



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Mejora de la calidad del bioplástico de *Manihot esculenta Crantz* (yuca) utilizando lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*, Lima, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Carlos Antonio Olivares Quispetera (ORCID: 0000-0002-4626-0065)

ASESOR:

Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de residuos

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria:

Dedicado a mis padres Carlos Olivares Chungui y Dominga Quispetera Umerez por el amor y apoyo constante que me han brindado a lo largo de mi vida.

Agradecimiento:

Agradezco a mi asesor el Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores por guiarme en esta investigación con sus conocimientos y consejos los cuales me motivaron e impulsaron a la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria:	ii
Agradecimiento:	iii
Página de jurado	iv
Declaración de autenticidad.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	10
2.1. Tipo y diseño de investigación	11
2.2. Operacionalización de variables	11
2.3. Población, muestra y muestreo.....	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	14
2.5. Procedimiento	16
2.6. Métodos de análisis de datos.....	28
2.7. Aspectos éticos.....	28
III. RESULTADOS.....	29
3.1. Resultados del acondicionamiento de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	30
3.2. Resultados de la elaboración de bioplástico	33
3.3. Resultados de la prueba de elongación en los bioplásticos	35
3.4. Resultados de la prueba de resistencia a la tracción en los bioplásticos	37
3.5. Resultados de biodegradación en los bioplásticos.....	39
3.6. Análisis estadístico inferencial	42
IV. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	57
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables	12
Tabla 2: Etapas de la investigación	14
Tabla 3: Promedio de validación de instrumentos.....	16
Tabla 4: pH y densidad de la lignocelulosa residual de poda de Ficus benjamina	30
Tabla 5: Porcentaje de humedad de la lignocelulosa residual de poda.....	30
Tabla 6: Proceso de secado de la lignocelulosa de Ficus benjamina	31
Tabla 7: Porcentaje aprovechamiento de lignocelulosa residual de Ficus benjamina acondicionada	32
Tabla 8: Ensayos preliminares para la composición de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual de Ficus benjamina.....	33
Tabla 9: Composición óptima para la elaboración de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual de Ficus benjamina	34
Tabla 10: Porcentaje de elongación en los bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual	35
Tabla 11: Resistencia a la tracción en los bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual	37
Tabla 12: Características del suelo.....	39
Tabla 13: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 5 días..	39
Tabla 14: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 10 días	40
Tabla 15: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 15 días	40
Tabla 16: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 20 días	41
Tabla 17: Prueba de normalidad para la elongación.....	43
Tabla 18: Prueba ANOVA para la elongación	43
Tabla 19: Comparaciones múltiples para la elongación	43
Tabla 20: Prueba Tukey para la elongación.....	44
Tabla 21: Prueba de normalidad para el esfuerzo de tracción	45
Tabla 22: Prueba ANOVA para el esfuerzo de tracción.....	45
Tabla 23: Comparaciones múltiples para el esfuerzo de tracción.....	46
Tabla 24: Prueba Tukey para el esfuerzo de tracción	46
Tabla 25: Prueba de normalidad para la biodegradación	47
Tabla 26: Prueba ANOVA para la biodegradación	47
Tabla 27: Comparaciones múltiples para la biodegradación.....	48
Tabla 28: Prueba Tukey para la biodegradación.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Recolección de muestra de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	17
Figura 2: Toma de coordenadas UTM.....	17
Figura 3: Limpieza de la muestra de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	18
Figura 4: Medición de pH de la lignocelulosa residual.....	19
Figura 5: Secado de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	19
Figura 6: Triturado de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	20
Figura 7: Tamizado de la muestra de lignocelulosa residual con medida de 180 µm.....	20
Figura 8: Pesado de lignocelulosa residual acondicionada.....	21
Figura 9: Elaboración de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	22
Figura 10: Bioplástico de yuca con lignocelulosa residual en molde.....	22
Figura 11: Bioplástico de yuca con dosis de lignocelulosa residual seco.....	23
Figura 12: Estandarización de las probetas de bioplástico para la prueba de elongación.....	24
Figura 13: Prueba de elongación.....	24
Figura 14: Prueba de resistencia a la tracción.....	25
Figura 15: Pesado de muestras para la biodegradación.....	26
Figura 16: Muestras BPY, BPL5, BPL6 y BPL7 para la biodegradación.....	27
Figura 17: Medida de 10 cm de profundidad para enterrar las muestras.....	27
Figura 18: Muestras secas para un periodo de 20 de días de biodegradación.....	28
Figura 19: Proceso de secado de la lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i> a 35°C.....	32
Figura 20: Promedio de porcentaje de elongación.....	36
Figura 21: Promedio de resistencia a la tracción.....	38

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la mejora de la calidad del bioplástico de yuca usando la lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina*. Se realizó un acondicionamiento mecánico en la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* obteniendo un tamaño partícula no mayor a 180 μm . Se elaboraron muestras de bioplástico de yuca como prueba en blanco (BPY) y muestras de bioplásticos de yuca con proporciones de masa de lignocelulosa del 12,59%, 17,65% y 22,22% en relación al almidón de yuca. Las proporciones de lignocelulosa fueron determinadas luego de ensayos preliminares para elaboración del bioplástico. La evaluación de la resistencia a la tracción proporcionó un resultado máximo promedio de 15,7 KPa para la muestra de bioplástico de yuca con lignocelulosa denominada BPL7, que excedió la resistencia a la tracción de la muestra de bioplástico de yuca llamada BPY hasta en un 58,58%. La muestra de bioplástico de yuca (BPY) brindó un porcentaje de elongación promedio de 13,59% el cual fue el valor más elevado; para las muestras de bioplásticos de yuca con lignocelulosa BPL5, BPL6 y BPL7 se registraron resultados promedios de elongación de 4,36%, 3,08% y 1,79%. En cuanto a la biodegradación por método gravimétrico se evidenció como resultado más elevado un 48,69% de pérdida de masa para la muestra de bioplástico de yuca con lignocelulosa BPL7 en un periodo de 20 días, la muestra de bioplástico de yuca con lignocelulosa BPL7 estaba conformada por un 22,22% de masa de lignocelulosa de *Ficus benjamina*.

Palabras clave: Bioplástico, lignocelulosa, almidón

ABSTRACT

The present research aimed to evaluate the improvement of the quality of the cassava bioplastic using the conditioned residual lignocellulose of *Ficus benjamina*. A mechanical conditioning was carried out on the residual lignocellulose of *Ficus benjamina* obtaining a particle size no greater than 180 μm . Cassava bioplastic samples were prepared as blank (BPY) and cassava bioplastic samples with lignocellulose mass proportions of 12.59%, 17.65% and 22.22% in relation to cassava starch. The proportions of lignocellulose were determined after preliminary tests for the elaboration of the bioplastic. The evaluation of the tensile strength provided an average maximum result of 15.7 KPa for the cassava bioplastic sample with lignocellulose called BPL7, which exceeded the tensile strength of the cassava bioplastic sample called BPY by up to 58,58%. The cassava bioplastic sample (BPY) provided an average elongation percentage of 13.59%, which was the highest value; For the samples of cassava bioplastics with lignocellulose BPL5, BPL6 and BPL7, mean elongation results of 4.36%, 3.08% and 1.79% were recorded. Regarding the biodegradation by gravimetric method, a 48.69% loss of mass was evidenced as the highest result for the cassava bioplastic sample with BPL7 lignocellulose in a period of 20 days, the cassava bioplastic sample with BPL7 lignocellulose was made up of 22.22% by mass of *Ficus benjamina* lignocellulose.

Keywords: Bioplastic, lignocellulose, starch

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la gran producción de residuos plásticos está causando diversos problemas ambientales afectando de manera crítica a diversos ecosistemas como también la salud del mismo hombre. Los plásticos de vida útil baja son los que más dañan al ambiente, además son los más abundantes por la función que cumplen en la vida diaria de las personas, sin embargo estos plásticos al convertirse en residuos son mal manejados por la mayoría de la población mundial y terminan siendo arrojados a los ríos, mares y al suelo.

En el plano internacional en el año 2015 se produjeron 6 300 TM de desechos plásticos de los cuales 79% se arrojaron al ambiente, 12% fueron quemados y solo un 9% fue reciclado adecuadamente (Memon et al., 2019). Estas cifras desfavorables seguirán aumentando con el pasar de los años de no brindarse medidas que puedan mitigar la generación de este tipo de materiales, lo que genera una preocupación global y la búsqueda de soluciones al respecto.

A nivel nacional se observa un panorama adverso o negativo respecto al manejo de residuos plásticos que traen consigo un ambiente en mal estado y enfermedades es por ello que se están tomando las acciones para controlar éste problema. Una de estas acciones es la búsqueda del reemplazo de los materiales plásticos tradicionales por materiales más amigables con el entorno puesto que los plásticos convencionales son difícilmente degradables lo que conlleva a estos a una larga permanencia como residuo contaminante.

Los polímeros biodegradables a base de almidón son investigados como sustitutos de los plásticos habituales no obstante estos polímeros biobasados presentan propiedades mecánicas bajas (Encalada et al., 2018; Alarcón y Arroyo, 2016). En consecuencia, estas características desfavorables de los bioplásticos a base de almidón de yuca generan una demanda baja de estos productos por parte la población en cuanto al reemplazo de plásticos tradicionales por bioplásticos. Por lo cual la mejora de estos bioplásticos es el objeto de éste estudio y a su vez el aprovechamiento de los residuos de poda producto del mantenimiento de áreas verdes de la ciudad el cual es un recurso abundante y lamentablemente ignorado.

Como trabajos previos tenemos a Jaafar et al. (2018) con su artículo científico titulado “Investigación experimental sobre el rendimiento de compuestos de biopolímero de tapioca reforzado con fibra de hojas de piña corta”, en este estudio cuyo fin fue evaluar la mejora del biopolímero, se obtuvo la fibra mediante el raspado de hojas, luego se procedió a triturarla y

tamizarla. Se generó un compuesto mixto con el biopolímero de tapioca para formar placas por compresión. La composición de fibra usada fue de 10, 20, 30 y 40%. El resultado evidenció una resistencia a la tracción para su muestra virgen TBP de $12,99 \pm 0.90$ MPa y para la muestra PALF30 un valor de $18,37 \pm 0.78$ MPa cuyo porcentaje óptimo de fibra fue de 30% aumentando la resistencia a la tracción en un 42%.

Por otro lado Gonzalez, Salamanca y Vargas (2018) en su artículo científico que lleva por título “Efecto del almidón de patata modificado como agente de acoplamiento en compuestos de polímeros de fibra de madera”. Evaluaron un polímero compuesto por PEBD reciclado, fibras de madera y un acoplante conformado por glicerina, urea, agua destilada y almidón de papa. Dichos componentes fueron mezclados y llevados a extrusión para la formación de láminas. Las concentraciones usadas para esta investigación fueron del 70 a 80% de PEBD, de 15 a 25 % para el aserrín de madera y de 5 a 15 % de almidón modificado. Como resultado se observó el incremento de la resistencia a la tracción al usar un 15% de almidón modificado como agente acoplante, 15% de fibra de madera y 70% de PEBD obteniendo un valor de 9,41MPa el cual un aumento de más de tres veces respecto al compuesto sin acoplante.

Davindra Brabu et al. (2017) en su artículo científico titulado “Las propiedades mecánicas de la fibra de hoja de piña con tratamiento alcalino para reforzar el compuesto de resina bioplástica a base de tapioca”, tuvieron como objetivo reducir la característica hidrofílica de la fibra de hoja de piña para obtener compuestos poliméricos con propiedades mecánicas altas. Procedieron a moler la fibra para tratarla con hidróxido de sodio en concentraciones de 3,5 y 7% para luego lavarla con abundante agua, se realizó el secado de la fibra y la mezcla con el biopolímero de tapioca para la formación de pellets. Se concluyó que la concentración que brindó mejor resultado de resistencia a la tracción fue del 5 % de NaOH con un valor de 5,59 MPa y a concentraciones de 7% la fibra tiende a disminuir su resistencia a la tracción a 3,8 MPa por disminución de la lignina (Nino, Acosta y Gelves, 2013). La composición sus biopolímeros fue del 30 % de fibra de hoja de piña y 70% de TBP (biopolímero de tapioca).

Respecto al uso de residuos para reforzar los bioplásticos, Espina, Cruz y Siche (2016) en su artículo científico que lleva como título “Propiedades mecánicas de bandejas elaboradas con almidón de especies vegetales nativas y fibras de residuos agroindustriales” cuyo objetivo fue evaluar el efecto de las fibras agroindustriales en la elaboración de espumas

termoprensadas a base de almidón. Obtuvieron como resultado que los polímeros reforzados con fibra hasta un 15% aumentaban la resistencia a la flexión sin embargo en valores de mayores al 30% la resistencia se debilitaba estos polímeros fueron compuestos por almidón, cal agua y fibra agroindustrial. Los polímeros se realizaron por termopresión, las muestras con mejores resultados fueron compuestas por almidón de camote y fibra de bagazo con un de caña valor de 0,17 N/mm² como también el almidón de racacha con fibras de peladilla de esparrago el obtuvo un valor de 0,2 N/mm².

En la investigación realizada por Prachayawarakorn y Hanchana (2016) cuyo artículo científico lleva como título “Efecto del contenido de aserrín de madera de Neem en las propiedades de los compuestos biodegradables de almidón de yuca y aserrín de Neem”, el objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades de los biopolímeros al utilizar aserrín de madera de Neem. Se realizaron evaluaciones del aserrín de Neem en biopolímeros de yuca acetilados y sin acetilación cuya composición fue de almidón acetilado, glicerol y aserrín de Neem. La concentración de aserrín fue de 10,20 y 30 % en peso, se procedió a formar los compuestos por compresión y evaluar sus propiedades mecánicas. Las muestras TPACS/SD y TPCS/SD obtuvieron una tensión de carga máxima aproximadamente 5 MPa y 8 MPa las cuales tuvieron un 30% en peso de aserrín de Neem en su composición.

Luna, Villada y Velasco (2009) en su artículo científico “Almidón termoplástico de yuca reforzado con fibra de fique: preliminares”, investigaron el desempeño de la fibra de fique al ser usado como refuerzo del biopolímero de yuca que estaba conformado por almidón y plastificante. Para la conformación del compuesto se usó la fibra de fique en porcentajes del 10, 15,20%, se efectuó la mezcla de componentes y moldearon para la generación de probetas. Como resultado lo que respecta a propiedades mecánicas el compuesto con 10% de fibra aumento desde 7,48 N/cm² a 11,93 N/cm² en base a la muestra en blanco. Para valores mayores a 15% de fibra el esfuerzo y la elongación se reducen en base a la muestra con 10 % de fibra de fique según este estudio. Cabe indicar como conclusión que se evidenció un aumento en las propiedades mecánicas de tensión al adicionar la fibra de fique (Navia, Villada y Ayala, 2013).

Alarcón y Arroyo (2016) en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón modificado de la papa”.

Elaboraron biopolímeros con el fin de ser usados como empaque de alimentos, utilizando en su composición almidón de papa el cual fue modificado con ácido acético al 5%, agua destilada, etanol, glicerina, alcohol polivinílico, hidroxietilcelulosa, cloruro de sodio, ácido bórico y para mejorar las propiedades mecánicas y textura del producto usaron Chitosan y Xathan con proporciones distintas, los resultados más significativos fueron para la muestra M3, muestra sin aditivos que presentó una elongación máxima de 13,97% y una fuerza máxima de tracción de 6,77 N. Para la muestra con aditivos la más significativa fue la muestra M4 con una elongación máxima de 33 % y una fuerza máxima de tracción de 8,47 N.

García (2015) presenta su investigación titulada “Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz”, cuyo objetivo fue elaborar un biopolímero a base de almidón de maíz, para ser usado como material de empaque. Este polímero fue compuesto por almidón de maíz, glicerina, ácido acético 3% V/V y agua destilada. Obtuvo como resultado de resistencia a la tracción valores de 0,34 MPa y 0,25MPa usando probetas de 5 x 10 cm. Presento una biodegradación de 0,04% en un periodo de 3 meses.

Charro (2015) muestra su investigación titulada “Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata”, en el cual se estudió la obtención de películas de biopolímeros usando almidón de papa el cual fue mezclado con los plastificantes: alcohol polivinílico, glicerina y bórax donde se eligió como mejor plastificante a la glicerina. La prueba de biodegradación anaerobia en un periodo de 20 días dio como resultado con mayor pérdida de peso a la muestra GME con un 91,13% respecto a la resistencia a la rotura obtuvo un valor máximo de 45,17 Kg/cm² para la muestra GME.

Portillo (2017) presenta su investigación titulada “Desarrollo de bioplástico para Guayaba (*Psidium guajava* variedad Pedro Sato)”, el objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación del empaque de biopolímero degradable, este polímero estuvo conformado por el almidón de yuca, glicerol, ácido cítrico y adipato-tereftalato de polibutileno. Como resultado obtuvieron una fuerza máxima de ruptura de $1,48 \pm 0,28$ MPa y un porcentaje de elongación de $21,86 \pm 3,07$ %. Para la biodegradación en base a la pérdida de masa para un periodo de 16 días obtuvo un $8,6756 \pm 0,89\%$.

Por teorías relacionadas al tema de investigación se tiene a la yuca como materia prima en la composición del bioplástico, posee la denominación científica de *Manihot esculenta Crantz*, considerado como un alimento base presente como recurso básico en millones de familias después del trigo, maíz y el arroz (Perez et al, 2019; Beovides et al., 2014). A nivel nacional es un producto muy conocido y forma parte de la alimentación diaria de muchas familias, presenta aproximadamente más de cien mil hectáreas, el cultivo de esta planta mejora el suelo normalmente relacionado con leguminosas y gramíneas (Meza y Julca, 2015).

La yuca a diferencia de plantaciones productivas puede desarrollarse en suelos ácidos e infértiles, con precipitaciones eventuales y sequías de extensa duración. Esta planta crece en diversos lugares tropicales ya sea trópicos cálidos o húmedos o de media altitud (Pastrana, Alviz y Salcedo, 2015; Pizarro et al., 2016). Esta planta arbustiva puede llegar a crecer de 1,5 a 4 metros de alto, presenta tallos semileñosos y raíces fibrosas, las raíces se encargan de absorber nutrientes para la planta como también almacenan carbohidratos las cuales son denominadas raíces tuberosas y pueden medir un metro aproximadamente, esta parte de la planta es la más usada (Chandrasekaran et al., 2017; Aguilar et al., 2016; Suárez y Mederos, 2011).

El almidón de yuca también es materia prima no solo en alimentos sino también en la industria textil, industria papelera y en alimentos procesados (Cortés et al., 2015). En un nivel molecular el almidón está conformado amilopectina y amilosa, la primera considerada componente principal es una molécula ramificada mientras la amilosa posee una estructura lineal (Villarroel et al., 2018; Acevedo et al., 2015; Cortés et al., 2015). Una característica del almidón es su viscosidad máxima debido a la absorción de agua en sus gránulos aumentando su volumen hasta llegar a una ruptura del granulo generando estructuras tridimensionales por consecuencia de la salida de polímeros de amilosa (Martínez et al., 2015), se evidencian cambios de estructura, textura y cambios químicos cuando el almidón se ha hidratado y sometido al calor alterando el producto (Meaño et al., 2016).

Ficus benjamina considerada una planta ornamental que pertenece a la familia *Moraceae* presenta un crecimiento arbóreo, ramas caídas, y hojas brillantes de coloración verdosa (Shah et al, 2017), este árbol puede llegar a medir entre 4 a 8 metros de altura, y se encuentra distribuida en el sudeste de Asia, la India, Malasia, el norte de Australia, América y ciertos países de Europa (Mukhtar et al., 2018; Mumtaz et al, 2018).

La lignocelulosa es el compuesto primordial de la biomasa y aproximadamente la mitad de la materia generada por la fotosíntesis. El uso de residuos de lignocelulosa brinda una alternativa de solución en cuanto a su disposición final debido a que es un material abundante y de costo bajo, los polímeros que conforman a la lignocelulosa a nivel molecular son la celulosa, lignina, hemicelulosa (Rodríguez et al, 2017). La resistencia a microorganismos y químicos en la lignocelulosa es debido a que sus componentes conforman una estructura compleja (Kehong Zhang et al., 2019).

Actualmente los polímeros derivados de la celulosa son atractivos en la investigación puesto que presentan un potencial de biodegradación. Normalmente es aislada mediante diferentes procesos mecánicos, físicos y químicos según la pureza o tamaño deseado (Gañan et al, 2017). La celulosa se encuentra constituida por subunidades de D-glucosa unidas mediante enlaces β -1,4-glicosídicos. En la naturaleza este biopolímero es el más abundante, en cuanto a la hemicelulosa esta es el conjunto de una variedad de polímeros entre los cuales se encuentra D-manosa, D-xilosa, D-galactosa, D-glucosa, L-arabinosa entre otros unidos mediante enlaces β -1,4 y β -1,3 de manera parcial. Respecto a la lignina está conformada por tres unidades de fenilpropano por lo que se considera un biopolímero estructurado de forma heterogénea (Scherzinger y Kaltschmitt, 2019), se considera a lignina como fuente de materia prima química y en la madera se encuentra presente entre un 15 y 25 % del peso (Liu, Li y Hou, 2018). La lignocelulosa tiene una gran resistencia a la hidrólisis debido a la unión de sus compuestos, existen diversos métodos de pretratamiento de este biopolímero como son los mecánicos, químicos, térmicos y combinados (Medina et al., 2011).

En materiales lignocelulósicos la biodegradabilidad es limitada y dificulta la digestibilidad anaeróbica, es por ello que para fraccionar un compuesto lignocelulósico es necesario la aplicación de un pretratamiento, debido a un gran presencia de lignina en materiales

lignocelulósicos el pretratamiento comúnmente usado es el alcalino (De la Cruz et al., 2019), el disgregado en madera se mejora utilizando un producto alcalino fuerte para la deslignificación como es el hidróxido de sodio (Nuñez, 2016). Por otro lado, las propiedades mecánicas de un polímero formado con fibras tratadas respecto a un compuesto con fibras sin tratar, mejoran mediante un tratamiento alcalino (Suarez et al., 2017).

Respecto a los bioplásticos poseen esa denominación al ser biodegradables y ser constituidos de una base biológica (European bioplastic, 2019), estos difieren de los plásticos convencionales debido a la estructura química que poseen lo que permite la degradación por bacterias y hongos en entornos biológicamente dinámicos, los microorganismos transforman a estos polímeros en metano, biomasa, dióxido de carbono y agua (Rodríguez, 2012). Por otro lado, los bioplásticos permiten la reducción del volumen de compuestos plásticos, minimizan el costo en cuanto al manejo de estos residuos y pueden incrementar la fertilidad de suelos (Tokiwa et al., 2009).

El problema general de esta investigación fue el siguiente: ¿La lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina* mejora la calidad del bioplástico de yuca?, y como problemas específicos fueron ¿Cuál es el porcentaje de masa de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* que brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico?, ¿Cuál es el porcentaje de masa de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* que brinda el mejor resultado de resistencia a la tracción en el bioplástico?, seguido de ¿Cuál es el bioplástico que presentó mejor biodegradación en un periodo de 20 días?

La justificación de este estudio se basó en la justificación teórica, mediante el aporte de conocimiento sobre la mejora de la calidad del bioplástico de yuca usando como material de refuerzo a la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* y como este residuo se comporta al interactuar con el bioplástico. Justificación práctica, este estudio brinda la alternativa de aprovechamiento de lignocelulosa residual producto de la poda de *Ficus benjamina*, puesto que altos volúmenes de este recurso son llevados a una disposición final. La lignocelulosa residual puede ser utilizada como componente de bioplásticos de almidón y de esta manera aportar mejoras en la calidad de estos para promover su uso. Justificación metodológica, mediante una metodología experimental basada en el ensayo y error empleando instrumentos que permiten analizar la calidad del bioplástico de *Manihot esculenta Crantz* con

lignocelulosa residual a través de la comparación de bioplásticos con distintas concentraciones de lignocelulosa residual acondicionada.

La hipótesis general planteada fue, Ho: el uso de lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina* mejora la calidad del bioplástico de yuca. Como hipótesis alterna se tuvo lo siguiente H1: el uso de lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina* no mejora la calidad del bioplástico de yuca. En cuanto a las hipótesis específicas se plantearon las siguientes tanto nulas como alternas, Ho: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico. H1: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % no brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico. Como segunda hipótesis específica se tuvo, Ho: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % brinda el mejor resultado de resistencia a la tracción en el bioplástico. H1: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % no brinda el mejor resultado de resistencia a la tracción en el bioplástico. Como tercera hipótesis específica se tuvo, Ho: el bioplástico con un porcentaje de masa de 12,50 % de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* presenta el mejor porcentaje de biodegradación en un periodo de 20 días; seguido la hipótesis alterna H1: el bioplástico con un porcentaje de masa de 12,50 % de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* no presenta el mejor porcentaje de biodegradación en un periodo de 20 días.

Según lo expuesto el objetivo general fue: Evaluar la mejora de la calidad del bioplástico de yuca usando la lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina*. Como objetivos específicos se tuvieron los siguientes: Determinar el porcentaje de masa de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* que brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico de yuca. Como segundo objetivo específico se tuvo: Determinar el porcentaje de masa de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* que brinda el mejor resultado de resistencia a la tracción en el bioplástico de yuca. El último objetivo específico fue: Determinar el bioplástico con mejor porcentaje de biodegradación en un periodo de 20 días.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada debido al uso de conocimiento aplicado en la práctica brindando un beneficio a los participantes y sociedad en general por otro lado ofrece conocimientos nuevos en la disciplina (Vargas, 2009).

Debido a los parámetros establecidos y la evaluación de la información mediante la estadística para explicar el objeto del estudio el diseño es experimental. En la búsqueda de conocer la relación de variables para determinar resultados mediante el método científico el nivel de investigación es explicativo (Abreu, 2012).

2.2. Operacionalización de variables

La variable es el objetivo de análisis, control o medición en un estudio, como característica predominante la variable puede atravesar cambios (Arias, 2012). Como variable independiente se tuvo a la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* y como variable dependiente se tuvo: la mejora de la calidad de bioplástico.

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medida
(Variable independiente) Lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	La lignocelulosa es el compuesto primordial de la biomasa, los polímeros que conforman a la lignocelulosa a nivel molecular son la celulosa, lignina, hemicelulosa (Rodríguez et al, 2017).	La variable independiente se midió mediante las características de la lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i> y parámetros del acondicionamiento de la lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	Características de la lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	Humedad	%	razón
				Densidad	g/cm ³	razón
				Indicador de pH	pH (0-14)	razón
		Parámetros del acondicionamiento de la lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i>	Temperatura	°C	razón	
			Tiempo	h (horas)	razón	
			Dosis	g (gramos)	razón	
				% masa	razón	
		Tamaño de partícula	µm	razón		
(Variable	Los bioplásticos poseen esa denominación al ser	La calidad del	Prueba de elongación	Elongación	%	razón

dependiente) Mejora de la calidad del bioplástico	biodegradables y ser constituidos de una base biológica (European bioplastic,2019)	bioplástico será medida mediante pruebas de elongación, resistencia a la tracción y evaluación de la biodegradación	Prueba de resistencia a la Tracción	resistencia a la tracción	KPa	razón
			Evaluación de la biodegradación	Pérdida de peso	g (gramos)	razón
					%	razón
				Tiempo	días	razón

Fuente: elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

La población corresponde a la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* producto del mantenimiento de áreas verdes en Lima.

2.3.2. Muestra

Para esta investigación se utilizó una muestra 5 Kg de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*.

2.3.3. Muestreo

El tipo de muestreo empleado fue de manera probabilística aleatoria simple. Para el estudio de mejora de la calidad de bioplástico de *Manihot esculenta Crantz* (yuca) con lignocelulosa de *Ficus benjamina*, se realizaron 3 muestras de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual acondicionada con las siguientes concentraciones de lignocelulosa en relación al almidón de yuca: 12,5 %, 17,6 % y 22.2% las que corresponden a dosis de 1g, 1,5 g y 2 g de lignocelulosa acondicionada. Se evaluó la mejora de resultados de tracción y elongación mediante la comparación del bioplástico de *Manihot esculenta Crantz* (yuca) como muestra en blanco y las muestras de bioplástico de *Manihot esculenta Crantz* con lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*, se evaluó el porcentaje de biodegradación en 20 días.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos e instrumentos de recolección de datos

Tabla 2: Etapas de la investigación

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
E1: Recolección de la muestra de residuos lignocelulósicos	Áreas verdes de Lima metropolitana	Observación	Registro de datos N°1-Registro de recolección de muestra de residuos de poda de <i>Ficus benjamina</i>	Toma de muestra representativa
E2:Acondicionamiento de la lignocelulosa de		Observación	Registro de datos N°2-Acondicionamiento	Muestra lignocelulósica de <i>Ficus</i>

<i>Ficus benjamina</i>	Laboratorio		de la biomasa lignocelulósica de <i>Ficus benjamina</i> .	<i>benjamina</i> acondicionada
E3: Elaboración de bioplástico	Laboratorio	Experimentación	Registro de datos N°3- Composición de bioplástico de <i>Manihot esculenta Crantz</i> (yuca) con biomasa lignocelulósica de los residuos de poda de <i>Ficus benjamina</i>	Bioplástico de <i>Manihot esculenta Crantz</i> con lignocelulosa de <i>Ficus benjamina</i>
E4: Evaluación de la elongación, tracción y biodegradabilidad	Laboratorio	Observación	Registro de datos N°4- Características físicas del bioplástico de <i>Manihot esculenta Crantz</i> (yuca) con la biomasa lignocelulósica de los residuos de poda de <i>Ficus benjamina</i> Registro de datos N°5- Biodegradabilidad del bioplástico de <i>Manihot esculenta Crantz</i> (yuca) con biomasa lignocelulósica de los residuos de poda de <i>Ficus benjamina</i>	Análisis e interpretación de resultados

Fuente: elaboración propia

En la tabla 8 se describe las cuatro etapas usadas para el desarrollo de la presente investigación donde se detallan las técnicas de recolección de datos, los instrumentos usados y los resultados obtenidos según el cumplimiento de cada etapa ejecutada.

2.4.2. Validez

La validez del instrumento fue efectuada por los siguientes expertos del tema, docentes de la Universidad César Vallejo, los cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Promedio de validación de instrumentos

Nombre y Apellidos	N° de Colegiatura	Valoración
Benites Alfaro, Elmer Gonzales	71998	95%
Ordoñez Gálvez, Juan Julio	89972	85%
Castañeda Olivera, Carlos Alberto	17089	85%
	Promedio de valoración	88,3%

2.4.3. Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad se describe como la coherencia de una medida es decir la carencia de errores presente en una medición para un instrumento (Quero, 2010).

2.5. Procedimiento

- **Recolección de la muestra de residuos lignocelulósicos**

Se procedió a recolectar 5 Kg de muestra de lignocelulosa residual producto de la poda de *Ficus benjamina* de manera aleatoria (Ver figura 1), se tomaron datos del lugar de recolección el cual se ubicó en la av. Universitaria cuadra 56, con las coordenadas UTM 8676263 con margen de error $\pm 3m$. Las coordenadas fueron tomadas por un GPS Garmin etrex 30 (Ver figura 2).



Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Recolección de muestra de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Toma de coordenadas UTM

- **Acondicionamiento de la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina***

Se procedió a acondicionar la muestra recolectada de lignocelulosa residual, empezando por la limpieza de la muestra (Ver figura 3), luego se continuó con la molienda de la lignocelulosa residual, obteniendo fibras de esta.



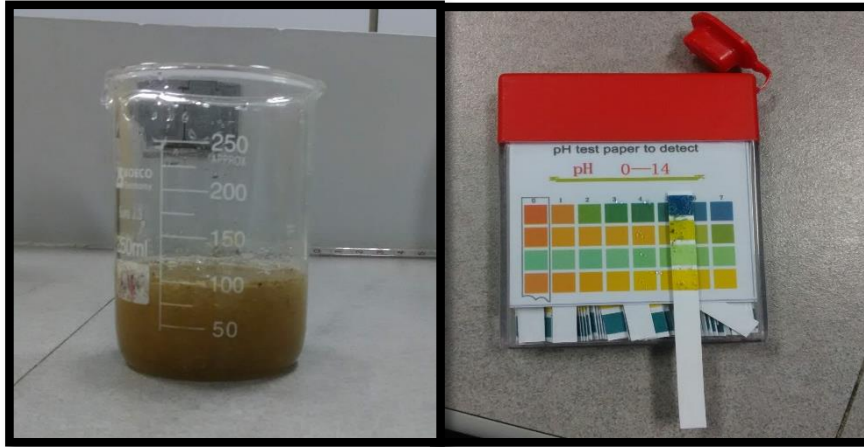
Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Limpieza de la muestra de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*

Se midió el pH del material lignocelulósico cuyo resultado fue de 5,5, relativamente cercano al pH del almidón de yuca que dio como pH 6 (Ver figura 4), se midió la densidad de la lignocelulosa residual, luego se procedió a medir el porcentaje de humedad de la lignocelulosa residual para lo cual se pesó 25 g de muestra y se llevó a la estufa a una temperatura de 105°C por 24 h, para este procedimiento se realizaron tres repeticiones. La fórmula usada para hallar el porcentaje de humedad fue la siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso de muestra húmeda}) - \text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de muestra húmeda}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Para el proceso de secado de la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* se pesó 20g de lignocelulosa de *Ficus benjamina* en una luna de reloj, luego de ello se llevó a secar a la estufa a una temperatura de 35 °C por 9 horas con el fin mantener en buenas condiciones a la muestra (Ver figura 5), cabe indicar que se pesó la muestra por cada hora transcurrida hasta evidenciar un peso constante. Para este proceso se realizaron tres repeticiones.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Medición de pH de la lignocelulosa residual



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Secado de lignocelulosa residual de Ficus benjamina

Una vez retirado de la estufa se utilizó un mortero para pulverizar la lignocelulosa residual seca (Ver figura 6) y a continuación se realizó la separación de partículas a través de un tamizador con medida de $180\ \mu\text{m}$ (Ver figura 7), para la posterior elaboración de bioplástico se trabajó con partículas de lignocelulosa menores a $180\ \mu\text{m}$ con el fin de obtener un producto más homogéneo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Triturado de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*

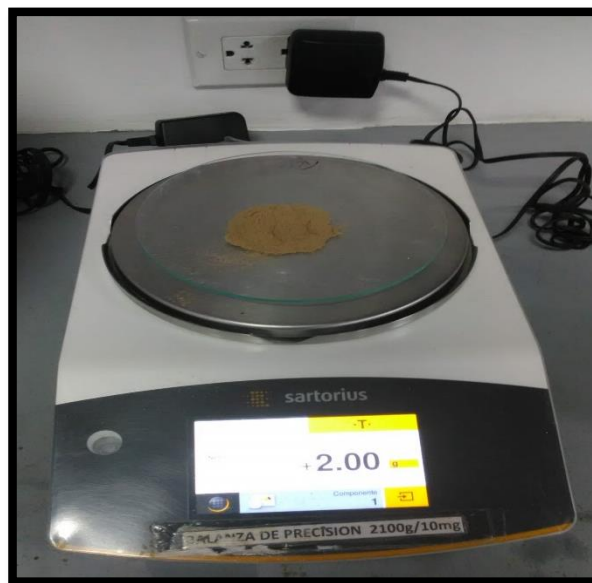


Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Tamizado de la muestra de lignocelulosa residual con medida de 180 μm

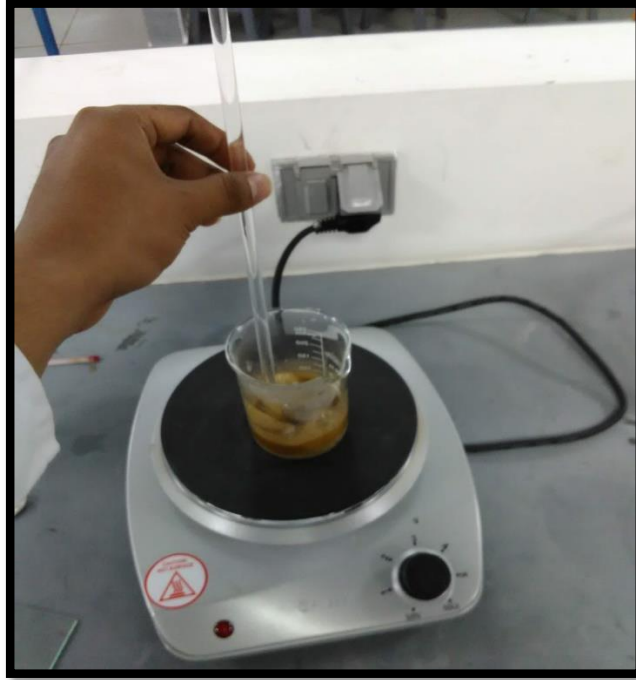
- **Elaboración del bioplástico**

Se realizaron pruebas preliminares en la elaboración del bioplástico mediante la técnica de prueba y error hasta obtener las concentraciones adecuadas de los compuestos, luego de esta etapa con los datos obtenidos se pesó 7g de almidón de yuca amarilla para para luego, mezclarlo con vinagre marca Florida con una concentración de 3 a 5% de ácido acético, se añadió el glicerol y 50 ml de agua destilada en vaso de precipitado, se adicionaron las dosis de lignocelulosa por cada muestra, las cuales pesaron 1g, 1,5g y 2 g (ver figura 8), se agitó hasta homogenizar el compuesto (Ver figura 9), luego se sometió a una temperatura de 70°C, agitándose continuamente por 5 minutos y se esparció el bioplástico en un molde de vidrio para ser secado a temperatura ambiente por 24 horas (Ver figura 10).Luego del secado se procedió a retirar las muestras del molde para su posterior análisis de elongación, tracción y biodegradabilidad (Ver figura 11). Cabe indicar que se realizó una muestra de bioplástico de yuca como blanco para evaluarla con los bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa, para este proceso se realizaron tres repeticiones por muestra de bioplástico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Pesado de lignocelulosa residual acondicionada



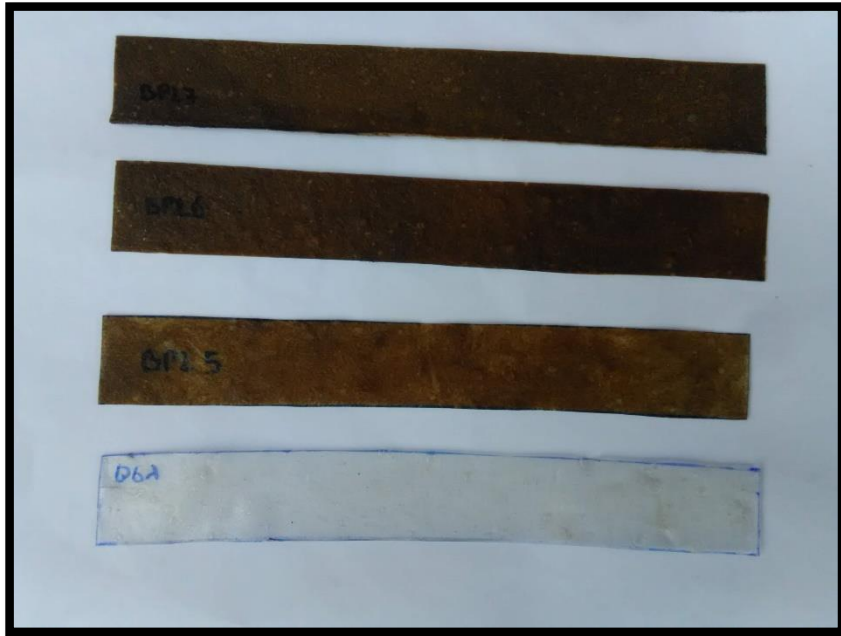
Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Elaboración de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Bioplástico de yuca con lignocelulosa residual en molde



Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Bioplástico de yuca con dosis de lignocelulosa residual seco

- **Evaluación de la elongación y resistencia a la tracción**

Los ensayos de elongación y resistencia a la tracción se realizaron mediante el método físico utilizando como referencia la Norma ASTM D882, el proceso de análisis de elongación y tracción se realizó de manera continua para garantizar el método, para la evaluación del porcentaje elongación se estandarizó las probetas de bioplástico las cuales midieron 13 cm de longitud y 2 cm de ancho (Ver figura 12), se aplicó fuerza por medio del equipo hasta llegar al punto inminente de tracción (Ver figura 13), luego se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del porcentaje de elongación.

$$\% \text{ Elongación} = \frac{\text{Longitud final} - \text{Longitud inicial}}{\text{Longitud inicial}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$



Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Estandarización de las probetas de bioplástico para la prueba de elongación



Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Prueba de elongación

Para la prueba de resistencia a la tracción se aplicó una fuerza hasta llegar al esfuerzo máximo de tracción en la probeta produciéndose la rotura de la muestra (Ver figura 14).

Para el cálculo de esta prueba se utilizó la siguiente fórmula

$$\text{Esfuerzo de tracción} = \frac{\text{Fuerza aplicada}}{\text{Área inicial}} \dots\dots\dots (3)$$



Fuente: Elaboración propia
Figura 14: Prueba de resistencia a la tracción

- **Evaluación de la biodegradabilidad**

Para la evaluación de la biodegradación se utilizó el método gravimétrico basado en la investigación de Charro (2015) titulado “Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata” y Bultrago et al (2018) con su investigación titulada “Biodegradación

temprana en suelo de biocompuestos elaborados con Poli-3-hidroxbutirato, policaprolactona y aserrín de Cannabis Indica- Rusia Blanca” cuantificando la pérdida de peso, utilizando para ello muestras en blanco de bioplástico y bioplástico con lignocelulosa dosificada, las medidas se estandarizaron a 2 cm de ancho por 2 cm de largo, se utilizó suelo de jardín al cual se le midió el pH cuyo valor fue de 6, también se midió el porcentaje de humedad. Las muestras fueron pesadas (Ver figura 15) e introducidas a 10 cm de profundidad del suelo por 20 días (Ver figura 17), puesto que la mayor actividad por parte de microorganismos se produce en los primeros centímetros del suelo (Paolini, 2017). Cada 5 días las muestras fueron desenterradas, limpiadas y colocadas en un desecador por 30 minutos para su posterior pesaje utilizando una balanza analítica. La biodegradación se evaluó mediante el siguiente cálculo de pérdida de peso.

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{\text{peso inicial seco} - \text{peso final seco}}{\text{Peso inicial seco}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$



Fuente: Elaboración propia
 Figura 15: Pesado de muestras para la biodegradación



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Muestras BPY, BPL5, BPL6 y BPL7 para la biodegradación



Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Medida de 10 cm de profundidad para enterrar las muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Muestras secas para un periodo de 20 de días de biodegradación

2.6. Métodos de análisis de datos

Los datos obtenidos en esta investigación mediante las pruebas en laboratorio correspondientes a los parámetros a estudiar fueron procesados y analizados por el software Excel 2013 y IBM SPSS Statistics 25, obteniendo información estadística, la cual fue descrita mediante gráficos y tablas comparativas para la interpretación de resultados; verificando de esta manera la mejora de la calidad del bioplástico de *Manihot esculenta Crantz* utilizando lignocelulosa de *Ficus benjamina*.

2.7. Aspectos éticos

La presente investigación se desarrolló en base a fuentes de información y antecedentes los cuales fueron debidamente referenciadas y citadas respetando así la propiedad intelectual de sus autores.

Los resultados desarrollados en la parte experimental de la investigación serán evidenciados mediante los documentos emitidos por parte de laboratorios acreditados para constatar la veracidad del mismo.

El registro de fotografías en el desarrollo de la investigación servirá como evidencia del trabajo de campo y experimentación.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados del acondicionamiento de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*

Tabla 4: pH y densidad de la lignocelulosa residual de poda de *Ficus benjamina*

Muestra	pH	Densidad (g/cm ³)
1	5.5	0.222
2	5.5	0.211
3	5.5	0.222
PROMEDIO	5.5	0.218

Fuente: elaboración propia

Se aprecia un pH constante de 5.5 por parte de la muestra de *Ficus benjamina* cuyo valor es cercano al pH del almidón de yuca descrito en el procedimiento cuyo valor fue de 6 el cual es considerado un pH bajo cercano a la neutralidad, la densidad promedio que presentó la muestra de lignocelulosa residual de poda de *Ficus benjamina* fue de 0.218 g/cm³ (Tabla 4).

Tabla 5: Porcentaje de humedad de la lignocelulosa residual de poda

Muestra	Muestra húmeda (g)	Muestra seca (g) a 105°C, 24 h	Humedad (%)
1	25	17.43	30.28
2	25.43	17.65	30.59
3	25.28	16.96	32.91
		PROMEDIO	31.26

Fuente: elaboración propia

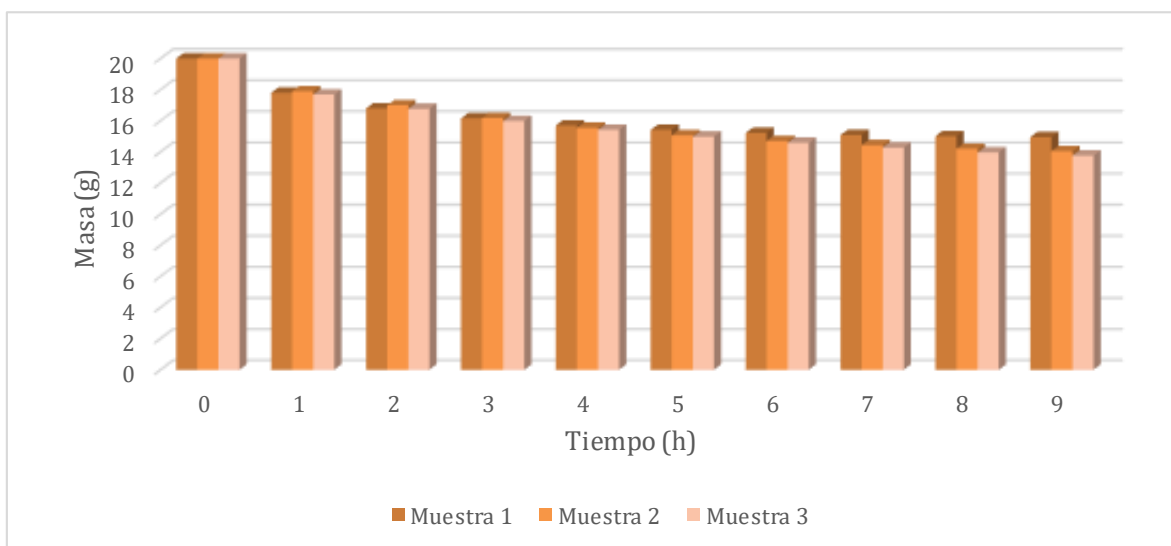
El promedio de porcentaje de humedad fue de 31.36%, siendo este porcentaje el agua libre presente en la lignocelulosa residual lo que indica que la muestra seca representa en promedio un 68.74%. El considerable porcentaje de humedad descrito puede ser consecuencia de la frescura de la muestra y la higroscopia del material lignocelulósico (Tabla 5).

Tabla 6: Proceso de secado de la lignocelulosa de *Ficus benjamina*

Muestra	Masa inicial (g)	Tiempo de secado									Masa final (g)	Temperatura de secado (°C)	% de Humedad
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h			
1	20	17.80	16.80	16.16	15.70	15.42	15.22	15.09	15.01	14.95	14.95	35	25.25
2	20	17.90	17.00	16.18	15.55	15.07	14.70	14.43	14.20	14.05	14.05	35	29.75
3	20	17.69	16.77	15.99	15.42	14.98	14.59	14.28	13.97	13.76	13.76	35	31.20
												PROMEDIO	28.73

Fuente: elaboración propia

El proceso de secado el cual se realizó por 9 horas a 35°C con el fin de no afectar la muestra lignocelulósica, brindó un promedio de porcentaje de humedad de 28,73 % (Tabla 6) valor cercano al porcentaje de humedad de la muestra de lignocelulosa sometida a 105 °C en 24 h cuyo resultado fue de 31,26%. A continuación, se presenta la Figura 19 donde se aprecia la disminución de la masa de lignocelulosa con el transcurso del tiempo.



Fuente: elaboración propia

Figura 19: Proceso de secado de la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* a 35°C

Tabla 7: Porcentaje aprovechamiento de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* acondicionada

Muestra	Masa de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i> seca (g)	Masa de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i> con tamaño de partícula no mayor a 180 μm (g)	% de masa de lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i> con tamaño de partícula no mayor a 180 μm
1	14.95	7.2	48.16
2	14.05	6.56	46.69
3	13.76	6.24	45.35
		PROMEDIO	46.73

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran un promedio de 46,73% de masa de lignocelulosa residual acondicionada con un tamaño de partícula menor a 180 μm obtenido del tamizado de la muestra previamente triturada, lo que implica la generación de un residuo del 53,27 % de la muestra de lignocelulosa de *Ficus benjamina*, el cual podría ser reingresado en el proceso de acondicionamiento.

3.2.Resultados de la elaboración de bioplástico

Tabla 8: Ensayos preliminares para la composición de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*

Muestra	Código	Lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i> (g)	Almidón de yuca (g)	Glicerol (ml)	Ác. acético (ml)	Agua destilada (ml)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Observación
1	BPL1	1	7	0.25	0.25	50	70	5	no forma bioplástico
2	BPL2	1	7	4	2	50	70	5	consistencia débil, se rompe fácilmente
3	BPL3	2	7	2	1	50	70	5	consistencia débil, se rompe fácilmente
4	BPL4	3	7	3	2	50	70	5	consistencia débil, se rompe fácilmente
5	BPL5	1	7	1	1	50	70	5	consistencia alta, no se rompe fácilmente
6	BPL6	1.5	7	1	1	50	70	5	consistencia alta, no se rompe fácilmente
7	BPL7	2	7	1	1	50	70	5	consistencia alta, no se rompe fácilmente

Fuente: elaboración propia

Los resultados de los ensayos preliminares para la composición del bioplástico de yuca con lignocelulosa residual determinaron mediante la observación los mejores resultados de bioplástico para establecer la composición óptima de éste, siendo las muestras con código BPL5, BPL6 Y BPL7 las que presentaron una mejor consistencia, obteniendo de esta manera las dosis de lignocelulosa, glicerol y ácido acético para la elaboración del bioplástico siendo constante la dosis de agua destilada usada, la temperatura aplicada que fue de 70°C y el tiempo de 5 minutos en la preparación de bioplástico (Tabla 8). En base a estos resultados se determinó la composición de la muestra en blanco (bioplástico de yuca)

denominada BPY (Tabla 9) para su posterior análisis de elongación, tracción y biodegradación respecto a los bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa. A continuación, se presenta la composición usada en la presente investigación para la elaboración del bioplástico.

Tabla 9: Composición óptima para la elaboración de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual de *Ficus benjamina*

Muestra	Código	Lignocelulosa residual de <i>Ficus benjamina</i> (g)	% masa	Almidón de yuca (g)	% masa	Glicerol (ml)	Ác. acético (ml)	Agua destilada (ml)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
Blanco	BPY	0	0.00	7	100.00	1	1	50	70	5
2	BPL5	1	12.50	7	87.50	1	1	50	70	5
6	BPL6	1.5	17.65	7	82.35	1	1	50	70	5
7	BPL7	2	22.22	7	77.78	1	1	50	70	5

Fuente: elaboración propia

3.3.Resultados de la prueba de elongación en los bioplásticos

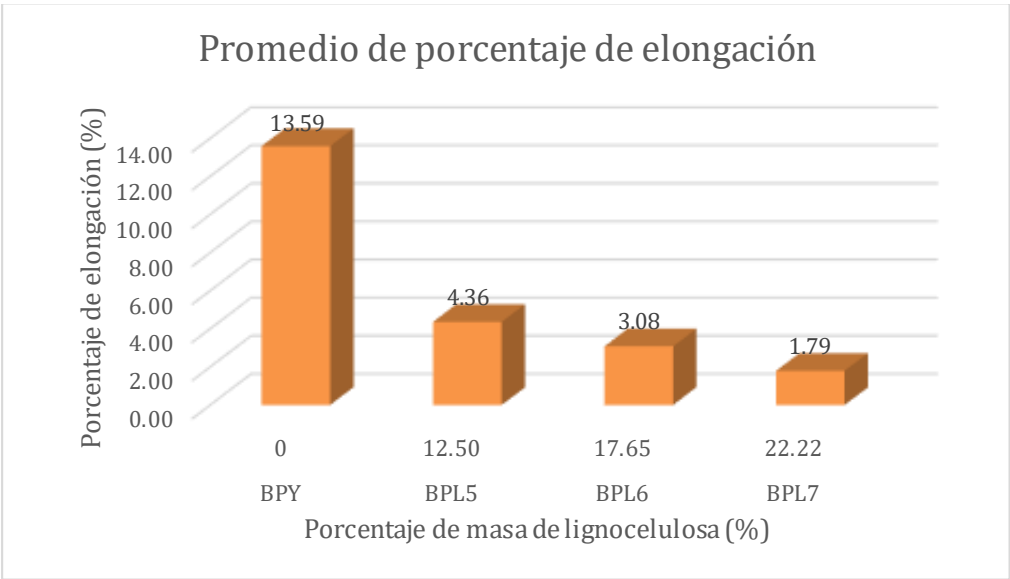
Tabla 10: Porcentaje de elongación en los bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual

Ítem	Muestra	Porcentaje de masa lignocelulosa residual (%)	Masa (g)	Ancho (cm)	Longitud inicial (cm)	Longitud final (cm)	Elongación (%)	Promedio de elongación (%)
1	BPY-1	0	1.777	2	13	14.5	11.54	13.59
	BPY-2		1.941	2	13	15	15.38	
	BPY-3		1.597	2	13	14.8	13.85	
2	BPL5-1	12.50	1.980	2	13	13.6	4.62	4.36
	BPL5-2		1.750	2	13	13.5	3.85	
	BPL5-3		1.931	2	13	13.6	4.62	
3	BPL6-1	17.65	2.188	2	13	13.4	3.08	3.08
	BPL6-2		2.178	2	13	13.5	3.85	
	BPL6-3		2.159	2	13	13.3	2.31	
4	BPL7-1	22.22	2.472	2	13	13.2	1.54	1.79
	BPL7-2		2.239	2	13	13.2	1.54	
	BPL7-3		2.530	2	13	13.3	2.31	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10 se evidencia que la muestra BPY (bioplástico de yuca) presenta un promedio de elongación de 13,59 % el cual representa el mayor valor respecto a los bioplásticos de yuca con lignocelulosa residual BPL5, BPL6 y BPL7 que muestran un porcentaje de elongación de 4,36%; 3,08% y 1,79% respectivamente.

Al respecto se aprecia que la lignocelulosa residual influye de manera inversa en la elongación de bioplásticos puesto que a mayor porcentaje de masa de lignocelulosa de *Ficus benjamina* presente en el bioplástico menor es su porcentaje de elongación, esto se evidencia en la muestra BPY cuya composición no presenta lignocelulosa (muestra blanco) y obtuvo un porcentaje de elongación de 13,59% respecto a la muestra BPL7 cuya composición de porcentaje de masa de lignocelulosa fue de 22,22% y con un porcentaje de elongación de 1,79%. En la Figura 20 se observa de manera más detallada el comportamiento del porcentaje de elongación y el porcentaje de lignocelulosa presente en el bioplástico.



Fuente: elaboración propia

Figura 20: Promedio de porcentaje de elongación

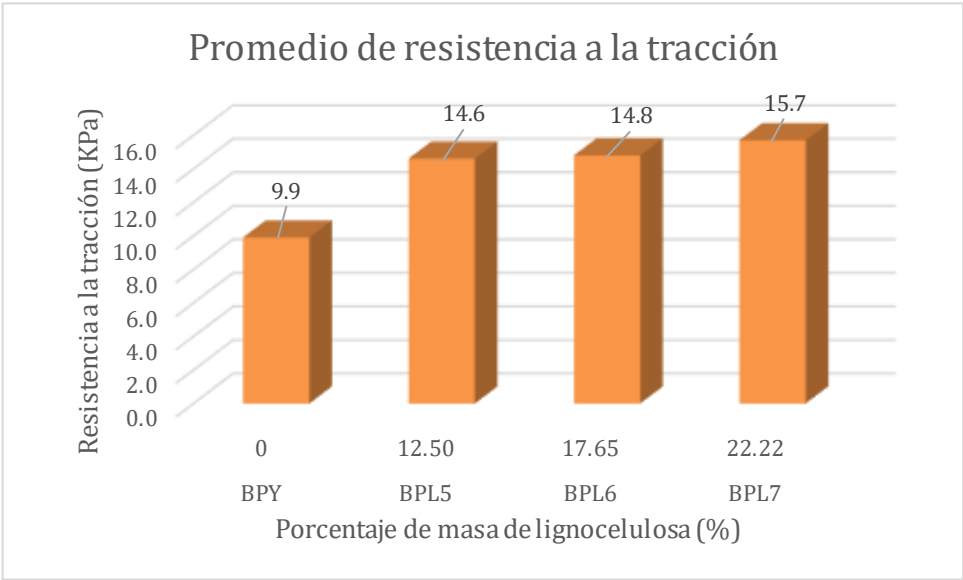
3.4.Resultados de la prueba de resistencia a la tracción en los bioplásticos

Tabla 11: Resistencia a la tracción en los bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual

Ítem	Muestra	Porcentaje de masa de lignocelulosa residual (%)	Masa (g)	Ancho (cm)	Longitud (cm)	Fuerza aplicada (Kg-fuerza)	Resistencia a la Tracción		Promedio de la resistencia a la tracción (KPa)
							Kg/cm ²	KPa	
1	BPY-1	0	1.777	2	13	2.630	0.101	9.9	9.9
	BPY-2		1.941	2	13	2.627	0.101	9.9	
	BPY-3		1.597	2	13	2.648	0.102	10.0	
2	BPL5-1	12.50	1.980	2	13	3.866	0.149	14.6	14.6
	BPL5-2		1.750	2	13	3.88	0.149	14.6	
	BPL5-3		1.931	2	13	3.882	0.149	14.6	
3	BPL6-1	17.65	2.188	2	13	3.910	0.150	14.7	14.8
	BPL6-2		2.178	2	13	3.930	0.151	14.8	
	BPL6-3		2.159	2	13	3.921	0.151	14.8	
4	BPL7-1	22.22	2.472	2	13	4.150	0.160	15.7	15.7
	BPL7-2		2.239	2	13	4.148	0.160	15.6	
	BPL7-3		2.530	2	13	4.154	0.160	15.7	

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la tabla 11 detallan los promedios de resistencia a la tracción para las muestras BPY, BPL5, BPL6 y BPL7 obteniendo la mayor resistencia a la tracción por parte de la muestra BPL7 el cual posee en su composición un 22,22% de lignocelulosa residual y una resistencia a la tracción de 15,7 KPa. Por otro lado la menor de resistencia a la tracción lo obtuvo la muestra BPY la cual no posee lignocelulosa residual en su composición con un valor de 9,9 KPa, las muestras BPL5 y BPL6 poseen valores de 14,6 KPa y 14,8 KPa respectivamente las cuales poseían en su composición un 12,50% y 17,65% de lignocelulosa residual evidenciando que superan a la muestra BPY con una diferencia de 4,7 KPa y 4,9 KPa. En la Figura 21 se muestra un aumento de la resistencia a la tracción debido a la presencia de lignocelulosa residual, esta resistencia a la tracción aumenta en base al porcentaje de masa de lignocelulosa presente en el bioplástico.



Fuente: elaboración propia

Figura 21: Promedio de resistencia a la tracción

3.5.Resultados de biodegradación en los bioplásticos

En la Tabla 12 se muestra el pH y el porcentaje de humedad del suelo para la evaluación de la biodegradabilidad.

Tabla 12: Características del suelo

Muestra	pH	Peso inicial húmedo	Peso final seco	Humedad (%)
1	6	20.00	17.37	13.15
2	6	20.13	17.98	10.68
3	6	20.32	18.41	9.40
4	6	20.56	17.65	14.15
PROMEDIO				11.85

Fuente: elaboración propia

En las Tablas 13, 14, 15 y 16 se presentan los resultados de biodegradación mediante el método gravimétrico en el cual se evaluó el porcentaje de pérdida de peso de los bioplásticos BPY, BPL5, BPL6 y BPL7 con muestras de bioplástico de 2cm x 2cm, en periodos de 5 , 10 , 15 y 20 días como se muestra a continuación

Tabla 13: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 5 días

Ítem	Muestra	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Biodegradación (pérdida de peso) (%)	Promedio de biodegradación (pérdida de peso) (%)
1	BPY-1	0.224	0.213	4.91	5.79
	BPY-2	0.270	0.254	5.93	
	BPY-3	0.245	0.229	6.53	
2	BPL5-1	0.230	0.212	7.83	8.72
	BPL5-2	0.238	0.217	8.82	
	BPL5-3	0.242	0.219	9.50	
3	BPL6-1	0.257	0.225	12.45	13.96
	BPL6-2	0.249	0.209	16.06	
	BPL6-3	0.262	0.227	13.36	
4	BPL7-1	0.280	0.235	16.07	17.45
	BPL7-2	0.284	0.231	18.66	
	BPL7-3	0.278	0.229	17.63	

Fuente: elaboración propia

Tabla 14: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 10 días

Ítem	Muestra	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Biodegradación (pérdida de peso) (%)	Promedio de biodegradación (pérdida de peso) (%)
1	BPY-1	0.224	0.204	8.93	10.74
	BPY-2	0.270	0.238	11.85	
	BPY-3	0.245	0.217	11.43	
2	BPL5-1	0.230	0.206	10.43	14.87
	BPL5-2	0.238	0.197	17.23	
	BPL5-3	0.242	0.201	16.94	
3	BPL6-1	0.257	0.197	23.35	21.89
	BPL6-2	0.249	0.193	22.49	
	BPL6-3	0.262	0.21	19.85	
4	BPL7-1	0.280	0.199	28.93	27.08
	BPL7-2	0.284	0.211	25.70	
	BPL7-3	0.278	0.204	26.62	

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 15 días

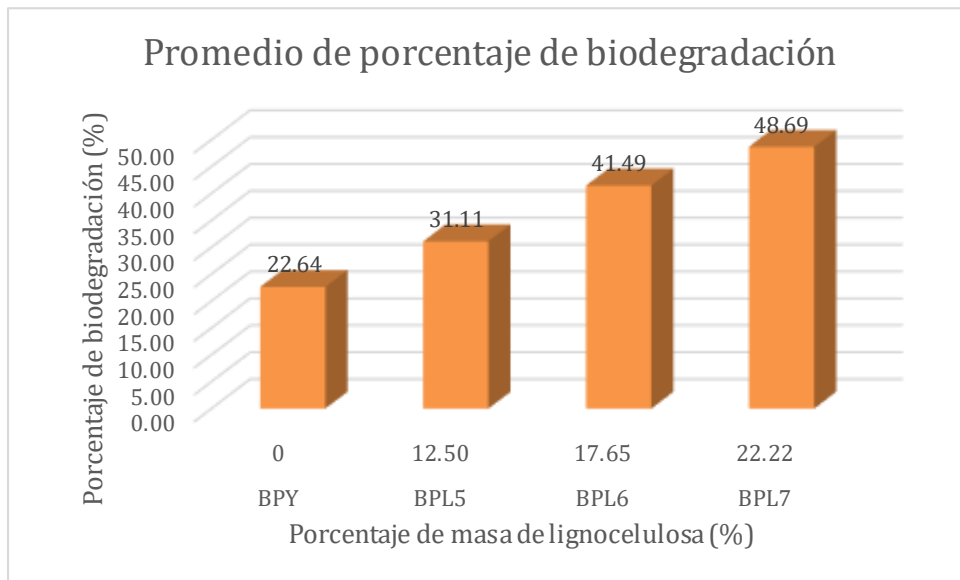
Ítem	Muestra	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Biodegradación (pérdida de peso) (%)	Promedio de biodegradación (pérdida de peso) (%)
1	BPY-1	0.224	0.192	14.29	14.08
	BPY-2	0.270	0.232	14.07	
	BPY-3	0.245	0.211	13.88	
2	BPL5-1	0.230	0.182	20.87	22.93
	BPL5-2	0.238	0.179	24.79	
	BPL5-3	0.242	0.186	23.14	
3	BPL6-1	0.257	0.177	31.13	33.22
	BPL6-2	0.249	0.162	34.94	
	BPL6-3	0.262	0.174	33.59	
4	BPL7-1	0.280	0.176	37.14	36.95
	BPL7-2	0.284	0.183	35.56	
	BPL7-3	0.278	0.172	38.13	

Fuente: elaboración propia

Tabla 16: Biodegradación de bioplásticos de yuca con dosis de lignocelulosa residual en 20 días

Ítem	Muestra	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Biodegradación (pérdida de peso) (%)	Promedio de biodegradación (pérdida de peso) (%)
1	BPY-1	0.224	0.175	21.88	22.64
	BPY-2	0.270	0.214	20.74	
	BPY-3	0.245	0.183	25.31	
2	BPL5-1	0.230	0.163	29.13	31.11
	BPL5-2	0.238	0.159	33.19	
	BPL5-3	0.242	0.167	30.99	
3	BPL6-1	0.257	0.158	38.52	41.49
	BPL6-2	0.249	0.149	40.16	
	BPL6-3	0.262	0.142	45.80	
4	BPL7-1	0.280	0.151	46.07	48.69
	BPL7-2	0.284	0.143	49.65	
	BPL7-3	0.278	0.138	50.36	

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Figura 22: Promedio de porcentaje de biodegradación en 20 días

En la Figura 22 se observa el comportamiento de biodegradación de los bioplásticos BPY, BPL5, BPL6 y BPL7 para un periodo de 20 días donde se aprecia una biodegradación más

elevada en las muestras BPL5, BPL6 y BPL7 respecto a la muestra BPY, esto debido al porcentaje de masa lignocelulósica que poseen los bioplásticos es decir a mayor porcentaje de lignocelulosa residual mayor es el porcentaje de biodegradación evaluada según la pérdida de peso del bioplástico, esta tendencia se aprecia también para los periodos de biodegradación de 5, 10 y 15 días. Según los resultados el valor promedio de biodegradación más alto fue de 48,69% el cual pertenece a la muestra BPL7 con un porcentaje de masa en su composición de 22,22%, seguido de las muestras BPL6 y BPL5 con porcentajes de biodegradación de 41,49 y 31,11 respectivamente y el menor porcentaje de biodegradación está presente en la muestra BPY el cual no posee lignocelulosa residual en su composición. Teniendo en cuenta para la muestra BPL7 un valor de biodegradación del 48,69% en 20 días, éste podría degradarse en su totalidad en un periodo de 41 días aproximadamente.

3.6. Análisis estadístico inferencial

Hipótesis general

- Ho: el uso de lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina* mejora la calidad del bioplástico de yuca.
- H1: el uso de lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina* no mejora la calidad del bioplástico de yuca.

En base a los resultados de la prueba Tukey se observa una mejora del bioplástico de yuca al usar lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* respecto a la resistencia a la tracción (Ver tabla 24) y un aumento respecto a la biodegradación (Ver tabla 28) sin embargo los resultados de elongación no fueron favorables (ver Tabla 20). Por tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Hipótesis específicas

- Ho: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico.
- H1: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % no brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico.

Tabla 17: Prueba de normalidad para la elongación

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Elongación	,349	4	.	,804	4	,109

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Considerando la cantidad de muestras se aprecia en la prueba de normalidad Shapiro- Wilk una significancia de 0.109 siendo este valor mayor a 0,05 lo que indica la existencia de una distribución normal (Tabla 17).

Tabla 18: Prueba ANOVA para la elongación

ANOVA					
Elongación					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	258,417	3	86,139	72,918	,000
Dentro de grupos	9,451	8	1,181		
Total	267,867	11			

Fuente: elaboración propia

La prueba ANOVA para la elongación demuestra una significancia de 0 (Tabla 18), este valor es menor a 0,05 ($p = 0,000 < 0,05$), es por ello que se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna la cual fue la siguiente: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % no brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico. Cabe indicar que el porcentaje de masa de lignocelulosa del 17,65% corresponde a la muestra BPL6 la cual no obtuvo el mejor resultado de elongación, siendo la muestra BPL7 con un porcentaje de elongación del 13,59% el mayor valor obtenido para esta prueba.

Tabla 19: Comparaciones múltiples para la elongación

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: elongación						
HSD Tukey						
(I) tipo de bioplástico	(J) tipo de bioplástico	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
BPY	BPL5	9,22667*	,88744	,000	6,3848	12,0686

	BPL6	10,51000*	,88744	,000	7,6681	13,3519
	BPL7	11,79333*	,88744	,000	8,9514	14,6352
BPL5	BPY	-9,22667*	,88744	,000	-12,0686	-6,3848
	BPL6	1,28333	,88744	,508	-1,5586	4,1252
	BPL7	2,56667	,88744	,077	-,2752	5,4086
BPL6	BPY	-10,51000*	,88744	,000	-13,3519	-7,6681
	BPL5	-1,28333	,88744	,508	-4,1252	1,5586
	BPL7	1,28333	,88744	,508	-1,5586	4,1252
BPL7	BPY	-11,79333*	,88744	,000	-14,6352	-8,9514
	BPL5	-2,56667	,88744	,077	-5,4086	,2752
	BPL6	-1,28333	,88744	,508	-4,1252	1,5586

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: elaboración propia

Tabla 20: Prueba Tukey para la elongación

elongación			
HSD Tukey ^a			
tipo de bioplástico	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
BPL7	3	1,7967	
BPL6	3	3,0800	
BPL5	3	4,3633	
BPY	3		13,5900
Sig.		,077	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: elaboración propia

La prueba de tukey nos indica que el mejor porcentaje de elongación fue del 13,59% por parte de la muestra BPY (Tabla 20), cuya composición no poseía lignocelulosa residual puesto que fue la muestra blanco, contrastando la siguiente hipótesis alterna: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % no brinda el mejor resultado de elongación en el bioplástico.

- Ho: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % brinda el mejor resultado de resistencia a la tracción en el bioplástico.
- H1: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % no brinda el mejor resultado de resistencia a la tracción en el bioplástico.

Tabla 21: Prueba de normalidad para el esfuerzo de tracción

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tracción	,378	4	.	,790	4	,085

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

La prueba de normalidad Shapiro- Wilk presenta una significancia de 0.085 el cual es mayor a 0,05 lo que demuestra una distribución normal (Tabla 21).

Tabla 22: Prueba ANOVA para el esfuerzo de tracción

ANOVA					
Tracción					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	59,989	3	19,996	7998,556	,000
Dentro de grupos	,020	8	,003		
Total	60,009	11			

Fuente: elaboración propia

La prueba ANOVA para el esfuerzo de tracción indica una significancia de 0 (Tabla 22), el valor de la significancia es menor a 0,05 ($p = 0,000 < 0,05$), por tanto, se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna siendo esta la siguiente: La lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* con un porcentaje de masa de 17,65 % no brinda el mejor resultado de resistencia a la tracción en el bioplástico.

Tabla 23: Comparaciones múltiples para el esfuerzo de tracción

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Tracción						
HSD Tukey						
(I) tipo de bioplástico	(J) tipo de bioplástico	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
BPY	2,00	-4,66667*	,04082	,000	-4,7974	-4,5359
	3,00	-4,83333*	,04082	,000	-4,9641	-4,7026
	4,00	-5,73333*	,04082	,000	-5,8641	-5,6026
BPL5	1,00	4,66667*	,04082	,000	4,5359	4,7974
	3,00	-,16667*	,04082	,015	-,2974	-,0359
	4,00	-1,06667*	,04082	,000	-1,1974	-,9359
BPL6	1,00	4,83333*	,04082	,000	4,7026	4,9641
	2,00	,16667*	,04082	,015	,0359	,2974
	4,00	-,90000*	,04082	,000	-1,0307	-,7693
BPL7	1,00	5,73333*	,04082	,000	5,6026	5,8641
	2,00	1,06667*	,04082	,000	,9359	1,1974
	3,00	,90000*	,04082	,000	,7693	1,0307

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: elaboración propia

Tabla 24: Prueba Tukey para el esfuerzo de tracción

Tracción					
HSD Tukey ^a					
Tipo de bioplástico	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
BPY	3	9,9333			
BPL5	3		14,6000		
BPL6	3			14,7667	
BPL7	3				15,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: elaboración propia

La prueba de Tukey contrasta la hipótesis alterna y demuestra que la muestra BPL7 posee un esfuerzo de tracción de 15,6667 KPa (Tabla 24), siendo este resultado el más elevado. El porcentaje de masa de lignocelulosa residual para esta muestra fue de 22,22%.

- Ho: el bioplástico con un porcentaje de masa de 12,50 % de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* presenta el mejor porcentaje de biodegradación en un periodo de 20 días.
- H1: el bioplástico con un porcentaje de masa de 12,50 % de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* no presenta el mejor porcentaje de biodegradación en un periodo de 20 días.

Tabla 25: Prueba de normalidad para la biodegradación

Pruebas de normalidad							
	Bioplástico	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biodegradación	BPY	,293	3	.	,923	3	,462
	BPL5	,189	3	.	,998	3	,908
	BPL6	,303	3	.	,909	3	,413
	BPL7	,328	3	.	,870	3	,296

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

La prueba de normalidad Shapiro- Wilk brinda valores de significancia mayores a 0,05 teniendo en cuenta estos resultado se evidencia una distribución normal en esta prueba (Tabla 25).

Tabla 26: Prueba ANOVA para la biodegradación

ANOVA					
Biodegradación					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1181,023	3	393,674	53,093	,000
Dentro de grupos	59,318	8	7,415		
Total	1240,341	11			

Fuente: elaboración propia

La prueba ANOVA para la biodegradación brinda una significancia de 0 (Tabla 26), este valor de significancia es menor a 0,05 por tanto se rechaza la hipótesis nula y acepta la

hipótesis alterna la cual fue: el bioplástico con un porcentaje de masa de 12,50 % de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* (BPL5) no presenta el mejor porcentaje de biodegradación en un periodo de 20 días. Este resultado se corrobora en la Tabla 28, donde se observa el mayor valor de biodegradación en base a la pérdida de peso para la muestra BPL7, muestra cuya composición de lignocelulosa residual fue del 22,22%.

Tabla 27: Comparaciones múltiples para la biodegradación

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Biodegradación						
HSD Tukey						
(I) Bioplástico	(J) Bioplástico	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
BPY	BPL5	-8,46000*	2,22333	,022	-15,5799	-1,3401
	BPL6	-18,85000*	2,22333	,000	-25,9699	-11,7301
	BPL7	-26,05000*	2,22333	,000	-33,1699	-18,9301
BPL5	BPY	8,46000*	2,22333	,022	1,3401	15,5799
	BPL6	-10,39000*	2,22333	,007	-17,5099	-3,2701
	BPL7	-17,59000*	2,22333	,000	-24,7099	-10,4701
BPL6	BPY	18,85000*	2,22333	,000	11,7301	25,9699
	BPL5	10,39000*	2,22333	,007	3,2701	17,5099
	BPL7	-7,20000*	2,22333	,048	-14,3199	-,0801
BPL7	BPY	26,05000*	2,22333	,000	18,9301	33,1699
	BPL5	17,59000*	2,22333	,000	10,4701	24,7099
	BPL6	7,20000*	2,22333	,048	,0801	14,3199

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: elaboración propia

Tabla 28: Prueba Tukey para la biodegradación

Biodegradación					
HSD Tukey ^a					
Bioplástico	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
BPY	3	22,6433			
BPL5	3		31,1033		
BPL6	3			41,4933	
BPL7	3				48,6933
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					

Fuente: elaboración propia

La prueba de Tukey contrasta la hipótesis alterna siguiente: el bioplástico con un porcentaje de masa de 12,50% de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* (BPL5) no presenta el mejor porcentaje de biodegradación en un periodo de 20 días. La muestra BPL7 presentó un porcentaje de biodegradación evaluada por la pérdida de peso de 48,69% el cual fue el valor más alto respecto a las demás muestras (Tabla 28). Cabe indicar que el porcentaje de masa de lignocelulosa residual para la muestra BPL7 fue de 22,22%.

IV. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* aumenta la resistencia a la tracción en los biopolímeros de yuca a medida que aumenta el porcentaje de masa en la composición del bioplástico. Un porcentaje de masa de 22,22% de lignocelulosa en el bioplástico aumento hasta un 58,58% la resistencia a la tracción respecto al bioplástico de yuca el cual fue la muestra en blanco, lo cual coincide con Jaafar et al. (2018) quien reportó un aumento de la resistencia a la tracción de un 42% respecto a su muestra de bioplástico virgen de tapioca, la concentración óptima de fibra de hoja de piña que uso para este resultado fue del 30%.

Prachayawarakorn y Hanchana (2016) también reportan sus mejores resultados de tensión de carga máxima al usar un 30% de aserrín de Neem en la composición de su biopolímero. Por otro lado Espina, Cruz y Siche (2016) indican que la concentración óptima de fibras agroindustriales es del 15% en polímeros a base de almidón y con valores mayores al 30% de fibras agroindustriales la resistencia a la tracción desciende.

Por otro lado Gonzalez et al. (2018) obtuvieron un mejor resultado de la resistencia a la tracción al usar un 15% de aserrín de madera en su biopolímero, siendo el máximo porcentaje de aserrín usado en sus muestras del 25%. De manera similar Luna, Villada y Velasco (2009) indican en base a sus resultados que valores mayores al 15% de fibra de fique en el biopolímero de yuca disminuyen la resistencia del producto, resultado que difiere a la presente investigación puesto que el mejor resultado se obtuvo superando el 15% de lignocelulosa residual en el bioplástico de yuca.

Respecto al porcentaje de elongación se obtuvo un 13,59% de elongación como resultado máximo para la muestra BPY seguido de un porcentaje de elongación de 4,36% para la muestra BPL5 con un porcentaje de masa de lignocelulosa del 12,50%.

Alarcón y Arroyo (2016) en su investigación de biopolímeros con aditivos de Chitosan y Xathan reportan porcentajes de elongación de 13,97% para su muestra con más significancia sin aditivos y un 33% de elongación para su muestra con aditivos. Según lo expuesto los biopolímeros realizados por Alarcón y Arroyo poseen una gran elongación sin embargo la fuerza máxima tracción es baja siendo este valor de 8,47 N para su mejor muestra. Comparando las fuerzas máximas de tracción para las muestras BPY y BPL5 (muestras con

mayor elongación en la presente investigación) estas brindaron fuerzas de 2,6 y 3,8 Kg-fuerza equivalentes a 254,9 N y 372,6 N evidenciando la gran diferencia entre ambos biopolímeros.

En cuanto a biodegradación evaluada por la pérdida de peso se observó que a mayor porcentaje de lignocelulosa en el bioplástico de yuca la biodegradación aumentaba siendo la muestra BPL7 la de mayor biodegradación con un valor de 48,69% para un periodo de 20 días; sin embargo, Charro (2015) reporta obtener con su bioplástico de almidón de papa una biodegradación por pérdida de masa de 93,13% para un periodo de 20 días. Por otro lado Portillo (2017) indica obtener una biodegradación en base a la pérdida de peso de $8,6756 \pm 0,89\%$ para 16 días. Estas diferencias de biodegradación evaluadas según la pérdida de peso se deben posiblemente a la composición de los bioplásticos para cada investigación puesto que los componentes comunes solo fueron el almidón y el glicerol.

V. CONCLUSIONES

- La lignocelulosa residual acondicionada de *Ficus benjamina* mejora la calidad del bioplástico de yuca aumentando su resistencia a la tracción y biodegradación utilizando porcentajes de masa de lignocelulosa de 12,50%, 17,65% y 22,22% en la composición de los bioplásticos sin embargo la elongación disminuye a medida que el porcentaje de masa de lignocelulosa residual aumenta en el bioplástico de yuca, siendo el valor mínimo de porcentaje de elongación de 1,79% para la muestra BPL7 cuya concentración de lignocelulosa residual en su composición fue la mayor.
- La muestra BPL5 con un porcentaje de masa de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* de 12,50% compuesta por 1g de lignocelulosa, 7g de almidón de yuca, 1 ml de glicerina y 1 ml de vinagre con una concentración de ácido acético de 3-5%, presentó un porcentaje de elongación promedio de 4.36% siendo éste el mejor resultado en comparación con las muestras con presencia de lignocelulosa residual en su composición las cuales fueron las muestras BPL6 y BPL7, sin embargo la muestra BPY (blanco) cuya composición no presenta lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* obtuvo un porcentaje elongación promedio de 13.59% el cual fue el valor más alto de todos los bioplásticos, es por ello que se concluye que la lignocelulosa residual disminuye la elongación del bioplástico de yuca.
- La muestra BPL7 compuesta por un 22,22% de masa de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* fue la que obtuvo la resistencia a la tracción más elevada con un valor promedio de 15.7 KPa superando a las muestras BPY (blanco), BPL5 y BPL6 cuyos valores de resistencia a la tracción fueron de 9.9KPa, 14.6KPa y 14.8KPa respectivamente lo que indica que a una mayor dosis de lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* la resistencia a la tracción aumenta.
- En cuanto a la biodegradación evaluada por el método gravimétrico se determinó que a mayor porcentaje de masa de lignocelulosa de *Ficus benjamina* presente en el bioplástico de yuca la biodegradación aumenta, siendo la muestra BPL7 la que presentó el mayor porcentaje de biodegradación con un valor de 48.69% para un periodo de 20, esta muestra poseía la mayor dosis de lignocelulosa residual en su composición. La propiedad higroscópica de la lignocelulosa podría intervenir en la aceleración de este proceso de degradación.

VI. RECOMENDACIONES

- En la etapa de acondicionamiento de la lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* se generan residuos de fibras y partículas de lignocelulosa que poseen un tamaño mayor a 180 μm debido al tamizado que se realiza, estos residuos pueden reintegrarse al proceso de secado para dar paso a la trituración usando un mortero con el fin de brindar un aprovechamiento del recurso, por otro lado estos residuos también pueden ser usados como material de compostaje o fabricación de pellets lo que permite la generación de otras investigaciones a futuro.
- Para el proceso de elaboración de bioplástico de yuca con lignocelulosa residual de *Ficus benjamina* se recomienda que el almidón gelatinice a una temperatura de 70°C hasta cambiar de un tono blanquecino a uno transparente luego de la formación de este gel se debe adicionar la lignocelulosa hasta homogenizar el compuesto lo que permite un compuesto sin cuarteamiento al momento del secado, por otro lado se recomienda que la homogenización del compuesto se dé en un periodo de 30 minutos para obtener mejores resultados.
- En cuanto al secado del bioplástico éste debe estar contenido en moldes de vidrio, se puede aplicar una pequeña cantidad de aceite vegetal en el molde para obtener un mejor resultado al momento de separar el bioplástico del molde.
- Pasado la vida útil del bioplástico éste puede ser usado en compostaje sin ocasionar daños al ambiente debido a que el producto es biobasado y degradable, cabe indicar que este producto brinda nutrientes al suelo.

REFERENCIAS

ABREU, José. Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 7(2), 187-197, 2012. ISSN 1870-557X.

ACEVEDO, María, PARRA, Carlos y MUVDI, Carlos. Estudio del proceso de clarificación de hidrolizados de almidón de yuca utilizando membranas cerámicas. *Vitae, revista de la facultad de ciencias farmacéuticas y alimentarias*, 22 (2), 121-129, 2015. ISSN 0121-4004.

AGUILAR, Edgar, SEGREDÁ, Ana, SABORIO, Daniel, MORALES, Jorge, CHACÓN, Miguel, RODRIGUEZ, Ligia, ACUÑA, Pablo, TORRES, Sergio y GOMÉZ, Yannery. Manual del cultivo de la yuca (*Manihot Esculenta Crantz*). INTA, 2016, 91 pp. ISBN 978-9968-586-16-0.

ALARCÓN, Hugo y ARROYO, Edmundo. Evaluación de las propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón modificado de la papa. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82 (3), 315-323, 2016. ISSN 1810-634X.

ARIAS, Fidias. (2012). El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. 6.^a ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. 143 pp. ISBN: 980-07-8529-9.

ARISTIZÁBAL, Darly, CAICEDO, Gerardo, PRADA, María, CASAS, Ana, y MARTÍNEZ, Hader. Efecto del Tween® 80 sobre la bioprecipitación de carbonato de calcio por *Bacillus cereus*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XIX (1), 116-123, 2017. ISSN 0123-3475.

BEOVIDES, Yoel, MILIÁN, Marily, COTO, Orlando, RAYAS, Aymé, BASAIL, Milagros, SANTOS, Arletys, LÓPEZ, Jorge, MEDERO, Víctor, CRUZ, José, RUIZ, Elianet, y RODRÍGUEZ, Daniel. Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*). *Cultivos Tropicales*, 35 (2), 43-50, 2014. ISSN: 0258-

5936.

BULTRAGO, Oscar, RODRIGUEZ, Pedro y MONROY, Mario. Biodegradación temprana en suelo de biocompuestos elaborados con poli-3-hidroxbutirato, policaprolactona y aserrín de Cannabis Indica-Rusia Blanca. *Información tecnológica*, 29(6),103-112, 2018.

CHANDRASEKARAN, SIVAMANI y RANJITHKUMAR . Characterization of combined organic–inorganic acid-pretreated cassava stem. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(6) ,1291–1296, 2017. DOI 10.1007/s13762-016-1232-8

CHARRO, Mónica. Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata. Tesis (Titulación en Ing. química). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2015.

CORTÉS, Simón, CHAVARRIAGA, Paul, CEBALLOS, Hernán., y LÓPEZ, Camilo. Evaluación de la expresión de genes implicados en la biosíntesis de almidón en diferentes variedades de yuca. *Acta Biológica Colombiana*, 20 (2), 37-46, 2015. ISSN. 0120-548X.

DAVINDRA BRABU, Mathivanan, JANUAR, Parlaungan, MOHD RUZAIMI, Mat, DANDI, Bachtiar y TEZARA, Cionita. The Mechanical Properties of Alkaline Treated Pineapple Leaf Fibre to Reinforce Tapioca based Bioplastic Resin Composite. *Materials Science Forum*, 882, 66-70, 2017.

DE LA CRUZ, GÓMEZ, SANTANDER, CATAGUA, MENDOZA y PEREDA. Efecto del pretratamiento alcalino sobre la biodegradabilidad anaeróbica de la cáscara de café. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 92, 36-41, 2019. ISSN 0120-6230. <https://dx.doi.org/10.17533/udea.redin.20190516>.

ENCALADA, Katherine, ALDÁS, María Belén, PROAÑO, Erick y VALLE, Vladimir. An overview of starch-based biopolymers and their biodegradability. *Ciencia e Ingeniería*, 39(3), 245-258, 2018. ISSN: 1316-7081.

EUROPEAN BIOPLASTICS. Bioplastic facts and figures [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019]. Disponible en: https://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Facts_and_figures.pdf

ESPINA, Miguel, CRUZ-TIRADO, J. y SICHE, Raúl. Propiedades mecánicas de bandejas elaboradas con almidón de especies vegetales nativas y fibras de residuos agroindustriales. *Scientia Agropecuaria*, 7(2), 133-143,2016. ISSN: 2077-9917.

GAÑAN, Piedad, ZULUAGA, Robin, CASTRO, Cristina, RESTREPO, Adriana, VELÁSQUEZ, Jorge, OSORIO, Marlon, MONTOYA, Úrsula, VÉLEZ, Lina, ÁLVAREZ, Catalina, CORREA, Carlos, y MOLINA, Carlos. Celulosa: un polímero de siempre con mucho futuro. *Revista Colombiana de materiales*, Edición especial, 01-04, 2017. ISSN 2256-1013.

GARCÍA, Alma. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. *ITCA Editores*, 1.^a ed. El Salvador, 2015.49 p. ISBN: 978-99961-50-21-0.

GONZALEZ, Yenny, SALAMANCA, Juan y VARGAS, José. The effect of potato starch modified as a coupling agent in polymer-wood fiber composites. *Prospectiva* 16(1), 107–113, 2018. <https://doi.org/10.15665/rp.v16i1.1236>

JAAFAR, Jamiluddin, JANUAR, Siregar, OUMER, Ahmed, HAMDAN, Mohammad Hazim, TEZARA, Cionita y SAPUAN SALIT, Mohd. Experimental Investigation on Performance of Short Pineapple Leaf Fiber Reinforced Tapioca Biopolymer Composites. *BioResources*, 13(3), 6341-6355,2018.

KEHONG ZHANG, HUI XIAO, YUHANG SU, YANRONG WU, YING CUI y MING LI. Mechanical and Physical Properties of Regenerated Biomass Composite Films from Lignocellulosic Materials in Ionic Liquid. *BioResources*, 14(2), 2584-2595, 2019.

doi:10.15376/biores.14.2.2584-2595.

LUNA, Gabriela, VILLADA, Héctor y VELASCO, Reinaldo. Almidón termoplástico de yuca reforzado con fibra de fique: preliminares. *Dyna*, 76(159), 145-151, 2009. ISSN 0012-7353.

LIU, C, LI, Y, y HOU, Y. Preparation and structural characterization of lignin micro/nano-particles with ionic liquid treatment by self-assembly. *eXPRESS Polymer Letters*, 12(10), 946-956, 2018.

MARTÍNEZ, Omar, LAPO, Byron, PÉREZ, Johnny, ZAMBRANO, Cristhian, y MAZA, Favián. Mecanismo de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador. *Revista Colombiana de Química*, 44 (2), 16-21, 2015.

MEAÑO, Ninoska, CIARFELLA, Ana y Dorta Ana. Caracterización morfológica y perfil viscoamilográfico del almidón nativo de ñame congo (*Dioscorea bulbifera* L.). *Saber, Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 28(2), 250-256, 2016. ISSN: 1315-0162.

MEDINA, Miguel, LARA, Lorena, AGUILAR, Cristóbal y GARZA, Heliodoro. Aprovechamiento de materiales lignocelulósicos para la producción de etanol como carburante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 3(6), 35-41, 2011.

MEMON, Arshad, MEMON, Sheeraz, PEERZADA, Mazhar, ALI MANGI, Sajjad, MUHAMMAD, Khan y MUJTABA, Ghulam. Recent eco-friendly developments in personal protective clothing materials for reducing plastic pollution: a review. *Engineering, Technology & Applied Science Research* ,9(2),4012-4018, 2019. ISSN 1792-8036.

MEZA, Ysabel y JULCA, Alberto. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) en la subcuenca de santa teresa, cusco. *Ecología Aplicada*, 14 (1), 55-63, 2015. ISSN 1726-2216.

MUKHTAR, Hayat, SINGH, Amandeep, KAUR, Hardeep. Bioassay Guided Fractionation and in vitro Anti-plasmodial Activity of Ficus deltoidea and Ficus benjamina. *Pharmacognosy Journal*, 10(2), 235–240, 2018. ISSN 0975-3575.

MUMTAZ, AL-ZUAIDY, ABDUL HAMID, DANISH, AKHTAR Y MUKHTAR. Metabolite profiling and inhibitory properties of leaf extracts of Ficus benjamina towards α -glucosidase and α -amylase. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1560–1574, 2018. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1499112>

NAVIA, Diana, VILLADA, Héctor y AYALA, Alfredo. Evaluación mecánica de bioplásticos semirrígidos elaborados con harina de yuca. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Edición especial N°2, 77-84, 2013.

NINO, Lilibeth, ACOSTA, Alejandro y GELVES, Ricardo. Evaluación de pretratamientos químicos para la hidrólisis enzimática de residuos lignocelulósicos de yuca (*Manihot esculenta Crantz*). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, n°69, 317-326, 2013. ISSN 0120-6230.

NUNEZ, Carlos. Disgregado para microscopía de tejidos leñosos utilizando monoetanolamina en medio alcalino. *Revista de ciencia y tecnología*. n.26, 16-20, 2016. ISSN 1851-7587.

PAOLINI, Jorge. Actividad microbiológica y biomasa microbiana en suelos cafetaleros de los Andes venezolanos. *Terra latinoamericana*, 36(1), 13-22, 2017

PASTRANA, Félix, ALVIZ, Heraldo y SALCEDO, Jairo. Respuesta de dos cultivares de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) (CM 3306-4 y MCOL 2215) a la aplicación de riego en condiciones hídricas diferentes. *Acta Agronómica*, 64 (1), 48-53, 2015. ISSN 2323-0118.

PEREZ, Darío, MORA, Ruben y LOPEZ, Camilo. Conservación de la diversidad de yuca

en los sistemas tradicionales de cultivo de la amazonia. *Acta Biol.Colomb*, 24(2) ,202-212, 2019. ISSN 0120-548X. <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.75428>.

PIZARRO, Monica, SÁNCHEZ, Teresa, CEBALLOS, Hernan, MORANTE, Nelson y DUFOUR, Dominique. Diversificación de los almidones de yuca y sus posibles usos en la industria alimentaria. *Revista Politécnica*, 37(2),1-6, 2016.

PORTILLO, María. Desarrollo de bioplástico para Guayaba (*Psidium guajava* variedad Pedro Sato). Tesis (Título en Ing. de agroindustria alimentaria). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, 2017.

PRACHAYAWARAKORN, Jutarat., y HANCHANA, Areeya. Effect of neem wood sawdust content on properties of biodegradable thermoplastic acetylated cassava starch/neem wood sawdust composites. *Starch/Staerke*, 68, 1–9, 2016. <https://doi.org/10.1002/star.201600113>

QUERO, Milton. Confiabilidad y coeficiente de Alpha de Cronbach. *Telos*, 12(2), 248-252, 2010. ISSN: 1317-0570.

RODRÍGUEZ, Ariel. Biodegradabilidad de materiales bioplásticos. *Ciencia y tecnología de los alimentos*, 22(3), 69-72, 2012. ISSN 0864-4497.

RODRÍGUEZ, María, CASTRILLO, María, VELÁZQUEZ, Juan, KRAMER, Gustavo, SEDLER, Cyntia., ZAPATA, Pedro y VILLALBA, Laura. Obtención de azúcares fermentables a partir de aserrín de pino pretratado secuencialmente con ácido-base. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(2), 317-324, 2017. ISSN: 0188-4999.

SCHERZINGER, Marvin, y KALTSCHMITT, Martin. Heat Induced Pre-Treatment Technologies for Lignocellulosic Biomass. A Comparison of Different Processes and Techniques. *Journal of Ecological Engineering*, 20(7), 134–146, 2019.

doi:10.12911/22998993/109876.

SHAH, Kamran, NOOR UL AMIN, AHMAD, Imran, SHAH, Sumayya y HUSSAIN, kamal. Dust particles induce stress, reduce various photosynthetic pigments and their derivatives in *Ficus benjamina*. A landscape plant. *Int. J. Agric. Biol.*, 19(6), 1469–1474, 2017. ISSN: 1814–9596.

SUAREZ, José, RESTREPO, José, QUINCHIA, Adriana y MERCADO, Fredy. Fibras vegetales colombianas como refuerzo en compuestos de matriz polimérica. *Tecnura*, 21(5), 57-66, 2017. ISSN 0123-921X. <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a04>.

SUÁREZ, Lorenzo, y MEDEROS, Víctor. Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*). Tendencias actuales. *Cultivos Tropicales*, 32(3), 27-35, 2011. ISSN 0258-5936.

TOKIWA, Yutaka, CALABIA, Buenaventurada, UGWU, Charles y AIBA, Seiichi. Biodegradability of Plastics. *International Journal of Molecular Sciences* 10(9) ,3722–3742, 2009. doi:10.3390/ijms10093722.

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 33(1), 155-165, 2009. ISSN:0379-7082.

VILLARROEL, Pía; GOMEZ, Camila; VERA, Camila y TORRES, Jairo. Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista chilena de nutrición*, 45(3) ,271-278,2018. ISSN0717-7518. <http://dx.doi.org/10.4067/s071775182018000400271>

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: RODRIGUEZ BALBUENA, JUNIO JULIO
 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N° 01
 1.4. Autor del instrumento: Carlos Olivares Quispe

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.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

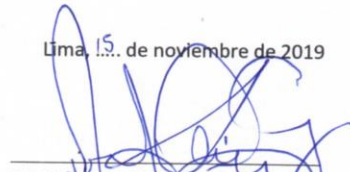
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 15 de noviembre de 2019



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°:

CIP: 819732

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: ORRANIERA SUAREZ, JUAN JULIO
 1.2. Cargo o institución donde labora: docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N.º 2
 1.4. Autor del instrumento: Carlos Oliveros Quispe

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.															

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

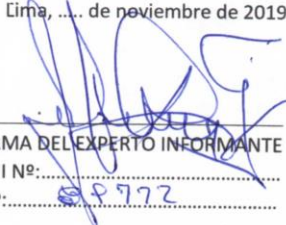
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, de noviembre de 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°:
 CIP: 89772

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: Ordoñez Galvez Juan Julio
 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N° 03
 1.4. Autor del instrumento: Carlos Alvaros Cispedra

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.															

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

S
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 15 de noviembre de 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°:
 CIP: 89778

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: O. P. O. OLIVERA GARCIA, JUAN JOSE
 1.2. Cargo o institución donde labora: docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N°04
 1.4. Autor del instrumento: Carla Olivera Quispe

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.															

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 15. de noviembre de 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°:.....
 CIP:.....

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: CASTAÑEDA OLIVERA Carlos Alberto
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente e Investigador / UCV Lima Norte
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N°01
- 1.4. Autor del instrumento: Carlos Oliveras Oliveros

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.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 15 de noviembre de 2019



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°: 42922258
 CIP: 130267

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Castro Medina Olivera, Carlos Alberto
 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente e Investigador / UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N.º 02
 1.4. Autor del instrumento: Carlos Olivera Quispe

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.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 15 de noviembre de 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°:.....
 CIP:.....

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Gastón Olivares Carlos Alberto
 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente e investigador / UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N° 03
 1.4. Autor del instrumento: Carlos Olivares Quispe

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.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 15 de noviembre de 2019



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°: 42922258
 CIP: 130267

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente e Investigador / UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N° 05
 1.4. Autor del instrumento: Carlos Olivera Cispetan

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.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 15. de noviembre de 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°:.....
 CIP:.....

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Elmer Benites Alfo
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N.º 2
- 1.4. Autor del instrumento: Carlos Olvera Quispe

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.												✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Sí
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

Lima, 14 de noviembre de 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N.º ELMER BENITES ALFO
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP: 71660

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: Elmer Benites Alfaro
 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos N° 03
 1.4. Autor del instrumento: Carlos Olivares Quispe

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.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
 - El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

✓
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90

Lima, 14 de noviembre de 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°:
 CH:
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 71968

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Elmer Benites Alfaro
- 1.2. Cargo o institución donde labora:..... Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos V.201
- 1.4. Autor del instrumento:..... Carlos Olivares Quiroga

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.													✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

Lima, 14 de noviembre de 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 ELMER BENITES ALFARO
 DNI N°: INGENIERO QUIMICO
 CIP: Reg. CIP N° 71998

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Elmer Benito Alfaro
- 1.2. Cargo o institución donde labora:..... Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos V.201
- 1.4. Autor del instrumento:..... Carlos Olivares Quiroga

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.													✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

Lima, 14 de noviembre de 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 ELMER BENITO ALFARO
 DNI N°: INGENIERO QUIMICO
 CIP: Reg. CIP N° 71998



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

REGISTRO DE DATOS N°01

Registro de recolección de muestra de residuos de poda de Ficus Benjamina (Biomasa Lignocelulósica)

Responsable: Olivares Quispetera Carlos Antonio

Fecha :

Hora:

Muestra Lugar de recolección

Ubicación (Coordenadas UTM)

Cantidad de muestra (Kg)

01

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

CIP:.....

CIP:.....

CIP: 8772.....

FIRMA:.....

FIRMA:.....

FIRMA:.....

INGENIERO QUÍMICO
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA
MAG. CIP N° 7788

Dr. Ing. Carlos Alberto Custumeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
Investigador CONCYTEC: 17089

Handwritten signatures and stamps in blue ink.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

REGISTRO DE DATOS N°01

Registro de recolección de muestra de residuos de poda de Ficus Benjamina (Biomasa Lignocelulósica)

Responsable: Olivares Quispetera Carlos Antonio

Fecha :

Hora:

Muestra Lugar de recolección

Ubicación (Coordenadas UTM)

Cantidad de muestra (Kg)

01

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

CIP:.....

CIP:.....

CIP: 8772

FIRMA:.....

FIRMA:.....

FIRMA:.....

INGENIERO QUÍMICO
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA
MAG. CIP N° 7788

Dr. Ing. Carlos Alberto Custumeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
Investigador CONCYTEC: 17089




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

REGISTRO DE DATOS N°03

Composición de bioplástico de Manihot esculenta Crantz (yuca) con biomasa lignocelulósica de los residuos de poda de Ficus Benjamina Responsable: Olivares Quispetera Carlos Antonio

Muestra	Lignocelulosa de Ficus Benjamina		Almidón de yuca		Hora:		Observación	
	Código	% masa (g)	% masa (g)	Glicerol (ml)	Ac. Acético (ml)	Agua destilada (ml)		Tiempo (min)
01								
02								
03								
04								
05								

NOMBRES Y APELLIDOS:.....
 CIP:.....
 FIRMA: 
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CIP N° 71986

NOMBRES Y APELLIDOS:.....
 CIP:.....
 FIRMA: 
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP. 130267
 Investigador CONCYTEC: 17089

NOMBRES Y APELLIDOS:.....
 CIP:.....
 FIRMA: 



Características físicas del bioplástico de Manihot esculenta Crantz (yuca) con la biomasa lignocelulósica de los residuos de poda de Ficus Benjamina

Responsable:	Olivares Quispetera Carlos Antonio	
Fecha:	Hora:	
Muestra	Código	Prueba de % Elongación
01		Prueba de Tracción (KPa)
02		
03		
04		
05		

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

CIP:.....
FIRMA:.....
ELMER GONZÁLEZ BENITES ALFARO
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP N° 71988

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

CIP:.....
FIRMA:.....
Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Oñativari
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
Investigador CONCYTEC: 17089

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

CIP:.....
FIRMA:.....



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

REGISTRO DE DATOS N°05

Biodegradabilidad del bioplástico de Manihot esculenta Crantz (yuca) con biomasa lignocelulósica de los residuos de poda de Ficus Benjamina
Responsable: Olivares Quispetera Carlos Antonio

Muestra	Código	Periodo de 5 días			Periodo de 10 días			Periodo 15 días			Periodo 20 días		
		Peso inicial (g)	Peso final (g)	% biodegradación	Peso inicial (g)	Peso final (g)	% biodegradación	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	% biodegradación	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	% biodegradación
01													
02													
03													
04													
05													

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

NOMBRES Y APELLIDOS:.....

CIP:.....

CIP:.....

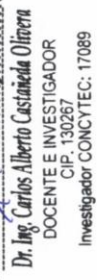
CIP:.....

FIRMA:.....

FIRMA:.....

FIRMA:.....


EMER GONZALEZ BENITES ALANG
 INGENIERO QUIMICO
 Reg. CIP N° 71998


Dr. Ing. Carlos Alberto Custaneda Olivares
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP. 130267
 Investigador CONCYTEC: 17089



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de Pruebas Físicas

Solicitado por: Carlos Antonio Olivares Quispetera

Procedencia de la Muestra: Av. Universitaria cuadra 56 – Los Olivos

Recepción de la Muestra: 18 / 11 / 2019

Pruebas de Probetas – Elongación y Tracción

Ítem	Muestra	Elongación (%)	Resistencia a la tracción (KPa)
1	BPY-1	11,54	9,9
	BPY-2	15,38	9,9
	BPY-3	13,85	10,0
2	BPL5-1	4,62	14,6
	BPL5-2	3,85	14,6
	BPL5-3	4,62	14,6
3	BPL6-1	3,08	14,7
	BPL6-2	3,85	14,8
	BPL6-3	2,31	14,8
4	BPL7-1	1,54	15,7
	BPL7-2	1,54	15,6
	BPL7-3	2,31	15,7

Método ASTM D882

Lima, 22 de Noviembre del 2019



MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe