada en campo, así como el control de las variables intervinientes como temperatura, humedad, madurez, para la producción del bioplástico.

2.1.1. Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo técnico - aplicativo, ya que, la presente investigación, se basará de la información recopilada y brindada por otras investigaciones, similares al estudio.

2.1.2. Nivel de investigación

Se considera el nivel de investigación de tipo explicativa pues buscamos conclusiones a partir de otros tipos de estudio, similares a nuestro proyecto.

Tabla N°1: Numero de muestras totales

Unidad Experimental	Número
Concentraciones (C)	4
Testigo (T)	1
Repeticiones (R)	5
Total (C+T)*R	25

Fuente: Elaboración propia

2.2. Variables, operacionalización

Tabla N°2: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS
<p align="center"><u>PROBLEMA GENERAL</u></p> <p>¿Es viable el aprovechamiento de la cáscara residual de Plátano (Musa balbisiana) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas - 2018?</p>	<p align="center"><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <p>Determinar la viabilidad del aprovechamiento de la cascara residual de plátano (Musa balbisiana) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas - 2018</p>	<p align="center"><u>HIPOTESIS GENERAL</u></p> <p>H₀: Existe la viabilidad del aprovechamiento de la cascara residual de plátano (Musa balbisiana) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas - 2018</p> <p>H₁: No existe la viabilidad del aprovechamiento de la cascara residual de plátano (Musa balbisiana) para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC, Comas - 2018</p>
<p align="center"><u>PROBLEMA ESPECIFICO 1</u></p> <p>¿Cuál es la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (Musa balbisiana) generados en el mercado APECOLIC?</p>	<p align="center"><u>OBJETIVO ESPECIFICO 1</u></p> <p>Determinar la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (Musa balbisiana) generados en el mercado APECOLIC</p>	<p align="center"><u>HIPOTESIS ESPECIFICO 1</u></p> <p>H₀: Existe la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (Musa balbisiana) generados en el mercado APECOLIC</p> <p>H₁: No existe la cantidad de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de Plátano (Musa balbisiana) generados en el mercado APECOLIC</p>

<p style="text-align: center;"><u>PROBLEMA ESPECIFICO 2</u></p> <p>¿Cuál es la concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico?</p>	<p style="text-align: center;"><u>OBJETIVO ESPECIFICO 2</u></p> <p>Determinar la concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico</p>	<p style="text-align: center;"><u>HIPOTESIS ESPECIFICO 2</u></p> <p>H₀: Existe una concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico</p> <p>H₁: No existe una concentración necesaria de ácido acético y glicerina USP que se requiere añadir al almidón obtenido para la elaboración de bioplástico</p>
<p style="text-align: center;"><u>PROBLEMA ESPECIFICO 3</u></p> <p>¿En qué medida las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido, se asemejan respecto al plástico de polietileno convencional?</p>	<p style="text-align: center;"><u>OBJETIVO ESPECIFICO 3</u></p> <p>Determinar cuantitativamente en cuanto se asemejan las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido, respecto a un plástico de polietileno convencional</p>	<p style="text-align: center;"><u>HIPOTESIS ESPECIFICO 3</u></p> <p>H₀: Existe cuantitativamente una semejanza a las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido respecto a un plástico de polietileno convencional</p> <p>H₁: No existe cuantitativamente una semejanza a las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido respecto a un plástico de polietileno convencional</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°3: Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/UNIDAD
<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u> Cáscara residual del <i>Musa balbisiana</i></p>	<p>Según Lambis (2015), menciona que la cáscara de plátano es un residuo orgánico que se genera a partir del procesamiento del fruto de forma abundante; a niveles doméstico, comercial e industrial.</p>	<p>Será determinado con las características de la cáscara residual del <i>Musa balbisiana</i> y las condiciones de operación de la misma.</p>	<p>Viabilidad del aprovechamiento de la cáscara residual <i>Musa balbisiana</i></p>	Fecha y Hora de Recolección	
				Humedad	$\left[\frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} \right] \times 100$
				Disponibilidad	Baja Media Alta Muy alta
				Madurez de la cáscara	Poco maduro Maduro Muy maduro
				Cantidad de bioplástico	Kg
	<p>Según Pérez (2007), define que los bioplásticos son polímeros obtenidos a partir de recursos renovables, extraídos</p>	<p>Será determinado con las características, insumos y condiciones de</p>	<p>Cantidad de almidón de la cáscara residual del <i>Musa balbisiana</i></p>	Porcentaje de almidón	$\left[\frac{(\text{Peso final del almidon})}{\text{Peso de la muestra de cáscara}} \right] \times 100\%$
				Cantidad de cáscara residual del <i>Musa balbisiana</i>	kg

<p style="text-align: center;"><u>VARIABLE</u> <u>DEPENDIENTE</u> Obtención del bioplástico</p>	<p>directamente de la biomasa, tales como el almidón y la celulosa. Según Vásquez (2016), los llamados “bioplásticos” son materiales provenientes de fuentes naturales renovables, que presentan las mismas propiedades de un plástico convencional, pero con un periodo de degradación más corto.</p>	<p>operación del bioplástico</p>		Densidad	$\frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H)}$
			<p>Concentración necesaria de Ácido acético y Glicerina USP</p>	Cantidad de Agua destilada	ml
				Cantidad de Ácido acético	ml
				Cantidad de Glicerina USP	ml
			<p>Características físico-mecánicas del bioplástico</p>	Resistencia a la Tracción	N/cm^2
				Resistencia a la Elongación	%
				Degradabilidad	%

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1. Población

Se toma como población a la totalidad de residuos de cáscaras de la *Musa balbisiana* generada por los comerciantes en el mercado APECOLIC – Comas – 2018.

2.3.2. Muestra

Se utilizará una cantidad de 152,4 kg. de residuo de cáscara de la *Musa balbisiana* generada durante 08 días por los comerciantes en el mercado APECOLIC – Comas – 2018.

2.3.3. Caracterización de la Muestra

2.3.3.1. Unidad de muestra

Peso (kg) de residuos de cascara de la *Musa balbisiana* generada por los comerciantes en el mercado APECOLIC – Comas – 2018.

2.3.3.2. Muestreo

Para Rodríguez (2005), el muestreo en diseño de cuadrado latino propone un conjunto de unidades de experimentación las cuales son iguales en sus repeticiones y diferentes entre sí.

En la presente investigación se tomarán un cuadrado latino de 5 x 5 pues se utilizarán cinco concentraciones diferentes y por cada una de ellas se realizarán 5 repeticiones, llegando a un total de 25 muestras de bioplástico. Para fines del estudio se eligió los puestos mencionados por ser dentro del mercado los mayores generadores del residuo (cáscara de plátano), por el rubro que pertenecen. Los cuales accedieron en su totalidad a participar del presente proyecto de investigación.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron técnicas e instrumentos que nos permitieron generar información para responder los objetivos planteados comprobando si la hipótesis es verdadera manipulando las variables.

2.4.1. Técnica

La Técnica empleada en la investigación será la observación. Tal como lo indica DÍAZ (2011), ya que en ella se apoya el investigador, para obtener el mayor número de datos (p.5).

2.4.2. Etapas del Proyecto

Para el presente estudio se detallan las siguientes etapas, las cuales reúnen los diferentes procedimientos utilizados para la extracción del almidón y su posterior elaboración a bioplástico.

2.4.2.1. Etapa 1: Establecimiento de puntos generadores de cáscaras de *Musa balbisiana*.

Se identificó dentro del mercado APECOLIC en el distrito de Comas, las fuentes de generación de residuos de cáscaras de plátano verde (*Musa balbisiana*), siendo los mayores generadores: los stands de Venta de comida (restaurantes), juguerías y un stand de venta de chifles. Una vez identificado estos puntos de generación se les invitó a que pudiesen segregar este residuo y se coordinó recogerlo de forma interdiaria.

Esta recolección tuvo un periodo de 8 semanas y el orden de la recolección fue de manera aleatoria. La data de cada semana fue debidamente recogida y colocada en el instrumento respectivo (FICHA N°2).

2.4.2.2. Etapa 2: Caracterización de las cáscaras recolectadas de la *Musa balbisiana*

Una vez obtenidas las cáscaras de la *Musa balbisiana* se procedió a caracterizar sus parámetros (densidad, humedad, madurez, porcentaje de almidón). Para medir la densidad del residuo de cáscaras, se aplicó la Fórmula del Cálculo de densidad (EC-RSM MINAM, 2015, p.42) y para identificar los porcentajes de Almidón en la cáscara de la *Musa balbisiana*, según la Fórmula N°2.

2.4.2.3. Etapa 3: Extracción del almidón de la cáscara *Musa balbisiana*.

Se procedió al lavado de las cáscaras de la *Musa balbisiana*, a fin de eliminar todo cuerpo extraño a su composición normal. Luego de ello se corroboró la presencia de almidón, agregando unas gotas de Lugol al reverso de la cáscara (endocarpio) y notando un cambio de coloración de ámbar a azul oscuro.

Posterior a ello, con la ayuda de un pequeño cuchillo se raspó el endocarpio de las cáscaras de donde se obtuvo el almidón.

2.4.2.4. Etapa 4: Condiciones para la homogenización del almidón de la cáscara *Musa balbisiana*.

Una vez obtenido el almidón, se dejó secar a temperatura ambiente. Posterior a ello se depositó en el mortero para tritararlo, quedando así una especie de polvillo. Luego de ello se procedió a tamizarlo con la ayuda de un colador, para su homogenización.

2.4.2.5. Etapa 5: Elaboración del bioplástico

Con el almidón obtenido, se procedió a elaborar el bioplástico. Por ello a este almidón se le añadirá el ácido acético y glicerina para 4 muestras de bioplásticos con diferentes concentraciones y una muestra testigo de plástico de polietileno de baja densidad, a la par 5 repeticiones por cada muestra.

Para la obtención de bioplástico, cada muestra se colocó en placas Petri, procediendo a mover la mezcla hasta obtener una masa homogénea, las cuales serán sometidas a una temperatura constante de 90°C con la ayuda de un mechero Bunsen. Al obtener dicha masa se dejó reposar a temperatura ambiente, evitando cualquier contacto.

2.4.3. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos están adjuntos en los anexos del presente trabajo de investigación y son los siguientes:

- Ficha N° 01 - Características de la Cáscara Residual de la *Musa balbisiana*
- Ficha N° 02 - Condiciones de la Operación de la cáscara Residual de la *Musa balbisiana*
- Ficha N° 03 - Características Mecánicas del bioplástico
- Ficha N° 04 - Composición de la muestra del bioplástico
- Ficha N° 05 - Condiciones de Operación del bioplástico

2.4.4. Validación de los instrumentos

Los instrumentos fueron validados por el juicio de 3 expertos en el tema, Docentes de la Universidad Cesar Vallejo –Lima Norte.

- Castro Tena, Lucero Katherine
- Jimenez Calderón, Cesar Eduardo
- Ordoñez Gálvez, Juan Tulio

2.4.5. Confiabilidad

La confiabilidad se evidencia cuando los diversos investigadores, en este caso los antecedentes recopilados, realizaron la misma situación, concordando en sus conclusiones.

Para Hidalgo (2005), la confiabilidad interna es el nivel de consenso entre diferentes observadores de la misma realidad, que eleva la credibilidad que merecen las estructuras significativas descubiertas en un determinado ambiente, así como la seguridad de que el nivel de congruencia de los fenómenos en estudio es consistente (p.228).

Asimismo Corral (2016), el enfoque cuantitativo (positivista); es correspondencia con el concepto de consistencia, que se refiere grado en que se repetirían los resultados de replicarse el estudio (p.201).

2.5 Métodos de análisis de datos

- ✓ Los datos fueron procesados con los software Microsoft Excel y SPSS V. 21
- ✓ Análisis de los parámetros en el laboratorio (análisis físicos y mecánicos)
- ✓ El programa Excel nos ayudó a diseñar tablas y gráficos de los datos recogidos.
- ✓ El programa SPSS nos permitió generar los análisis estadísticos de la confiabilidad y validación de la hipótesis.

2.6 Aspectos éticos

Las fuentes y referencias bibliográficas utilizadas en la presente investigación fueron debidamente consignadas; asimismo los resultados son fidedignamente el reflejo de los datos obtenidos en el trabajo de campo y experimentación.

Los resultados podrán ser usados para posibles investigaciones, por cualquier persona interesada que desean obtener conocimientos sobre la presente investigación o temas relacionados.

III. RESULTADOS

Para la ejecución del presente estudio, el primer paso fue la recolección de la cáscara de la *Musa balbisiana*. Por ello se recolectó 152,4 kg. de cáscara de la *Musa balbisiana* en el mercado APECOLIC – Comas. Esta recolección se ejecutó de manera interdiaria y se recogió 8 muestras. Los datos se encuentran detallados en la Tabla N°5.

Tabla N°5: Total de cáscara de la Musa balbisiana recolectada

Muestra	Fecha de recolección	Hora de recolección	Cantidad de cáscara de la Musa balbisiana recolectada (Kg)
01	07/05/2018	06:02 pm	17,5
02	09/05/2018	11:15 am	21,8
03	11/05/2018	11: 28 am	19,3
04	14/05/2018	06:07 pm	16,7
05	16/05/2018	11:05 am	18,6
06	18/05/2018	11:17 am	20,2
07	21/05/2018	06:03 pm	19,9
08	23/05/2018	11:19 am	18,4
Total de cáscara de la Musa balbisiana recolectada			152,4 Kg

Fuente: Elaboración propia

Después de obtener las cáscaras de la *Musa balbisiana*, se procedió a caracterizar sus parámetros (densidad, humedad, madurez) por cada muestra recogida.

Para hallar la densidad de la cáscara de la *Musa balbisiana*, se utilizó la metodología de la Guía del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos

Municipales (EC-RSM) (MINAM, 2015, p.43). Por ello se usó un cilindro de forma regular de 100 litros de capacidad y se procedió a rellenar el contenido del recipiente con las cáscaras recogidas por cada muestra. Una vez lleno el recipiente, se levantó 20 cm desde el suelo y se deja caer; esta acción se repitió 3 veces con el fin de rellenar los espacios vacíos en el cilindro. Luego se midió la altura alcanzada del total de cáscaras de la *Musa balbisiana* dentro del recipiente (*H*). El valor promedio de la densidad en la cáscara de la *Musa balbisiana* fue de 439.63 Kg/m³. Los valores encontrados para dicho parámetro se detallan en la Tabla 6.

Tabla N°6: Densidad de cáscara de la Musa balbisiana

Muestra	Densidad (Kg/m³) $\frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H)}$
01	438.5
02	440.5
03	442.5
04	440.5
05	441.5
06	437
07	438.5
08	439.5
PROMEDIO	439.63 Kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la humedad de la cáscara de la *Musa balbisiana*, se utilizó la metodología según López (2013). Por ello se pesó 100gr de las cáscaras obtenidas en cada muestra, se colocó en crisoles previamente limpiados y posteriormente en un horno, previamente calibrado, a 105 °C, durante 1 hora.

Luego se estabilizó la temperatura y se determinó su peso en seco. Este proceso se repitió hasta que la diferencia de pesos fue menor a 0.002g entre la última medición y la anterior. Una vez determinado las cantidades de los pesos, se calculó el porcentaje de humedad mediante la fórmula 2.

El valor del porcentaje de humedad promedio en la *Musa balbisiana* encontrado fue de 26.11% La Tabla N°7 indica el porcentaje de humedad encontrado en las muestras de cáscaras de la *Musa balbisiana*.

Tabla N°7: Humedad de cáscara de la Musa balbisiana

Muestra	Humedad (%h)
	$\left[\frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} \right] \times 100\%$
01	25.7
02	24.2
03	26.5
04	25.3
05	28.8
06	24.7
07	27.6
08	26.1
PROMEDIO	26.11%

Fuente: Elaboración propia

Se encontró una alta disponibilidad de cáscara de la *Musa balbisiana* en los comercios del mercado APECOLIC. Respecto a la madurez de las cáscaras se observó que la coloración de las mismas fue verdosa con manchas oscuras en su mayoría, por lo que dentro de la escala se consideró: Maduro (PINZÓN, 2007, p.89).

En la Tabla N°8 se muestran los datos observados.

Tabla N°8: Disponibilidad y Madurez de cáscara de la *Musa balbisiana*

Muestra	Disponibilidad (Baja, Media, Alta, Muy alta)	Madurez (Poco maduro, Maduro, Muy maduro)
01	Alta	Maduro
02	Alta	Maduro
03	Alta	Maduro
04	Alta	Maduro
05	Alta	Maduro
06	Alta	Maduro
07	Alta	Maduro
08	Alta	Maduro

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento de Extracción del Almidón de las cáscaras de la *Musa balbisiana*

De acuerdo a la metodología (CASTILLO, 2015, p.3) se procedió a lavar las cáscaras recolectadas de la *Musa balbisiana* para eliminar todo cuerpo extraño o suciedad, luego se dejó secar a temperatura ambiente por unos 15 minutos. Posterior a ello agregó unas gotas de Lugol al reverso de algunas cáscaras (endocarpio), notando un cambio de coloración de ámbar a azul oscuro; con ello quedó constatado la presencia de almidón.

Se procedió a extraer el almidón propiamente dicho, por ello se raspó el endocarpio de la cáscara de la *Musa balbisiana* con la ayuda de un pequeño cuchillo, con el debido cuidado, evitando cortes. Se obtuvo unas láminas de color crema opaco, la cual se dejó secar a temperatura ambiente por 1 hora. Esta masa es el almidón obtenido de la cáscara del *Musa balbisiana*. Cada

muestra de este almidón obtenido, se colocó en una estufa para eliminar la humedad. Continuando con la metodología según López, cada muestra se colocó en crisoles y posteriormente en una estufa marca Binder a 105°C, durante 1 hora, repetidamente hasta obtener un peso seco estable (diferencia de pesos menor a 0.002g entre la última medición y la anterior). Dicho almidón seco o deshidratado, se colocó en un mortero, para así tritarlo, hasta que se obtuvo una textura similar a la de un polvillo, se tamizó el polvillo para obtener un almidón de granulometría más uniforme.

Finalmente se procede a pesar este almidón en polvo obtenido en una balanza para obtener el porcentaje de almidón a partir del peso de las cáscaras. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla N°9.

Tabla N°9: Porcentaje de almidón obtenido a partir de la cantidad de la cascara de la *Musa balbisiana*

Muestra	Cantidad de cáscara de la <i>Musa balbisiana</i> recolectada (Kg)	Peso del almidón obtenido por muestra (Kg)	Porcentaje de almidón (%) $\left[\frac{\text{(Peso final del almidon)}}{\text{Peso de la muestra de cáscara}} \right] \times 100\%$
01	17,5	0,841	4.81
02	21,8	1,042	4.78
03	19,3	0,924	4.79
04	16,7	0,806	4.83
05	18,6	0,883	4.75
06	20,2	0,974	4.82
07	19,9	0,953	4.79
08	18,4	0,885	4.81
PROMEDIO	152,4 Kg	7,310 Kg	4.798%

Fuente: Elaboración propia

Elaboración de bioplástico a partir del almidón obtenido

Los componentes para la elaboración de bioplástico son almidón, ácido acético, glicerina y agua destilada. Se elaboró 4 muestras de bioplástico, a partir de diferentes concentraciones de los componentes.

Para las 4 muestras de bioplástico, por cada 10 gr de almidón obtenido, se agregó 50ml de agua destilada, mientras que las concentraciones de ácido acético y glicerina USP fueron variables. En la tabla N°10 se detalla las concentraciones para las muestras.

Tabla N°10: Concentraciones de las muestras para la elaboración del bioplástico

N° de Muestra	Cantidad de Almidón (g)	Cantidad de Agua destilada (ml)	Cantidad de Ácido acético (ml)	Cantidad de Glicerina USP (ml)
01	<i>Muestra testigo de polietileno de baja densidad</i>			
02	10 g	50 ml	10,00 ml	5,00 ml
03	10 g	50 ml	5,00 ml	10,00 ml
04	10 g	50 ml	5,00 ml	5,00 ml
05	10 g	50 ml	12,00 ml	5,00 ml

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecido las concentraciones, por cada muestra se realizó 5 repeticiones, lo que significó un total de 25 muestras. Se procedió a asignarles un código para identificar las muestras.

En la tabla N°11 se muestra los códigos de las 25 muestras.

Tabla N°11: Códigos de las muestras de 5 concentraciones y sus respectivas repeticiones

N°	Concentración de la muestra de bioplástico	Repeticion N° 1	Repeticion N° 2	Repeticion N° 3	Repeticion N° 4	Repeticion N° 5
01	Polietileno de baja densidad	C1-M1	C1-M2	C1-M3	C1-M4	C1-M5
02	10 g Almidón 50 ml Agua destilada 10 ml Ácido acético 5 ml Glicerina	C2-M1	C2-M2	C2-M3	C2-M4	C2-M5
03	10 g Almidón 50 ml Agua destilada 5 ml Ácido acético 10 ml Glicerina	C3-M1	C3-M2	C3-M3	C3-M4	C3-M5
04	10 g Almidón 50 ml Agua destilada 5 ml Ácido acético 5 ml Glicerina	C4-M1	C4-M2	C4-M3	C4-M4	C4-M5
05	10 g Almidón 50 ml Agua destilada 12 ml Ácido acético 5 ml Glicerina	C5-M1	C5-M2	C5-M3	C5-M4	C5-M5

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la concentración de las muestras de bioplástico, se procedió a elaborarlas. Para la Muestra N°1 se consideró 5 láminas de plástico de polietileno de baja densidad.

Para la Muestra N°2 y sus repeticiones, se mezcló en una placa Petri: 10g de almidón, 50 ml de agua destilada, 10 ml de Ácido acético y 5 ml de Glicerina.

Para la Muestra N°3 y sus repeticiones, se mezcló en una placa Petri: 10g de almidón, 50 ml de agua destilada, 5 ml de Ácido acético y 10 ml de Glicerina.

Para la Muestra N°4 y sus repeticiones, se mezcló en una placa Petri: 10g de almidón, 50 ml de agua destilada, 5 ml de Ácido acético y 5 ml de Glicerina.

Finalmente para la Muestra N°5 y sus repeticiones, se mezcló en una placa Petri: 10g de almidón, 50 ml de agua destilada, 12 ml de Ácido acético y 5 ml de Glicerina.

Posteriormente se procedió a someter las mezclas a temperatura constante. Con la ayuda de un mechero Bunsen, las placas con las concentraciones serán sometidas a 90°C. Durante la exposición al fuego, se debe revolver la mezcla hasta que se obtenga una pasta homogénea.

Después de 3 minutos, se notó que el agua en la mezcla se evaporó y se obtuvo una pasta más densa, de un color amarillento translúcido. Se retiró las placas del mechero Bunsen, con la ayuda de una pinza y fueron colocadas en un lugar adecuado.

Para los posteriores ensayos físico-mecánicos, adicionalmente se colocó el bioplástico de las repeticiones de las placas Petri a una superficie lisa de vidrio, el cual se le agregó una película delgada de vaselina para posteriormente retirar el bioplástico con mayor facilidad evitando dañar la muestra. Luego con la ayuda de una espátula se dispersó dicho bioplástico en el vidrio, de modo que se obtenga un grosor uniforme.

Tanto para las muestras en las placas Petri y la superficie de vidrio, se dejó enfriar a temperatura ambiente. El tiempo total fue de 3 días, después de este lapso de tiempo lo obtenido es una lámina de plástico.

Finalmente, las láminas de bioplástico obtenidas, se sometieron a ensayos físico-mecánicos. Estas fueron analizadas en el Laboratorio de Investigación y

Certificaciones Facultades de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería, mediante un equipo máquina de Tracción Universal Zwick / Roell Z010. Los ensayos realizados fueron Resistencia a la Tracción, Resistencia a la Elongación y degradabilidad. En la tabla N°16 se muestra los resultados de los ensayos de las 25 muestras.

A continuación, las tablas de la 12 a la 18 muestran los gráficos estadísticos.

Propiedades mecánicas y de degradabilidad del bioplástico realizado en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de la *Musa balbisiana*.

Una vez probadas las concentraciones de ácido acético y glicerina en la fabricación de bioplástico con cáscaras de plátano, se procedió a evaluar las propiedades mecánicas de éste, tales como la fuerza de tracción y la elongación, las cuales se muestran en la Tabla N°12.

Tabla N°12: Fuerza de Tracción, Elongación y degradabilidad en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano

Tratamiento	Fuerza de Tracción	Elongación (%)	Degradabilidad (%)
C1M1	41,4000	97,5000	29,9516
C1M2	37,8000	60,7000	18,2539
C1M3	36,8000	85,9000	14,4000
C1M4	38,3000	73,4000	20,6266
C1M5	40,5000	84,7000	26,4197
Promedio	38,9600	80,4400	21,93037
C2M1	32,802	32,9000	91,4888
C2M2	33,907	40,5000	92,4571
C2M3	33,007	39,5000	91,6387
C2M4	33,499	40,9000	92,1256
C2M5	32,926	39,3000	91,8478
Promedio	33,2282	38,6200	91,9116
C3M1	32,295	40,1000	90,1457
C3M2	33,552	35,1000	91,4722
C3M3	33,013	38,1000	90,5681
C3M4	33,179	34,1000	91,2148
C3M5	33,005	38,1000	90,1274
Promedio	33,0088	37,1000	90,7061
C4M1	32,073	36,4000	85,1376
C4M2	31,886	39,9000	86,0489
C4M3	32,066	34,8000	87,4256
C4M4	31,849	37,3000	86,4789
C4M5	32,072	36,5000	87,2534
Promedio	32,0092	36,8800	86,4688
C5M1	24,124	34,4000	84,8976
C5M2	23,985	41,7000	83,8759
C5M3	24,025	29,9000	82,5647
C5M4	23,929	33,2000	84,2345
C5M5	24,132	37,4000	83,1345
Promedio	24,0092	35,3200	83,5414

Fuente Elaboración Propia

En la presente Tabla N°12, damos a conocer que la fuerza de tracción promedio del polietileno de baja densidad (concentración 1) es de 38,9600. La concentración 2 (Ácido Acético 10 – Glicerina 5) con un resultado de 33.2282. Seguido por la concentración 3 (Ácido Acético 5 - Glicerina 10) con 33.0088, concentración 4 (Ácido Acético 5 - Glicerina 5) con 32.0092. Finalmente, la concentración 5 (Ácido Acético 12 - Glicerina 5) con 24,0092.

De la misma manera en el caso de la elongación quién tiene el mayor valor es la concentración 1 (polietileno de baja densidad) con un resultado de 80,44. Seguido por la concentración 2 (Ácido Acético 10 - Glicerina 5) con 38,6200. Concentración 3 (Ácido Acético 5 - Glicerina 10) con 37,1000, concentración 4 (Ácido Acético 5 - Glicerina 5) con 36,8800 y concentración 5 (Ácido Acético 12 - Glicerina 5) con 35,3200

Para el caso de la degradabilidad es mayor en el caso de la concentración 2 (Ácido Acético 10 - Glicerina 5) con 91,9116%, seguido por la concentración 3 (Ácido Acético 5 - Glicerina 10) con 90,7061%, concentración 4 (Ácido Acético 5 – Glicerina 5) con un resultado de 86,4688%, concentración 5 (Ácido Acético 12 - Glicerina 5) con 83,5414%, y concentración 1 (polietileno de baja densidad) con 21,93037%.

En la Tabla 13, se observa que los valores por tratamiento y por repetición de la variable fuerza de tracción, según diferentes concentraciones de ácido acético y glicerina siguen una distribución normal.

Tabla N°13: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para Fuerza de Tracción de las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano

	Concentraciones	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Fuerza de Tracción	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	,931	5	,605
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	,890	5	,356
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	,924	5	,554
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	,789	5	,066
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	,789	5	,066

Fuente: Elaboración propia

Por tal motivo se le aplicará el análisis de Comparación de Medias por Tratamiento de Tukey, obteniéndose los resultados, que muestra en la Tabla N°14.

**Tabla N° 14: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para
Fuerza de Tracción de las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina
en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano**

Variable dependiente: Fuerza de Tracción

HSD de Tukey

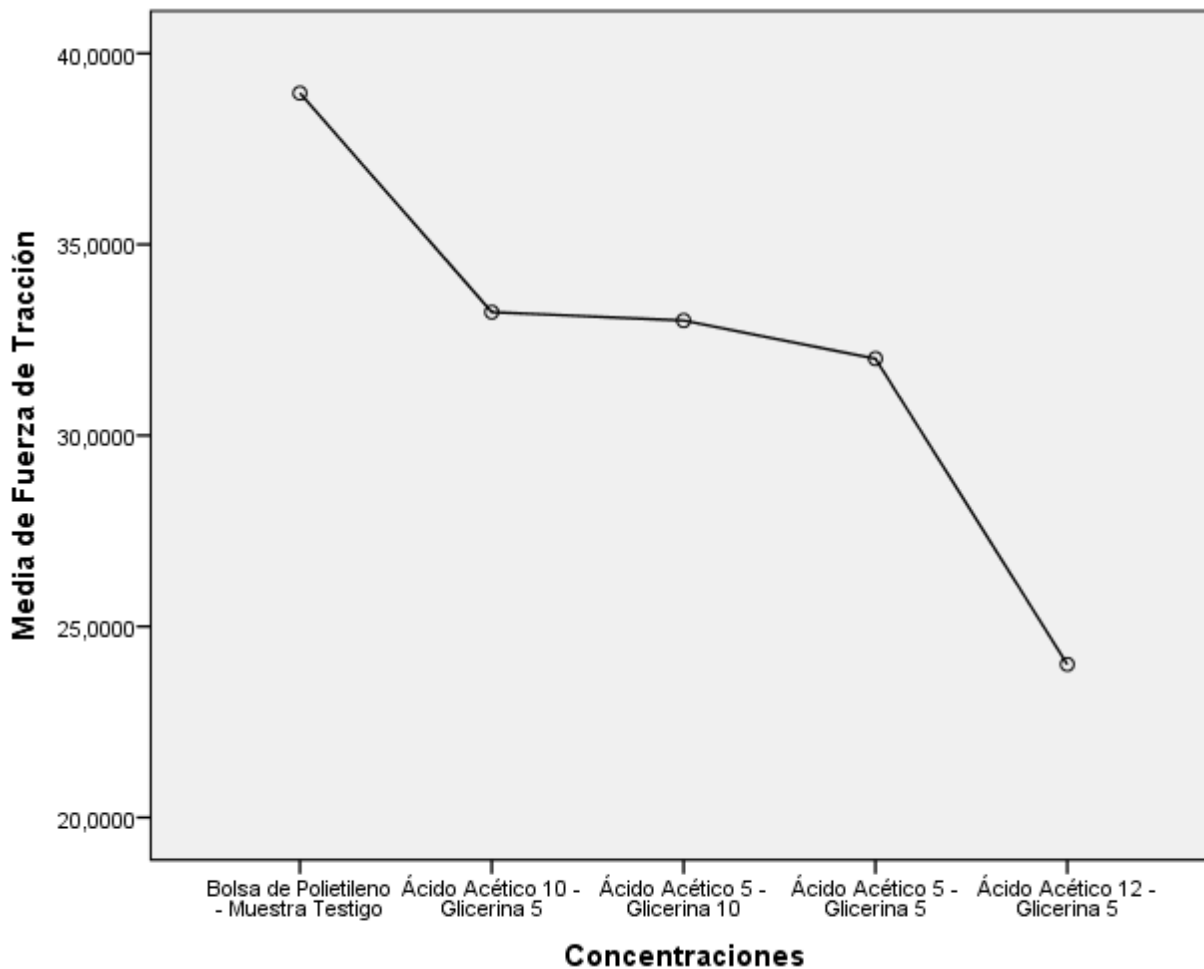
(I) Concentraciones	(J) Concentraciones	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	5,7318000 [*]	,5748333	,000	4,011683	7,451917
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	5,9512000 [*]	,5748333	,000	4,231083	7,671317
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	6,9508000 [*]	,5748333	,000	5,230683	8,670917
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	14,9508000 [*]	,5748333	,000	13,230683	16,670917
Ácido Acético 10 - Glicerina 5	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-5,7318000 [*]	,5748333	,000	-7,451917	-4,011683
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	,2194000	,5748333	,995	-1,500717	1,939517
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	1,2190000	,5748333	,250	-,501117	2,939117
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	9,2190000 [*]	,5748333	,000	7,498883	10,939117
Ácido Acético 5 - Glicerina 10	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-5,9512000 [*]	,5748333	,000	-7,671317	-4,231083
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-,2194000	,5748333	,995	-1,939517	1,500717
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	,9996000	,5748333	,434	-,720517	2,719717
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	8,9996000 [*]	,5748333	,000	7,279483	10,719717
Ácido Acético 5 - Glicerina 5	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-6,9508000 [*]	,5748333	,000	-8,670917	-5,230683
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-1,2190000	,5748333	,250	-2,939117	,501117
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	-,9996000	,5748333	,434	-2,719717	,720517

Ácido Acético 12 - Glicerina 5	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	8,0000000 [*]	,5748333	,000	6,279883	9,720117
	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-14,9508000 [*]	,5748333	,000	-16,670917	-13,230683
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-9,2190000 [*]	,5748333	,000	-10,939117	-7,498883
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	-8,9996000 [*]	,5748333	,000	-10,719717	-7,279483
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	-8,0000000 [*]	,5748333	,000	-9,720117	-6,279883

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°14, podemos observar que la muestra de polietileno presenta total diferencia de significancia con todas las concentraciones experimentales. Siendo su significancia **0,000** con todas las concentraciones. Asimismo, la concentración Ácido Acético 12 – Glicerina 5 muestra una significancia de **0,000** respecto a las otras concentraciones ya sus valores son diferentes, puntualmente por debajo de los demás valores. Encontramos similitud entre la concentración Ácido Acético 10 - Glicerina 5 y Ácido Acético 5 - Glicerina 10: **0,995**. Y una similitud menor entre la concentración Ácido Acético 5 - Glicerina 5: **0,434**. Otra semejanza mucho menor es la de Ácido Acético 5 - Glicerina 5 y Ácido Acético 10 - Glicerina 5: **0,250**.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°1: Comparación de Medias Tukey de Fuerza de Tracción en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de la *Musa balbisiana*.

El presente Figura N°1, se muestra cómo van variando las medias para cada tipo de concentración en base a la variable fuerza de tracción. Nos damos cuenta de que las medias de valores van disminuyendo conforme va cambiando la concentración de ácido acético y glicerina utilizados en la preparación de bioplástico. Siendo la concentración Ácido Acético 10 - Glicerina 5 la más cercana al plástico de polietileno convencional de baja densidad.

Tabla N° 15: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para Elongación (%)

	Concentraciones	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Elongación (%)	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	,970	5	,876
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	,736	5	,022
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	,925	5	,563
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	,933	5	,615
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	,984	5	,953

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°15, se observa que los valores por tratamiento y por repetición de la variable elongación según diferentes concentraciones de ácido acético y glicerina siguen una distribución normal.

Por tal motivo se le aplicará el análisis de Comparación de Medias por Tratamiento de Tukey, obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla N°16: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey
para Elongación de las Concentraciones de Ácido Acético y
Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de la *Musa
balbisiana***

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Elongación (%)

HSD de Tukey

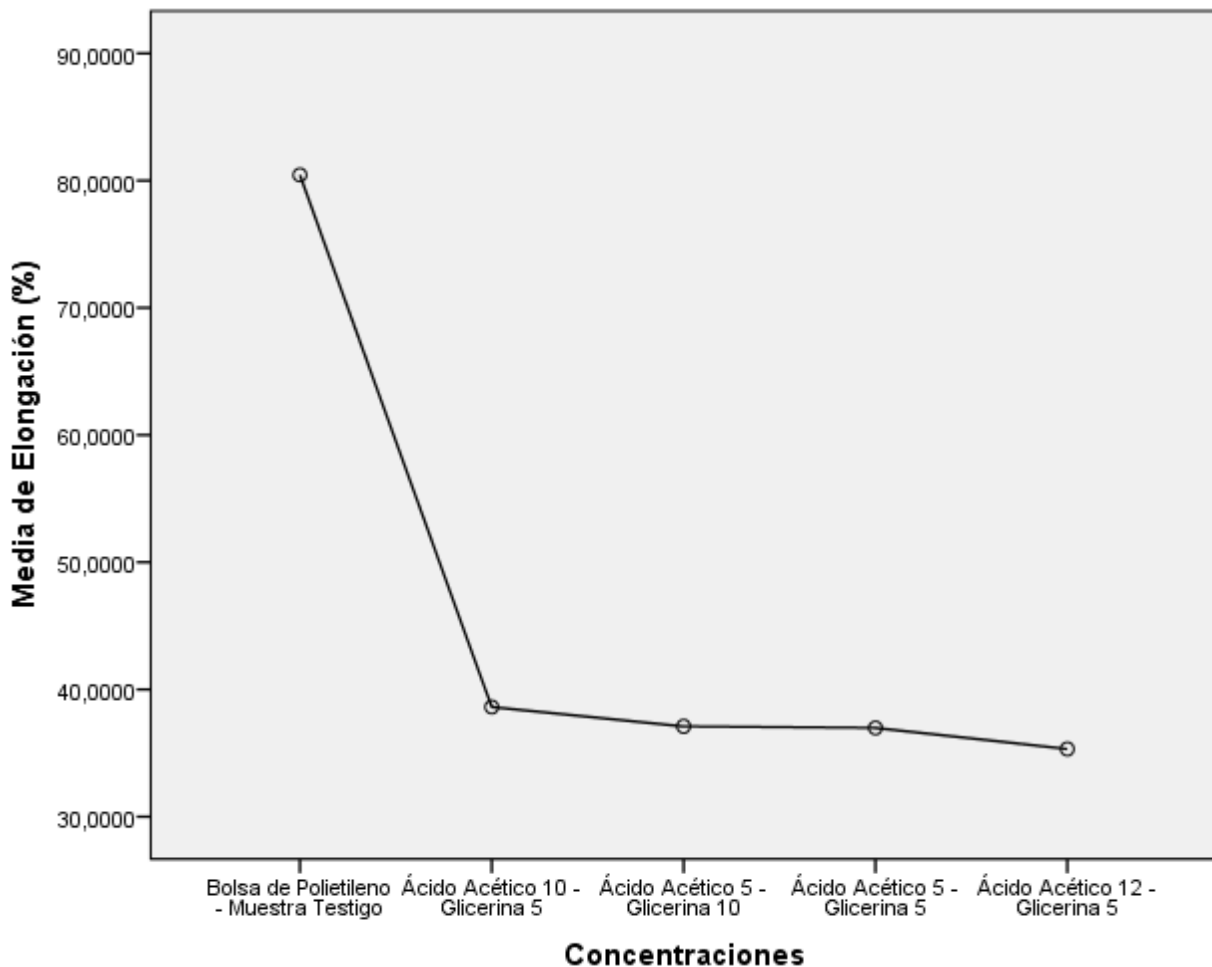
(I) Concentraciones	(J) Concentraciones	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	41,8200000*	4,3327035	,000	28,854928	54,785072
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	43,3400000*	4,3327035	,000	30,374928	56,305072
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	43,4600000*	4,3327035	,000	30,494928	56,425072
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	45,1200000*	4,3327035	,000	32,154928	58,085072
Ácido Acético 10 - Glicerina 5	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-41,8200000*	4,3327035	,000	-54,785072	-28,854928
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	1,5200000	4,3327035	,996	-11,445072	14,485072
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	1,6400000	4,3327035	,995	-11,325072	14,605072
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	3,3000000	4,3327035	,939	-9,665072	16,265072
Ácido Acético 5 - Glicerina 10	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-43,3400000*	4,3327035	,000	-56,305072	-30,374928
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-1,5200000	4,3327035	,996	-14,485072	11,445072
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	,1200000	4,3327035	,998	-12,845072	13,085072
Ácido Acético 5 - Glicerina 5	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	1,7800000	4,3327035	,994	-11,185072	14,745072
	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-43,4600000*	4,3327035	,000	-56,425072	-30,494928
Ácido Acético 5 - Glicerina 5	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-1,6400000	4,3327035	,995	-14,605072	11,325072

	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	-,1200000	4,3327035	,998	-13,085072	12,845072
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	1,6600000	4,3327035	,995	-11,305072	14,625072
	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	-45,1200000 *	4,3327035	,000	-58,085072	-32,154928
Ácido Acético 12 - Glicerina 5	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-3,3000000	4,3327035	,939	-16,265072	9,665072
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	-1,7800000	4,3327035	,994	-14,745072	11,185072
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	-1,6600000	4,3327035	,995	-14,625072	11,305072

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°16, se observa que la muestra de polietileno presenta total diferencia de significancia con todas las concentraciones experimentales. Siendo su significancia **0,000** con todas las concentraciones. Encontramos similitud o valor de significancia alta entre las concentraciones de bioplástico. La concentración Ácido Acético 10 - Glicerina 5 y Ácido Acético 5 - Glicerina 5: **0,998**. Y una significancia muy similar para concentraciones de Ácido Acético 10 - Glicerina 5 y Ácido Acético 5 - Glicerina 10: **0,996**. Las varianzas de menor valor entre concentraciones es de la Ácido Acético 12 - Glicerina 5 respecto a las demás: **0,939** y **0,994**.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°2: Comparación de Medias Tukey de Elongación (%) en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano

En la Figura N°2, muestra cómo van variando las medias para cada tipo de concentración en base a la variable elongación (%). Nos damos cuenta de que las medias de valores van disminuyendo conforme va cambiando la concentración de ácido acético y glicerina utilizados en la preparación de bioplástico. Siendo la de mayor proximidad respecto al plástico de polietileno de baja densidad cuando la receta es de Ácido Acético 10 – Glicerina 5

Tabla N° 17: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para Degradabilidad

	Concentraciones	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Degradación (%)	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	,968	5	,864
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	,964	5	,838
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	,877	5	,294
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	,943	5	,687
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	,984	5	,956

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°17, se observa que los valores por tratamiento y por repetición de la variable biodegradabilidad según diferentes concentraciones de ácido acético y glicerina siguen una distribución normal.

Por tal motivo se le aplicará el análisis de Comparación de Medias por Tratamiento de Tukey, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla N° 18: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para Elongación de las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de la *Musa balbisiana*

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Degradación (%)

HSD de Tukey

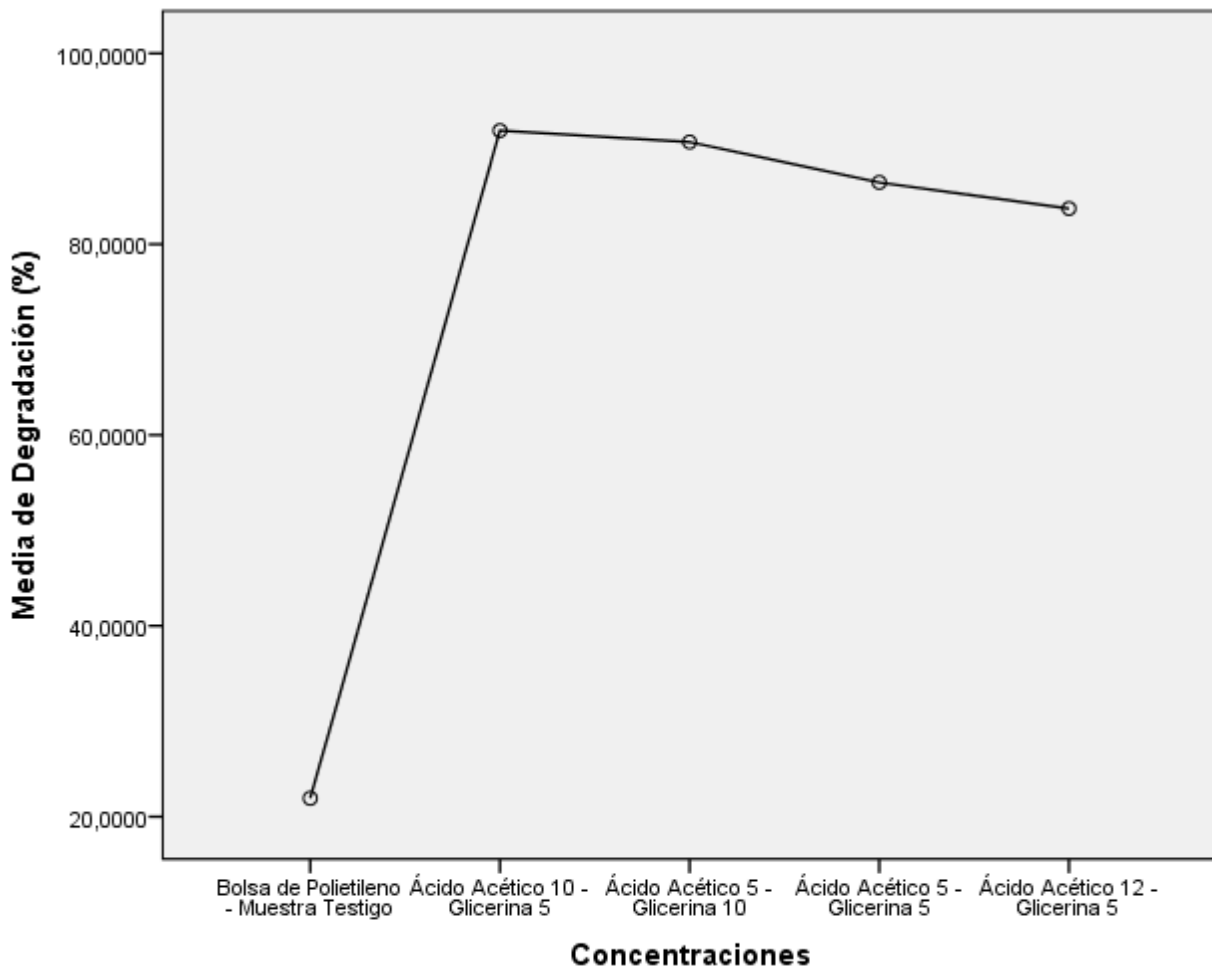
(I) Concentraciones	(J) Concentraciones	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-69,9812400*	1,8185810	,000	-75,423116	-64,539364
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	-68,7752800*	1,8185810	,000	-74,217156	-63,333404
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	-64,5385200*	1,8185810	,000	-69,980396	-59,096644
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	-61,8110800*	1,8185810	,000	-67,252956	-56,369204
Ácido Acético 10 - Glicerina 5	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	69,9812400*	1,8185810	,000	64,539364	75,423116
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	1,2059600	1,8185810	,962	-4,235916	6,647836
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	5,4427200*	1,8185810	,050	,000844	10,884596
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	8,1701600*	1,8185810	,002	2,728284	13,612036
Ácido Acético 5 - Glicerina 10	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	68,7752800*	1,8185810	,000	63,333404	74,217156
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-1,2059600	1,8185810	,962	-6,647836	4,235916
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	4,2367600	1,8185810	,177	-1,205116	9,678636
Ácido Acético 5 - Glicerina 5	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	6,9642000*	1,8185810	,008	1,522324	12,406076
	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	64,5385200*	1,8185810	,000	59,096644	69,980396
	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-5,4427200*	1,8185810	,050	-10,884596	-,000844

	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	-4,2367600	1,8185810	,177	-9,678636	1,205116
	Ácido Acético 12 - Glicerina 5	2,7274400	1,8185810	,574	-2,714436	8,169316
	Bolsa de Polietileno - Muestra Testigo	61,8110800*	1,8185810	,000	56,369204	67,252956
Ácido Acético 12 - Glicerina 5	Ácido Acético 10 - Glicerina 5	-8,1701600*	1,8185810	,002	-13,612036	-2,728284
	Ácido Acético 5 - Glicerina 10	-6,9642000*	1,8185810	,008	-12,406076	-1,522324
	Ácido Acético 5 - Glicerina 5	-2,7274400	1,8185810	,574	-8,169316	2,714436

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°18, se observa que la muestra de polietileno presenta total diferencia de significancia con todas las concentraciones experimentales respecto a los valores de degradabilidad. Siendo su significancia **0,000** con todas las concentraciones. Asimismo, la concentración Ácido Acético 12 – Glicerina 5 muestra una significancia muy débil respecto a las demás concentraciones 0,002 y 0,008. Encontrando leve significancia con la concentración Ácido Acético 5 - Glicerina 5 cuyo valor fue de **0,574**. Se nota también que la concentración Ácido Acético 10 - Glicerina 5 y Ácido Acético 5 - Glicerina 10 son muy parecidas, siendo su significancia: **0,962**.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°3: Comparación de Medias Tukey de Degradabilidad en base a las Concentraciones de Ácido Acético y Glicerina en la preparación de Bioplástico con Cáscaras de Plátano

La presente Figura N°3, muestra cómo van variando las medias para cada tipo de concentración en base a la variable degradabilidad. Nos damos cuenta de que las medias de valores son similares en los casos de concentración de la Bolsa de polietileno-Muestra Testigo y concentración 1 (Ácido Acético 10 – Glicerina 5), variando en los casos de concentración 2 (Ácido Acético 5 – Glicerina 10), concentración 3 (Ácido Acético 5 – Glicerina 5) y concentración 4 (Ácido Acético 12 – Glicerina 5). Notándose claramente el bajo valor de degradabilidad de un plástico de polietileno, frente a un bioplástico obtenido a partir de la cáscara de la *Musa balbisiana*.

IV. DISCUSIÓN

Iguardiola, (2013) en su estudio logró sintetizar un material plástico a partir de almidón de la fruta del banano verde (*Musa sapientum variedad Cavendish*), cuyas características fueron un material poco duro, medianamente maleable y flexible, así como altamente degradable; partiendo de su línea de aplicación en el presente estudio en cambio solo se usó el almidón de la cáscara del *Musa balbisiana*, obteniéndose de igual forma un bioplástico de propiedades muy similares, corroborando así la alta degradabilidad que posee dicho material. En ambos casos dichas características convierten a este material en uno útil para aplicaciones industriales como materiales de empaque (bolsas y cajas), o materiales descartables de uso cotidiano (platos, vasos y cubiertos).

Según Castillo (2015), plantea que las cáscaras de plátano, las cuales son consideradas como residuos agrícolas, pueden ser usados potencialmente como materia prima (pellets) en la producción de bioplástico; lo cual efectivamente se consiguió en nuestro estudio. La cantidad de almidón puede variar de acuerdo al tipo de plátano o madurez de la cáscara, sin embargo mientras haya presencia de almidón habrá un potencial para la síntesis de bioplástico.

López, et al. (2014), señala que cáscara de banano se componen de aproximadamente 23.03% de hemicelulosa, 23.02% de celulosa, 29.87% de lignina, 11% de solubles, 12.3% de almidón y 0.78% de cenizas. Al respecto se obtuvo un valor menor. Por cada 152,4 kg de cáscara del *Musa balbisiana* 7,310kg de almidón, siendo la presencia del almidón un 4.798% de la composición total de la cáscara. Esto está directamente relacionado al tiempo de madurez de la cáscara, es decir a menor tiempo de madurez mayor será la presencia de almidón.

Según Gallegos (2011), en su estudio se obtuvo un material bioplástico a partir de la fibra de coco. Dicho material fue sometido a pruebas de resistencia a la tracción bajo la norma ASTM D 412 el cual alcanzó un 0.984 N/m^2 . De la misma manera el bioplástico obtenido a partir del almidón la cáscara del *Musa balbisiana* fue de **33,2282** N/m^2 , notándose así una diferencia significativa de la capacidad de resistencia de nuestro material respecto a la lámina de coco.}

Finalmente Rodriguez (2014), planteó un estudio sobre la elaboración de un biocompuesto a partir de la fibra del pseudotallo del plátano, tanto la fibra sin tratar y fibra tratada, en sus respectivas pruebas a la resistencia de tracción alcanzaron los 52.9 N/m^2 y 57.1 N/m^2 . Dichos valores de resistencia a la tracción son altos respecto a las muestras de *Musa balbisiana* puesto que, este biocompuesto fue tejido en matriz de poliéster, sin embargo pierde sus propiedades de degradabilidad.

V. CONCLUSIÓN

1. Se determinó que el aprovechamiento de cáscara de la Musa balbisiana en el mercado APECOLIC es viable para la obtención de bioplástico. Puesto que las cáscaras de la Musa balbisiana generados en el mercado APECOLIC son residuos con presencia aprovechable de almidón, de los cuales son potencialmente insumos para elaborar un material plástico biodegradable.
2. Se determinó que el porcentaje de almidón obtenido respecto al total de los residuos de cáscara de la Musa balbisiana generados en el mercado APECOLIC fue de un 4,797%, puesto que de 152,4 Kg de la cáscara de la recolectada se obtuvo 7,310 Kg de almidón.
3. Se determinó que para la elaboración de un bioplástico, la concentración necesaria fue de 10 ml de ácido acético y 5 ml de glicerina USP para 10g de almidón de obtenido de la cáscara de la Musa balbisiana (Concentración N°2).
4. Se determinó cuantitativamente que existe una similitud en las propiedades físico-mecánicas del bioplástico obtenido a partir de la cáscara de Musa balbisiana fueron de 33,23 N/m² para la fuerza de resistencia a la Tracción; un 38,62% de fuerza de resistencia a la Elongación y un 91,91% para la degradación. Mientras que para un plástico de Polietileno de baja densidad (PEBD) los valores encontrados fueron de 38,96 N/m² para la Tracción; 80,44% para la Elongación y un 21,93% para el envejecimiento.

VI. RECOMENDACIONES

Se debe considerar el hecho de que los bioplásticos obtenidos a partir de almidón, pueden potencialmente encontrar esta fuente en muchos productos alimentos o frutos, por lo que el énfasis o enfoque de hacer investigación a este biomaterial no debe apuntar meramente a producirlo de diferentes fuentes, sino también a desarrollar las propiedades de los bioplásticos ya existentes. Es decir, desarrollar una mejora en su degradabilidad, resistencia, permeabilidad, flexibilidad, de modo que las ventajas ambientales que posee este material sean también atractivas al sector industrial. Y la presencia del bioplástico sea más relevante.

Cabe mencionar que al momento de la obtención del almidón aún queda parte de la cáscara la cual sería la fibra, este material no solo puede ser usado en compostaje puesto que hay estudios los cuales usan esta fibra para elaborar papel.

Al momento de la disposición final de este bioplástico, no solo es un material biodegradable, sino incluso compostable, por lo que bajo ciertas condiciones se puede sumar dentro de algún acopio de residuos orgánicos. O simplemente se podría enterrar sin generar contaminación al suelo o la napa freática.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARROYO, Edmundo. Estudio de Pre-Factibilidad para la Instalación de una Planta productora de Betún para calzado a base de Cáscara de Plátano. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería y Arquitectura Carrera de Ingeniería Industrial, 2017.

Disponible en:

http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/5291/Mere_Vidal_Claudia_Teresa.pdf?sequence=1

2. APROVECHAMIENTO de pulpa y Cáscara de Plátano (Musa Paradisiaca Spp) para la Obtención de Maltodextrina por Melo, Diana. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial (13), 76-85, Julio - Diciembre 2015.

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n2/v13n2a09.pdf>

ISSN 1692-3561

3. 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 por Pizá, Hamlet [et al]. Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniera. Noviembre, 2017.

Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf?sequence=1&isAllowed=y

4. AFANADOR, Angélica. El Banano Verde de rechazo en la produccion de Alcohoh Carburante. Colombia: Revista EIA-Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (3) 51-68. Junio, 2005.

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n3/n3a05.pdf>

ISSN 1794-1237

5. BLASCO, Gabriela y GOMEZ, Javier. Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). Mexico: *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (84) 1193–1201, 2014.
Disponible en:
https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf
6. BIOPLÁSTICOS por Pérez, Francisca [et al]. España: Centros Tecnológicos España, Observatorio Industrial del Sector Químico. Enero, 2007.
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/257652567_BIOPLASTICOS
7. BIOPLÁSTICO a base de la Cáscara del Plátano por Castillo, Ruth [et al]. *Journal of Undergraduate Researc*, n.o. 1, Agosto, 2015.
Disponible en:
<http://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346>
8. BIOPLÁSTICOS y plásticos degradables por Vazquez, Alethia, [et al]. Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana, 2016.
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/303045045_Bioplasticos_y_plasticos_degradables
9. CHARIGUAMÁN, Jimmy [et al]. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.) [en línea]. Noviembre 2015. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2017].
Disponible en:
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>

10. CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO. Banano, 2015.

Disponible en:

http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp01_Banana_es.pdf

11. CORRAL, Y. Validez y fiabilidad en investigaciones cualitativas. 2016. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2018].

Disponible en:

<http://arje.bc.uc.edu.ve/arj20/art19.pdf>

12. DESARROLLO de un producto de panadería con alto valor nutricional a partir de la harina obtenida del banano verde con cáscara: una nueva opción para el aprovechamiento de residuos de la industria de exportación [en línea], 2011 por Gil, Maritza [et al]. Producción + Limpia, n.o.1. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2017].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v6n1/v6n1a09.pdf>

ISSN 1909-0455

13. DETERMINACIÓN del porcentaje de humedad, solubles e insolubles en aguade la fibra de Carludovica Palmata (pajatoquilla) por López, Luis [et al]. Ecuador: Ingenius, Revista de Ciencia y Tecnología. Junio, 2013.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/268982347_Determinacion_del_porcentaje_de_humedad_solubles_e_insolubles_en_agua_de_la_fibra_de_Carludovica_Palmata_paja_toquilla

ISSN 1390-650X

14. DE JESUS, Leonidas y CIRO, Hector. Caracterización mecánica y físico-química del banano tipo exportación (CAVENDISH VALERY). Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola y

Alimentos. (19) 219-229, 2017.

Disponible en:

<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/136/1/10.%20163-192.pdf>

ISSN 1051-2030

15. DIAZ, L. La observación. 2010. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2018].

Disponible en:

<https://www.feandalucia.ccoo.es/docuipdf.aspx?d=7484&s=>

16. DUQUE Quinaya, Sergio. Evaluación y Simulación de la Producción de Glucosa a partir del Plátano y sus Residuos como alternativa competitiva en el Mercado Nacional. Tesis (Maestría Investigativa – Ingeniería Química). Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Instituto de Biotecnología y Agroindustria, 2014. 136 p.

17. DORMOND, Herbert Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*). *Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica* [en línea]. Agosto-Septiembre 2012, vol. XII [fecha de consulta: 2 de Junio]

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/277848986_Evaluacion_preliminar_de_la_cascara_de_banano_maduro_como_material_de_ensilaje_en_combinacion_con_pasto_King_Grass_Pennisetum_purpureum_Nota_Tecnica

ISSN 2215-2458

18. ENSAYOS físico-químicos para el estudio de la degradación de bolsas de supermercado por Remersaro, J. [et al]. Uruguay: Departamento de Plásticos, Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU, n.o. 5, 2010.

Disponible en:

ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/download/65/56/

19. ECOEMBES. Proyecto de Análisis de Bioplásticos. [en línea], España: Cátedra Ecoembes Medio Ambiente, setiembre, 2016. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2017].

Disponible en:

https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_estudios_idi/proyecto_bioplasticos_-_resumen_ejecutivo.pdf

20. EXTRACCIÓN de almidón a partir de residuos de piel de plátano por Lambis, Henry [et al]. Colombia, XXVIII Congreso Colombiano de Ingeniería Química. Setiembre, 2015.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/303541238_Extraccion_de_almidon_a_partir_de_residuos_de_piel_de_1

21. FAO. Producción De Banano Orgánico En Perú. [en línea], Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura, 2017, [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2017].

Disponible en:

<http://www.fao.org/3/a-i6870s.pdf>

22. GARCIA, José. La Edad de los Polímeros. Un mundo de plástico. Lección Inaugural del Curso Académico 2014-2015. 2014

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/273057579_La_Edad_de_los_Polimeros_Un_mundo_de_plastico

23. GADALETA, Patricia. Producción de Bioplásticos utilizando Aceite Vegetal Residual. Licenciatura (Biotecnología). Buenos Aires: Universidad Argentina de la Empresa, 2015.

Disponible en:

https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/6532/PFI_MenaPuggioni.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- 24.** GUZMÁN, Sergio. Obtención de Plástico Biodegradable a partir de la Nixtamalización del Maíz. Tesis (Ingeniero Químico). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza- Ingeniería Química, 2015.

Disponible en:

https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_guzman_martinez.pdf

- 25.** GUIA metodológica para el desarrollo del estudio de Caracterización de residuos sólidos municipales. Ministerio del Ambiente, (EC-RSM MINAM), 2015.

Disponible en:

<http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>

- 26.** HARO, Ana; BORJA, Angélica y TRIVIÑO, Soraya. Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables [en línea], Mayo, 2017, n.o.2. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2017].

Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/6325873.pdf>

ISSN: 2477-8818

- 27.** HIDALGO, L. Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativa. 2005. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2018].

Disponible en:

http://revistas.upel.edu.ve/index.php/sinopsis_educativa/article/viewFile/3583/

28. LÓPEZ, Javier [et al]. Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* [en línea]. Enero- Diciembre 2014. vol. 1. [Fecha de consulta: 23 Mayo 2017].

Disponible en:

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/109>

ISSN 2422-4456

29. MARTINEZ, Carlos y DE LA CARIDAD, Tania. Caracterización de algunas propiedades físico – mecánicas y químicas en el banano (*Musa spp.*) Characterization of some physicist, mechanics and chemistries properties in the banana (*Musa spp.*). *Centro Agrícola*, 43 (3): 46-55. Julio-Septiembre, 2016.

Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v43n3/cag06316.pdf>

ISSN 0253-5785

30. MARTINEZ, Mily y NEYRA, Roger. Obtención de Bioetanol a partir de los azúcares reductores totales de la Cascara de Plátano del Mercado Ayaymama en la Ciudad de Moyobamba, 2014. Tesis (Ingeniero Ambiental). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/213/60530114.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

31. MEZA, Paola. Elaboración de Bioplásticos a partir de Almidón Residual obtenido de peladoras de Papa y determinación de su Biodegradabilidad a Nivel de Laboratorio. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016.

Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

32. MENDEZ DE LA CRUZ, Angela. Evaluación de la extracción de almidón de banano verde (Musa Sapientum Variedad Gran Enano) Producto de desecho de las industrias bananeras y evaluación de su función como excipiente en la formulación de comprimidos. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencia Químicas y Farmacias. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2010, 87 p.

33. MENESES, Juliana; CORRALES, Catalina y VALENCIA, Marco. Síntesis y caracterización de un Polímero Biodegradable a partir del Almidón de Yuca. Colombia: Escuela de Ingeniería de Antioquia Envigado, Revista EIA, (8) 57-67, 2007.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/237024766_SINTESIS_Y_CHARACTERIZACION_DE_UN_POLIMERO_BIODEGRADABLE_A_PARTIR_DEL_ALMIDON_DE_YUCA

ISSN 1794-1237

34. MINAGRI. Tendencias de la producción y el comercio e la producción y el comercio del banano en el mercado del banano en el mercado internacional y nacional. [en línea], Lima: noviembre, 2014. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2017].

Disponible en:

<repositorio.minagri.gob.pe/handle/MINAGRI/26>

35. MOHAPATRA, Abhijit; PRASAD, Shruti y SHARMA, Hemant. Bioplastics utilization of waste banana peels for synthesis of polymeric films. Mumbai: Journal of Scientific and Industrial Research, 2014

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/272351686_Bioplastics_utilization_of_waste_banana_peels_for_synthesis_of_polymeric_films

ISSN 323-329

36. MONSALVE, John, MEDINA DE PEREZ, Victoria, RUIZ, Angela. PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LA CÁSCARA DE BANANO Y DE ALMIDÓN DE YUCA. *Revista Universidad Nacional de Colombia* [en línea]. Marzo- Mayo 2006, n.o. 150. [Fecha de consulta: 15 Mayo 2017].

Disponible en:

<http://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/830/1277>

37. NAVIA, Diana; AYALA, Alfredo y VILLADA, Héctor. Colombia: Isotermas de absorción de bioplásticos de harina de yuca, moldeados por compresión. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, n.o. 9 (1) 77-87. Enero-Junio, 2011.

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n1/v9n1a10.pdf>

ISSN 1692-3561

38. NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH. Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas- Nombre común: ÁCIDO ACÉTICO. [en línea]. 2017 [Fecha de consulta: 15 Mayo 2017].

Disponible en:

<https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0004sp.pdf>

39. OXIDACIÓN del Almidón Nativo de Plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de Empaque Biodegradables: caracterización física, química, térmica Y morfológica por Garcia, Yunia. [et al]. *E/Seiver* [en línea]. Mayo 2011, n.o. 3. [Fecha de consulta: 21 mayo 2017].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/273776923_OXIDACION_DEL_ALMIDON_NATIVO_DE_PLATANO_PARA_SU_USO_POTENCIAL_EN_LA_FABRICACION_DE_MATERIALES_DE_EMPAQUE_BIODEGRADABLES_CARACTERIZACION_FISICA_QUIMICA_TERMICA_Y_MORFOLOGICA

ISSN 125-135

- 40.** OBTENCIÓN y caracterización de almidón de plátano (*Musa paradisiaca* L.) acetilado a diferentes grados de sustitución por Rendón, Rodolfo. [et al]. México: División de Estudios de Postgrado e Investigación y Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Zacatepec, 67 (548): 294-300, febrero, 2010
ISSN 0001-9704
- 41.** PEREZ, Luciana y REDONDO, Reinaldo. Producción de Glicerina USP. [en línea]. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Trenque Lauquen. 2014. [Fecha de consulta: 21 mayo 2017].
Disponible en:
<http://www.edutecne.utn.edu.ar/PPI-CAI/ppi2014trabajo.pdf>
- 42.** RAMOS, Valentina; AGUILERA, Antonio y OCHOA, Emilio. Residuos de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para obtener pectinas útiles en la industria alimentaria. Revista de Simulación y Laboratorio, (3) 22-29, 2016.
Disponible en:
https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol3num9/Revista_de_Simulacion_y_Laboratorio_V3_N9_4.pdf
ISSN 2410-3462
- 43.** REVISTA PETROQUIMEX [en línea]. México: Comunicación Social Instituto Politécnico Nacional (IPN). , 2014. [Fecha de consulta: 10 Abril 2017].
Disponible en:
http://petroquimex.com/JulAgo14/IPN_Harina.pdf
ISSN 0001-5504
- 44.** RODRÍGUEZ Sepúlveda, Lady. Elaboración de un material biocompuesto a partir de la fibra de plátano. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Biotecnología y Agroindustria y al Grupo de Alimentos Frutales, 2014. 105 p.

45. RODRÍGUEZ, Pedro; CAMARGO Sandra y CRUZ, Ingrid. Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Bioplástico a partir de Polietileno de baja densidad y almidón de papa. Bogotá: SENA-Centro de Materiales y Ensayos, Grupo de investigación Gimes Bogotá, Colombia. 2017.

Disponible en:

http://compromiso.sena.edu.co/no_conformidades/pnc_evidencias/149151000_0_Articulo_bioplasticos_Altec2017_M%C3%83%C2%A9xico.pdf

ISSN: 2539-1712

46. RUIZ, Gladys. Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. Ingeniería y Ciencia. Universidad EAFIT Medellín, Colombia: 2 (4) 5-28, 2016.

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/835/83520401.pdf>

ISSN: 1794-9165

47. SCHWARCZ, Rubén. Plan de negocios para la producción de plásticos biodegradables obtenidos de recursos naturales renovables y fibras vegetales para sustituir los plásticos derivados de petroquímicos. Tesis (Licenciado en Administración de Empresas). Caracas, Venezuela: Universidad Nueva Esparta, Escuela de administración de Empresas. 2012. 301 p.

48. TÉLLEZ Maldonado, Alejandra. La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. Tesis (Magister en Medio Ambiente y Desarrollo). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales. 2012. 120 p.

ISSN 2346-2183

49. TEJADA, Candelaria; HERRERA, Adriana y NÚÑEZ, Juan. Remoción de Plomo por Biomásas Residuales de Cáscara de Naranja (*Citrus sinensis*) Y

ZURO DE MAÍZ (Zea mays), [en línea]. Enero-Junio, 2016 n.o. 19 (1): [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2017].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n1/v19n1a20.pdf>

ISSN 1909-0455

50. TEJADA, Tovar; HERRERA, Adriana y NÚÑEZ Zarur. Aprovechamiento de biomasa residual Remoción de Plomo por Biomosas Residuales de Cáscara de Naranja (Citrus Sinensis) y Zuro de Maíz (Zea Mays). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. Colombia: Universidad de Cartagena, 19(1): 169-178, Enero-Junio, 2016.

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n1/v19n1a20.pdf>

ISSN 0123-4226

51. USOS potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico por Lopez, Javier, [et al]. Colombia: Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales. (1) 7-21, enero-diciembre, 2014.

Disponible en:

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/109>


ISSN 2422-0582


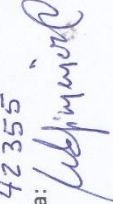
52. VALDIVIA, Rodes; VALDES, Sandra y GOMEZ, Maylin. Agua para uso en Laboratorios. Cuba: Boletín Científico Técnico INIMET, Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología Ciudad de La Habana, n.o.1, 2010.


Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/2230/223017807002.pdf>

ISSN: 0138-8576

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA N° 01			
Características de la cáscara residual del <i>musa balbisiana</i>					
Investigador:		<i>Vicente Flores, Robert</i>			
Laboratorio:					
Fecha de Ejecución:		Hora:			
Muestra	Densidad (Kg/ml)	Humedad (% h)	Porcentaje de almidón (%)	Disponibilidad (Baja, Medía, Alta, Muy alta)	Biodegradabilidad (Poco maduro, Maduro, Muy maduro)
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					

<p><i>Lucero Katherine Castro Tena</i></p> <p>Nombres y Apellidos CIP: 16 2994 Firma: </p>	<p><i>César Jiménez Calderón</i></p> <p>Nombres y Apellidos CIP: 42 355 Firma: </p>
---	--

<p></p> <p>Nombres y Apellidos CIP: Firma:</p>

Condiciones de la Operación de la cáscara residual del *musa balbisiana*

Investigador: *Vicente Flores, Robert*

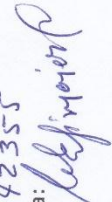
Laboratorio:

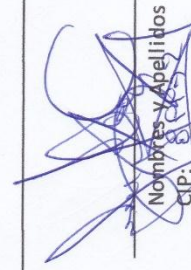
Fecha de Ejecución:


Hora:


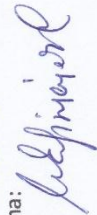

Muestra	Fecha de Recolección	Hora de Recolección	Temperatura (°C)	Cantidad de cáscara residual del <i>musa balbisiana</i> (Kg)
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				

Lucero Katherine Castro Tena
 Nombres y Apellidos
 CIP: 162994
 Firma: 

León Jiménez Calderón
 Nombres y Apellidos
 CIP: 42355
 Firma: 


 Nombres y Apellidos
 CIP:
 Firma:

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA N° 03	
Características mecánicas del bioplástico			
Investigador:	<i>Vicente Flores, Robert</i>		
Laboratorio:			
Fecha de Ejecución:		Hora:	
Muestra N°....	Resistencia a la Tracción (N/cm2)	Resistencia a la Elongación (N/cm2)	Biodegradabilidad (%)
01			
02			
03			
04			
05			

<p><i>Lucero Katherine Castro Zena</i></p> <p>Nombres y Apellidos CIP: 162994 Firma: </p>	<p><i>León Jiménez Calderón</i></p> <p>Nombres y Apellidos CIP: 42355 Firma: </p>
<p></p> <p>Nombres y Apellidos CIP: 840008 Firma:</p>	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 04

Composición de la muestra del bioplástico

Investigador: *Vicente Flores, Robert*

Laboratorio:

Fecha de Ejecución:

Hora:

Muestra N° ...	Cantidad de Almidón (ml)	Cantidad de Agua destilada (ml)	Cantidad de Ácido acético (ml)	Cantidad de Glicerina USP (ml)
01				
02				
03				
04				
05				

Luzero Katherine Castro Tena

Nombres y Apellidos

CIP: 162994

Firma:

Nombres y Apellidos

CIP: 42355

Firma:

[Signature]
Nombres y Apellidos
CIP:
Firma:

Condiciones de operación del bioplástico

Investigador: *Vicente Flores, Robert*

Laboratorio:

Fecha de Ejecución:

Hora:

Muestra N°	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Cantidad de bioplástico (Kg)
01			
02			
03			
04			
05			

Lucero Katherine Castro Tena

Nombres y Apellidos

CIP: 162994

Firma:

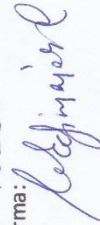
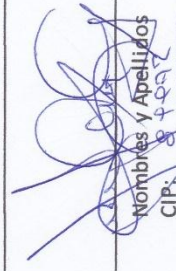


Cesar Jimenez Calderon

Nombres y Apellidos

CIP: 42355

Firma:

Nombres y Apellidos

CIP: 42355

Firma:

CARTA DE PRESENTACIÓN

Dr. *Jiménez Calderón, Cesar Edverdo*

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Ambiental de la UCV, en la sede Lima Norte, Promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación para optar el título de Ingeniero Ambiental.

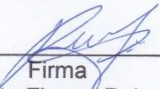
El título nombre de mi proyecto de investigación es: APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA RESIDUAL DEL *MUSA BALBISIANA* PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL MERCADO APECOLIC - COMAS – 2018 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en metodología de investigación científica y/o temas de investigación ambiental

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de consistencia.
- Ficha de evaluación de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma
Vicente Flores, Robert
D.N.I: 46588945

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: JIMENEZ CALDERÓN, CÉSAR EDUARDO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA N°1
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible									/				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos									/				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores									/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											/		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85.0%

César Eduardo Jiménez Calderón
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355



Lima, de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°

CIP

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: JIMENEZ CALDERÓN, CÉSAR EDUARDO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA Nº2
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis									/				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos									/				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											/		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85,5%

Lima, de Julio del 2018


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°
 CIP

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN, CÉSAR EDUARDO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA N°3
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											/		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Sí

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

91,0%

César Jiménez
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón Lima, de Julio del 2018
 CIP. 42355

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°

CIP

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: JIMENEZ CALDERÓN, CÉSAR EDUARDO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA N°4
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											/		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Sí
No

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90,5 %

Edp jimenez
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CR. 42355

Lima, de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°

CIP

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: JIMENEZ CALDERON, CÉSAR EDUARDO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA N°5
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible									/				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos									/				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores									/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											/		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

SI

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

84,5%

César Jiménez
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355
 Lima, de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°
 CIP

CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. Castro Tena, Lucero Katherine

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Ambiental de la UCV, en la sede Lima Norte, Promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación para optar el título de Ingeniero Ambiental.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA RESIDUAL DEL *MUSA BALBISIANA* PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL MERCADO APECÓLICO - COMAS - 2018 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en metodología de investigación científica y/o temas de investigación ambiental

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de consistencia.
- Ficha de evaluación de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Vicente Flores, Robert
D.N.I: 46588945

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: Ficha 01
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												✓	

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

95.0%

Lima, de Julio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 70837735
 CIP 16.2994

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Castro fena, Lucero Katherine*
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: *Ficha 02*
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											✓		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

<i>Si</i>

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

<i>88.5%</i>

Lima, de Julio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° *10887135*
 CIP *162994*

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Castro tena, Lucero Katherine
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: Ficha 03
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico				★							✓		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.5%

Lima, de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 7087735

CIP 162994

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Castro Tena, Lucero Katherine*
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: *Ficha 04*
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											✓		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

<i>Si</i>

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

<i>88.5%</i>

Lima, de Julio del 2018


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° *70881735*

CIP *162994*

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Castro Tena, Luero Katherine*
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: *Ficha 05*
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											✓		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

<i>Si</i>

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

<i>98.5%</i>

Lima, de Julio del 2018

[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° *70857735*
 CIP *162994*

CARTA DE PRESENTACIÓN

Dr..... *Ordoñez Galvez, Juan Julio*

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Ambiental de la UCV, en la sede Lima Norte, Promoción 2018, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación para optar el título de Ingeniero Ambiental.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA RESIDUAL DEL *MUSA BALBISIANA* PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL MERCADO APECOLIC - COMAS – 2018 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en metodología de investigación científica y/o temas de investigación ambiental

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de consistencia.
- Ficha de evaluación de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma
Vicente Flores, Robert
D.N.I: 46588945

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: OROQUIZA GALVEZ, JOAN JULIO
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA N°1
 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										/	/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										/	/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/	/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										/	/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/	/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										/	/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos										/	/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										/	/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										/	/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico										/	/		

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 19 de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°

CIP

84472

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: ... ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: ... FICHA N°2
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico										✓			

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

S

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 9 de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°
CIP 88882

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan Julio
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA N°3
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico										/			

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 18 de Julio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 81437
 CIP

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FOCMA N°4
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico										/			

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 10 de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°
CIP 8442

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: ORRANTEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente – UCV – Ingeniería Ambiental
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: FICHA N°5
- 1.4 Autor del instrumento: Vicente Flores, Robert

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y / o científicos										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos , hipótesis , variables e indicadores										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico										/			

ii. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento con los requisitos para su aplicación.

Si

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°
CIP 84472

Foto N°1. Mercado APECOLIC ubicado en el distrito de Comas.



Foto N°2. Identificación de los puntos de mayor generación de cáscara de la *Musa balbisiana* en el mercado APECOLIC (juguerías, restaurantes y chiflera).



Foto N°3. Identificación de Chiflera, principal generadora de la cáscara de la *Musa balbisiana* en el mercado APECOLIC.



Foto N°4. Sensibilización previa de comerciantes del mercado APECOLIC, para participar en el estudio entregando sus residuos de cáscara de la *Musa balbisiana*.



Foto N°5. Recojo posterior de los residuos de cáscara de la *Musa balbisiana* de los puestos participantes del estudio (Muestra 05).



Foto N°6. Muestra de residuos de la cáscara de la *Musa balbisiana* obtenidos en el mercado APECOLIC.



Foto N°7. Coloración verde y manchas oscuras del exocarpio o pericarpio de la cáscara de la *Musa balbisiana* la cual indica la madurez de la cáscara.



Foto N°8. Endocarpio de la cáscara de la *Musa balbisiana*.



Foto N°9. Residuos de las cáscaras de la *Musa balbisiana* expuestos a temperatura ambiente para un secado previo.



Foto N°10. Detección de la presencia de almidón agregando Lugol, ante la presencia de almidón el yodo cambia de un color ámbar a un violeta oscuro



Foto N°11. Vista frontal del Endocarpio y Exocarpio de la cáscara de la *Musa balbisiana*.

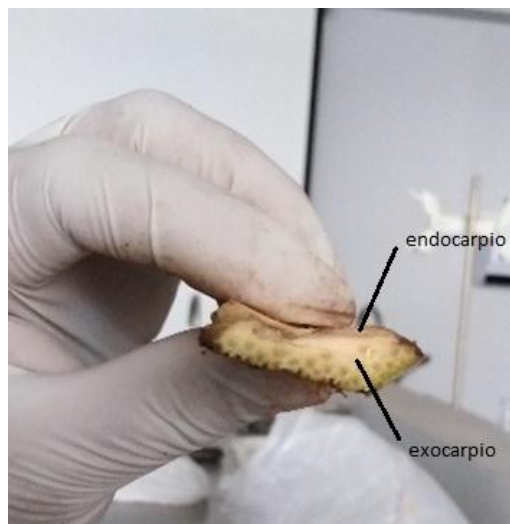


Foto N°12. Extracción del almidón presente en el endocarpio de la cáscara del *Musa balbisiana*



Foto N°13. Láminas de endocarpio secadas a temperatura ambiente



Foto N°14. Endocarpio (almidón) molido y tamizado



Foto N°15. Insumos utilizados para la obtención del bioplástico



Foto N°16. Pesado de almidón para las respectivas concentraciones de bioplástico en placas Petri.



Foto N°17. Preparación de las diferentes muestras de bioplástico. Incorporación del ácido acético y de la glicerina con el almidón de la cáscara de la *Musa balbisiana*.

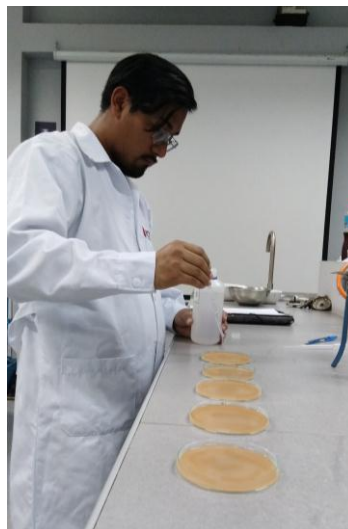


Foto N°18. Elaboración del bioplástico, el cual es sometido a temperatura constante con la ayuda de un mechero bunsen hasta obtener una masa pastosa.



Foto N°19. Lámina de bioplástico obtenido después de la cocción en el mechero bunsen, el cual se deja reposar en temperatura ambiente.



Foto N°20. Secado de una lámina de bioplástico obtenido después de la cocción en una placa de vidrio para ensayos físico-mecánicos expuesta a temperatura ambiente.



Foto N°21. Lámina seca del bioplástico obtenido de la cáscara de la *Musa balbisiana* a temperatura ambiente.



Foto N°22. Bioplástico obtenido de la cáscara de la *Musa balbisiana* sometido a ensayos de tracción, elongación y degradabilidad. Laboratorio LABICER-UNI.

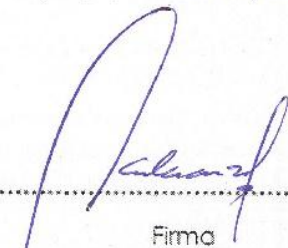


Yo, CARLOS ROSASCO CABREDO CARRERA
 docente de la Facultad INGENIERÍA y
 Escuela Profesional ING. AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo LIMA NORTE
 (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

" APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA RESIDUAL DE LA MUSA
 BALBISIANA PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLASTICO EN EL
 MERCADO APECOVIC - COMAS - 2018 "
 del (de la) estudiante VICENTE FLORES, ROBERT
 constato que la investigación tiene un índice de
 similitud de 14.1% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la
 tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas
 por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha LIMA, 12 DE SEPTIEMBRE DE 2018



 Firma
 Nombres y apellidos del (de la) docente
 DNI: 17902784

"Aprovechamiento de la cáscara residual de la *Musa balbisiana* para la obtención de bioplástico en el Mercado APECOLIC - Comas - 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

VICENTE FLORES, ROBERT

ASESOR:

DR. CABRERA CARRANZA, CARLOS ENRIQUE



LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Resumen de coincidencias

14 %

< >

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- 1 biblioteca.usac.edu.gt 6 % >
Fuente de Internet
- 2 dooplayer.es 3 % >
Fuente de Internet
- 3 pconyy-polimeros.blog... 3 % >
Fuente de Internet
- 4 Entregado a Universida... 1 % >
Trabajo del estudiante
- 5 repositorio.ucv.edu.pe 1 % >
Fuente de Internet



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

La Escuela de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Robert Vicente Flores

INFORME TÍTULADO:

Aprovechamiento de la cáscara residual de la Musa balbisiana para la obtención de bioplástico en el mercado APECOLIC – Comas – 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 16/08/2018

NOTA O MENCIÓN: 14



[Handwritten signature in blue ink]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

VICENTE FLORES, ROBERT
D.N.I. : 46588945
Domicilio : MR. A LIE 07 A.H. CORAZON DE JESUS - VENTANILLA
Teléfono : Fijo Móvil : 991131468
E-mail : r.vicente.flores@outlook.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA
Escuela : INGENIERÍA AMBIENTAL
Carrera : INGENIERÍA AMBIENTAL
Título : INGENIERO AMBIENTAL

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

VICENTE FLORES, ROBERT

Título de la tesis:

APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA RESIDUAL DE LA MUSA BALBISIANA
PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLASTICO EN EL MERCADO AGRÍCOLA -
COMAS - 2018

Año de publicación :

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 12/09/2018