



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos
lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Carrasco Palma, Karen Leonor (ORCID: 0000-0002-4535-9186)

ASESOR:

MSc. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto (ORCID:0000-0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi madre Matilde por siempre estar conmigo apoyándome en toda mi formación profesional, brindándome su amor, apoyo incondicional y motivándome para ser una buena persona y profesional.

A mis abuelitos Eladio y Santos quienes me han apoyado en todo este proceso de mi carrera a través de sus consejos y enseñanzas para lograr esta meta.

Agradecimiento

A Dios por regalarme la vida y la fortaleza para realizar esta investigación.

A la casa de estudio la Universidad Cesar Vallejo por brindarme las enseñanzas necesarias en el transcurso de la carrera profesional, también agradecer a mis colegas, amigos y familiares por acompañarme en esta etapa de estudio.

Por otro lado, agradecer a mi asesor el Mgs Luis Ordoñez por brindarme los conocimientos y guiarme para poder desarrollar la tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	
Índice de figuras	
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	56

índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de la variable.....	55
Tabla 2. Materiales e insumos para la elaboración de sorbetes.....	21
Tabla 3. Resultados de ensayos granulométrico.....	24
Tabla 4. Composición de los residuos de castaña.....	25
Tabla 5: Características mecánicas de la M1 de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	32
Tabla 6: Características mecánicas de la M2 de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	33
Tabla 7: Características mecánicas de la M3 de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	34
Tabla 8: Características mecánicas de la M4 de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	35
Tabla 9. Promedio de espesor de las muestras.....	35
Tabla 10: Dureza de los bioplásticos de sorbetes biodegradables.....	36
Tabla 11: Pesos del proceso de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	37
Tabla 12: Pesos promedios de sorbetes en 4 semanas.....	37
Tabla 13: Resultados de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	38
Tabla 14: Composición física química de la cáscara de <i>Bertholletia excelsa</i>	38
Tabla 15: Componentes de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	39

índice de figuras

Figura N° 1: Castaña Amazónica.....	21
Figura N°2 y 3: Pesado de la cáscara de <i>Bertholletia excelsa</i>	23
Figura N°4 y 5: Lavado de los residuos.....	23
Figura N° 7: Molienda y pesado de los residuos de la castaña.....	24
Figura N° 8: Curva granulométrica.....	25
Figura 9 y 10: Pesaje de las sustancias de maicena y pectina cítrica.....	26
Figura N ° 11 y 12: Pesaje de las sustancias de canela en polvo y colorante.....	26
Figura 13: Mezcla de sustancias.....	28
Figura 14 y 15: Mezcla de las sustancias con los residuos de la castaña Amazónica.....	28
Figura 16 y 17: Muestras de residuos de castaña en moldes para secado.....	29
Figura N° 18: Cortes del bioplástico con las respectivas dimensiones.....	29
Figura N° 19: Forma del sorbete a través de una bagueta.....	30
Figura N° 20 y 21: Sorbetes biodegradables de residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	31
Figura N° 22 y 23: Pesado de muestras de sorbetes biodegradables.....	32
Figura N° 24: Baldes de tierra orgánica con los sorbetes.....	33
Figura N° 25: Proceso de biodegradación de los sorbetes.....	34
Figura N° 26: Grafica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M1.....	35
Figura N° 27: Grafica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M2.....	36
Figura N° 28: Grafica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M3.....	37
Figura N° 29: Grafica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M4.....	38
Figura N° 30: Grafica de Dureza de los bioplásticos de <i>Bertholletia excelsa</i>	39
Figura N° 31: Esquema del proceso de elaboración de los sorbetes	42
Figura N° 32: Inicio de biodegradación de los sorbetes de <i>Bertholletia excelsa</i>	57
Figura N° 33: Peso promedio del sorbete.....	58
Figura N° 34: Bioplástico con presencia de hongos durante el secado.....	58

Figura N° 35: Análisis de tracción de los bioplásticos.....	59
Figura N° 36: Análisis de dureza Shore A de los bioplásticos.....	59
Figura N° 37: Prueba del sorbete en agua.....	60

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad la elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, bajo métodos de ensayo, instrumentos y composiciones en diferentes concentraciones, acorde a las revisiones bibliográficas recopiladas de cada variable. La investigación es de enfoque cuantitativo y tipo aplicada. En la primera etapa se realizó el acondicionamiento de los residuos; En la segunda etapa se analizó las composiciones físicas químicas de la cáscara de *Bertholletia excelsa* para determinar el material lignocelulósicos que presenta; para la tercera etapa que es la elaboración del bioplástico de *Bertholletia excelsa* se realizaron 4 mezclas , las cuales fueron 2 mezclas de 24 g de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* con dosis de pectina de 25g y 30g; y 2 mezclas 20 g residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* con las mismas dosis de pectina , se hizo una repetición por muestra. Para la etapa final se enviaron a analizar los bioplásticos de sorbetes obteniendo como resultados promedio de elongación 9.16 %, 34.95 N de tracción y una dureza 89 shore A. Siendo M4 la dosis más óptima para la elaboración del sorbete. Por otro lado, el porcentaje de biodegradación que alcanzo en 28 días fue del 75%.

Palabras clave: Residuos lignocelulósicos, *Bertholletia excelsa*, biodegradación

ABSTRACT

The purpose of this investigation is the elaboration of biodegradable sorbets from lignocellulosic residues of *Bertholletia excelsa*, under test methods, instruments and compositions in different concentrations, according to the bibliographic reviews compiled for each of the variables. The research is quantitative and applied. In the first stage, the conditioning of the residues was carried out; for the second stage, the physical and chemical compositions of the *Bertholletia excelsa* peel were analyzed to determine the percentages of lignocellulosic material present; in the third stage, which is the elaboration of the *Bertholletia excelsa* bioplastic, 4 mixtures were made, which were 2 mixtures of 24 g of lignocellulosic residues of *Bertholletia excelsa* with pectin doses of 25g and 30g; and 2 mixtures of 20 g of lignocellulosic residues of *Bertholletia excelsa* with the same doses of pectin; a repetition of each mixture was made. In the last stage, the sorbet bioplastics were sent for analysis, obtaining as average results of elongation 9.16 %, 34.95 N of traction and 89 shore A hardness. Being M4 the most optimal dose for the elaboration of the sorbet. On the other hand, the percentage of biodegradation reached in 28 days was 75%.

Keywords: Lignocelulosic wastes, *Bertholletia excelsa*, biodegradation.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe la problemática de las industrias de los plásticos convencionales que son elaborados a base de polímeros procedentes del petróleo, formado por macromoléculas naturales y sintéticos de diferentes estructuras (lineal, ramificadas, entrecruzadas y homopolímeros) ;causantes de uno de los grandes problemas ambientales en el mundo por su composición y el periodo de tiempo que toma su degradación, debido a su gran demanda por ser un material (flexible, durable y ligero) y sobre todo de bajo costo (BILBAO,2015) . Desde el inicio de la década de 1950, la fabricación de plásticos ha superado a otros tipos de materiales, representan la mitad de desechos en todo el mundo, sin embargo, solo el 9% es reciclado y 9.000 millones de toneladas finalizan en botaderos, basureros o en el ambiente (ONU, 2018). En el mundo se usan anualmente 5 billones de plásticos, lo que significa aproximadamente 10 millones por minuto, asimismo por año se desechan al mar 13 millones de toneladas de plástico (ONU, 2018). Donde el 50% pertenece a plásticos desechables tales como bolsas, botellas de bebidas, sorbetes, que pueden tardar hasta 1000 años en el ecosistema para degradarse. El cual se ve afectado por las diferentes actividades antropogénicas, especialmente las industrias de polímeros y producto de la perforación de petróleo. En el año 2016 en Perú se generó 7005,576 TM de residuos sólidos municipales urbanos, de los cuales el 1,9% del total de los residuos fueron reciclados entre ellos (plásticos, papel, cartón, otros) (MINAM 2018). Los bioplásticos se introduce como una alternativa a esta realidad frente al excesivo uso de plástico sintético ya que presenta propiedades biológicas y biodegradables (EUROPAN BIOPLASTIC, 2017). A nivel global en el año 2019 la producción de bioplásticos es aproximadamente 2.11 millones de toneladas, donde 663 millones de toneladas corresponde a envases y embalajes flexibles (Díaz, 2020). Por otra parte, la castaña amazónica debido a sus diferentes propiedades y a su alto valor nutricional ha conllevado a aumentar su producción, exportación de sus semillas a los mercados internacionales y con ello el incremento de la generación de los residuos agrícolas. La producción de castaña ocupa el 30% de la superficie de la región de Madre de dios, el cual

beneficia a 20 mil familias de manera directa e indirecta e implica el 67% del total de ingresos de las familias vinculadas a esta actividad. Asimismo, más de 249 mil 301 kg de castaña seca pelada se exporto en el 2017 y en mayo del 2018 se logró exportar 1.000 kg de castaña a Europa (SENASA, 2018). Por esta razón se formulan los siguientes problemas; como problema general se tiene ¿Cuál es la elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021?; y los problemas específicos fueron : ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de los sorbetes biodegradables elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021? , ¿Cuál es el tiempo de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021? y ¿Cuál es la composición físico química de la cáscara de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021?. De acuerdo con el problema de la investigación se plantea como **justificación ambiental** la siguiente: en los últimos años el aumento de las temperaturas en el ambiente ha ocasionado desordenes en los ecosistemas acuáticos, terrestres y aéreos; causando un desequilibrio de la flora y fauna, sumándose a ello la contaminación por residuos de plásticos sintéticos que llegan a parar en el océano, debido a que la mayor parte de estos es de un solo uso (CHAPA BALCORTA, 2014). **La justificación Económica** se basa en lo siguiente: Para la producción de plásticos de un solo uso se invierte grandes cantidades de dinero, causando impactos negativos en nuestro entorno que los utiliza, diseñados con un solo fin y no pueden ser reutilizados (GREENPEACE, 2016), la implementación de esta propuesta de solución tiene una ventaja económica ya que el financiamiento del presupuesto se considera viable al aprovechar los residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* en la elaboración de sorbetes biodegradables, lo que hace una alternativa de bajo costo y accesible para los pobladores. **La justificación Social;** en la actualidad gran parte de los residuos generados por las actividades del hombre se encuentran flotando en el mar; también, existen residuos dentro de cualquier otro ecosistema producida por la propia naturaleza después de no tener otro uso (MINAM, 2019). Por esta razón, mediante el aprovechamiento de los residuos disminuirémos este problema, obteniendo productos para uso y satisfaciendo con las necesidades actuales de la población, a través de la elaboración de

sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, convirtiéndole en un producto novedoso no solo para la región sino también para nuestro país, siendo esta una nueva alternativa de solución, factible y económica sobre todo importante en la minimización de estos residuos agrícolas y en la disminución del consumo de los plásticos convencionales. Por otro lado, están realizando una inadecuada disposición de los residuos agrícolas, y no están aprovechando al máximo sus productos, debido a que solo buscan exportar las semillas sin cascara (nuez) y los residuos solo lo usan como abono, alimento para animales o los queman, causando no solo contaminación al aire sino también al suelo. Esta investigación presenta como **objetivo general**: Ensayar la elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021; como **objetivos específicos** tenemos: Estudiar las características físicas mecánicas de los sorbetes biodegradables elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* Lima, 2021; Determinar el tiempo de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021; y Analizar la composición física química de la cáscara de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021. Tomando como referencia la norma ASTM-ISO .

de los plásticos de acuerdo a su composición, propiedades físico-mecánicas y biodegradación (ESCOMBES,2009). Como siguiente punto tenemos la **Hipótesis general**, H1: La elaboración de sorbetes biodegradables es posible a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021. H0: La elaboración de sorbetes biodegradables no es posible a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de obtener mayores alternativas que sean biodegradables y poder reemplazar al plástico; Se detallan las siguientes investigaciones:

Internacional

CABRERA, E., et al. (2016) en su investigación sobre caracterización de residuos agroindustriales para su aprovechamiento, determinó la lignina, sólidos totales, cenizas, pH de carga cero a partir de la paja y cáscara de la caña de azúcar y coco seco. Estos residuos fueron sometidos a un secado a temperatura ambiente por 36 horas, después se efectúa la molienda y posteriormente se tamizo en partículas entre 180 y 850 μm . Concluye que realizar la caracterización de los residuos agroindustriales es relevante para destacar la lignina como un recurso con elevado potencial industrial en sus distintas aplicaciones.

GONZALES, L., et al. (2017) busca la elaboración de biopelículas a partir de las proteínas del sachá inchi, en su procedimiento aisló la proteína liofilizada y adicionó sorbitol como plasticante, asimismo se efectuó la mezcla con agua y NaOH para luego ser llevado a homogenizar los componentes a 70°C de calor. Concluyeron que a través del análisis de la muestra se obtuvo un plástico con pH12 de baja permeabilidad y solubilidad lo que significa que se debe aprovechar las proteínas del sachá inchi para elaborar películas comestibles.

BOLIO, et al., (2017) el presente artículo obtuvo el 50% de rendimiento de fibra pre-tratada de caña de azúcar y mediante el tratamiento de hidrólisis ácida y blanqueamiento un 34% de rendimiento de celulosa final. Además, según el análisis de difractogramas de rayos-X nos indica que la celulosa alcanzó un 69 % de cristalinidad y el tamaño del cristal fue 2.3 nm y de la paja de caña sin tratamiento obtuvo un 46% de cristalinidad con tamaño cristal de 2.6 nm valor menor que la celulosa con tratamiento. Finalmente se concluye que la paja de la caña de azúcar es una fuente de celulosa con gran potencia para la elaboración de recipientes biodegradables.

LOPEZ, et al., (2014), En su artículo científico titulado usos potenciales de la cáscara de banano para la elaboración de bioplásticos, realizó un análisis termogravimétrico (TGA) y otro de calorimetría diferencial de barrido (DSC). En

la cual se obtuvo resultados: 11,91% de humedad residual, un 23,03% hemicelulosa, un 23.02% celulosa, 29.87% de lignina, 0.78% de cenizas, y la extracción del almidón se dio por tinción con Lugol. En conclusión, se obtuvo un biomaterial con resultados positivos en cuanto durabilidad y aspectos físicos.

PONCE, et. al (2020) en su estudio elaboro una biopelícula de bioplásticos a partir de residuos de aguacate los cuales presentan características físicas y mecánicas aceptables, del mismo modo, el porcentaje de biodegradabilidad que en condiciones anaeróbicas es de 45 días. Llegando a la conclusión que debido a sus propiedades representa un uso potencial en cuanto a la elaboración de empaques y a la vez amigables con el medio ambiente.

Según AVELLAN, Adriana, et al., (2020) en su estudio buscó extraer el almidón de del maíz y luego mezcló con glicerina y ácido acético para la elaboración de una lámina de bioplásticos. El cual obtuvo un rendimiento de 5,72% y un porcentaje de biodegradación de 89,40% en un periodo de 42 días.

Nacional

TAMAYO, et al., (2017) En su artículo, tomó únicamente el arrocillo, analizó los porcentajes de solidos hidrosolubles y el almidón. Luego procedió a elaborar 3 tipos de fibras vegetales: tallo de caña de azúcar, mesocarpio de coco y pseudotallo de banano en diferentes proporciones de aglomerados los cuales fueron elaborados con 5 repeticiones. Por último, se procedió a dar forma de caja realizando las evaluaciones mecánicas de dureza superficial, tracción y densidad.

Según HUAYHUA, L., et al. (2019) en su investigación tiene como objetivo la fabricación y comercialización de sorbetes a base de almidón de papa, productos compostables y biodegradables. Estos sorbetes al estar elaborados con materiales orgánicos son una fuente renovable, ya que después de su vida útil se biodegradan en un periodo corto, además pueden ser utilizados como abono orgánico para las plantas de tal manera que, se minimiza los impactos a nuestro planeta.

Según MEZA, P (2016). El Presente estudio se realizó en tres etapas: En etapa 1 uso el método por decantación dando como resultado la relación de amilosa

26.21 %, amilopectina de 73.79% y un 89.8% con respecto al almidón soluble de la papa Yungay. Asimismo, para la etapa 2 se utilizó la metodología de hidrolisis química con el objetivo de polimerizar el almidón logrando una elongación máxima de 19.99% y la tracción fue 1.47 Mpa. En etapa final se utilizó el compost como medio de degradación concluyendo que el plástico elaborado presenta un alto nivel de biodegradación alcanzando un valor de 64,21% en 92 días.

Como siguiente antecedente se expone el artículo de estudio de RAMOS, (2015) busca caracterizar la composición química de tres tipos de residuos lignocelulósicos. Para la determinación de la composición química se realizó mediante el método de Weende; para determinar el porcentaje de lignina y hemicelulosa se aplicó la metodología de Klason y para la celulosa Kurschner y Hoffer. Las composiciones químicas y las propiedades morfológicas de los residuos se determinaron por triplicado. Los resultados que se obtuvieron fue paja de trigo se obtuvo 14,4% de lignina, 38.7% de Celulosa y 30%, en la Vaina de arveja 13.1% de lignina, 44.9% de Celulosa y 28.4% de Hemicelulosa y con bagazo de maíz se obtuvo 10.1% de lignina, 28.3% de Celulosa y 25% de Hemicelulosa.

El siguiente artículo de ALARCON, et. al (2016) estudio las propiedades químicas-mecánicas del bioplástico elaborados a partir de almidón de papa modificado, con el objetivo de buscar una mejora en relación a su mecanismo, de tal modo que la modificación del almidón adicionando ácido acético al 5% muestra una mejora de un 4% en cuanto a la fuerza de elongación y tracción, asimismo; ayudara a la biodegradación del material el cual muestra en un 87% de la espectroscopia infrarroja.

Según SERNAQUE, et al., (2020) su artículo de investigación se basó en dos etapas. La primera etapa se utilizó una metodología basada en la adición de plastificantes como el agua y glicerol (con distintos volúmenes). En la última etapa, se utilizó humus de lombriz como medio de degradación, el rango de tiempo utilizado para estimar la biodegradabilidad de las láminas fue de 1 a 4 semanas. Finalmente se determinó que el bioplástico elaborado con cáscara de mango tuvo una reducción del 93,06 % en su peso inicial y el bioplástico elaborado con cáscara de plátano un 73,16 % de reducción en su peso inicial al

finalizar el estudio. se determinó que tiene una relación directa con la biodegradabilidad de la lámina ya que, al aumentar la cantidad de glicerol, aumenta la biodegradabilidad de las láminas.

Local

LAMA, J. (2018) en su investigación las biopelículas de pectina de naranja fueron analizadas y se determinó que hay una diferencia significativa de las propiedades físico-químicas en las muestras BPLAST y BPLAST2. En la primera muestra se obtuvo una fuerza de tracción de 1.201 N, elongación 10.85%, solubilidad 48.38%, humedad 50.52%, biodegradabilidad 64.52% en 20 días. Finalmente, los valores para la segunda muestra fueron fuerza de tracción de 0.971 N, elongación 9.31%, solubilidad 58.38%, humedad 56.13%, biodegradabilidad de 73,68% en 20 días.

MAMANI, Angie y Francia, (2019) utilizó residuos avícolas y agrícolas en la elaboración de bioplásticos. La extracción del almidón de arvejas se realizó por el método de decantación y la extracción del colágeno por medio de hidrólisis. Como resultado del análisis para bioplásticos blandos se obtuvo una dureza de 23.3 Shore A, elongación 35.2 y tracción de 11.25 N. Por otra parte, utilizó fibra de trigo, goma de arroz y harina de arveja para la elaboración de bioplástico duro obteniendo un resultado de 49,6 en Shore D. Se concluye que los residuos ya mencionados cumplen con las propiedades mecánicas y biodegradación.

SÁNCHEZ, (2017) En su investigación realizó la extracción del almidón de las cáscaras de la papa y el camote; los mezcló con agua destilada, glicerina y ácido acético por 5 minutos. Seguidamente la masa se colocó en placas de vidrio de 25x25 cm para el secado a temperatura ambiente por 3 días. Según los resultados del análisis el camote logró un valor de elongación de $18,67 \pm 6,17\%$ y una tracción de $1,88 \pm 0,29$; para la papa la elongación fue $10,85 \pm 2,50\%$ y una tracción de $0,148 \pm 0,92$ Mpa. En conclusión, los valores del camote fueron menores que el polietileno de baja densidad el cual tiene una tracción de $6,98 \pm 0,095$ Mpa y elongación de $51,25 \pm 0,95\%$.

BERNEDO, Karol, PALOMINO, Nataly (2020) en su investigación elaboraron bioplásticos a partir de las propiedades óptimas (pectina y alginato) de algas

Macrocystis pyrifera. En su metodología utilizó tres dosis del material 20g, 30g y 40g. Asimismo se adicionó almidón de yuca y sorbitol, dando como resultado que la tercera dosis es la más óptima debido a sus propiedades de tracción 0.032 Mpa y alargamiento 20%. También se analizó la solubilidad y biodegradación de las biopelículas siendo la segunda dosis la más óptima y su periodo de degradación es de 20 días.

GALLARDO, Celeste y VELASQUEZ, Berenice (2021) en su investigación de elaboración de sorbetes biodegradables a partir de la cascara de *Mangifera indica* y *Vitis vinífera* tuvieron como principales componentes el almidón y celulosa. Según sus resultados determinaron que la cascara de *Mangifera indica* tiene mayor contenido de almidón y las cascaras de *Vitis vinífera* contiene mayor cantidad de celulosa convirtiéndolo un plástico más duro y resistente.

Asimismo, para el desarrollo de este estudio de investigación se debe tener en cuenta **teorías** relacionadas a cada una de variables de investigación.

Como primer punto se definirá a los residuos agrícolas y luego a los residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*. **Residuos Agrícolas** estos residuos son generados por la agricultura (raíces, hojas o frutos) que a través de los cultivos de cereal grano, se generan en la cosecha, siendo estos de naturaleza fibrosa; Asimismo, los cultivos industriales son fibras textiles y semillas oleaginosas que generan residuos de tallos con biomasa lignocelulósica, que por medio de la descomposición se introducen en el suelo presentando una mejoría en las propiedades agrónomas del suelo cultivado (CUADROS, 2008). El árbol de **la castaña amazónica** es una especie no maderable con elevado valor ecológico, tiene una altura de más de 20 m (INDECOPI, 2018). Las semillas de la castaña presentan una cubierta dura, rugosa y leñosa. Dentro de la cubierta posee una almendra envuelta en una epidermis marrón. Los frutos son una capsula de forma esférica, con una medida de 9 a 15 cm de diámetro que puede llegar a pesar 0.5 a 1.5 kg los cuales contienen de 10 a 25 semillas de 3 a 5 cm de largo y 4 a 10 g de peso (PERU ECOLOGICO, 2009).

El material lignocelulósico este compuesto de tres polímeros diferentes como son lignina, celulosa y hemicelulosa. La celulosa en una planta está compuesta por partes de estructuras cristalina. Cuando las capas de celulosa se unen,

forman las conocidas fibrillas de celulosa las cuales son resistentes al proceso de hidrólisis y regiones amorfas susceptibles a la degradación enzimática; es el polímero más importante para la pared celular ya que brinda a la célula vegetal la forma y estructura (WALISZEWSKI, 2005). **La hemicelulosa** es una estructura compleja de carbohidratos que consiste en polímeros de diferentes azúcares como xilosa y arabinosa (pentosas), manosa, glucosa y galactosa (hexosas) y ácidos de azúcar. El componente predominante de la hemicelulosa de la madera y plantas agrícolas es el xilano. La hemicelulosa tiene un peso molecular mucho más bajo que la celulosa, y con cadenas laterales cortas que constan de diferentes polímeros de azúcares, fáciles de hidrolizar (FENGEL, G. y WENEGER, G. 1984). **La lignina** es uno de los polímeros que abunda en la naturaleza y lo podemos encontrar en la pared celular. Cuyo objetivo principal en las plantas es brindar el soporte en su estructura, impermeabilidad y resistencia ante un ataque microbiano u el estrés oxidativo. Es un polímero insoluble en el agua y es ópticamente inactiva es por ello que su degradación es más difícil (CORTES, 2011). **Hemicelulosa** es un polisacárido formado por pentosas y hexosas. Las cuales están presentes de tres maneras: pectina, ácido péptico y protopéctina.

El **Peso** es aquella medición de fuerza que actúa sobre una masa o un punto de apoyo originado por la aceleración de la gravedad, esta medición se realiza por medio de un dinamómetro o balanza (CARVAJAL 2008).

Como marco teórico de la **variable dependiente** tenemos:

Bioplásticos

Los bioplásticos son aquellos polímeros que se degradan por medio de microorganismos (bacterias, hongos, etc.); de origen orgánico los cuales pueden ser residuos agrícolas, forestales y animales, en principio renovable. Además, cabe mencionar que existen cuatro tipos de plásticos biodegradables: Biodegradables sintéticos, fotodegradables, semibiodegradables y los biodegradables naturales completos (SEGURA, et al., 2007).

Las propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de cualquier material reflejan la relación entre la fuerza aplicada y la respuesta del material a la misma. Estas propiedades pueden ser medidas a través de ensayos de elongación, tracción y dureza.

La **elongación** consiste en medir la deformación de la probeta a través de la aplicación de esfuerzo entre dos puntos fijos de la misma medida, el cual es sometida a un estiramiento hasta llegar al punto de ruptura (MENDEZ, 2010).

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Elongación} = \frac{(\text{longitud final} - \text{longitud inicial})}{\text{longitud inicial}} * 100$$

La prueba de **tracción** es mecánica, es el esfuerzo máximo, con el que es sometida a carga una probeta. Es decir, mide la carga aplicada y la elongación de la muestra a una cierta distancia. Asimismo, determina el comportamiento elástico y plástico de cualquier material como su resistencia máxima o rotura (Cortes, 2015). Por otro lado, agregamos las fórmulas y las máquinas para el análisis. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$e = \frac{L - L_0}{L_0}$$

La **Biodegradación**

La biodegradación en bioplásticos se desarrolla por la acción de los microorganismos (bacterias, hongos, etc.) bajo condiciones normales del ambiente. Como son humedad, temperatura, oxígeno. Este proceso se puede dar de manera aeróbica o anaeróbica (GREENPEACE, 2009). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{\text{peso inicial seco} - \text{peso final seco}}{\text{peso inicial seco}} \times 100$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

A. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que tiene como propósito dar solución a problemas en este caso la contaminación por plásticos y la acumulación de los residuos agrícolas (castaña Amazónica). Según LOZADA (2014) “la investigación es aplicada, debido a que enlaza investigaciones teóricas y productos generando conocimientos de aplicación directa para problemas en la vida real.”

La investigación es de enfoque cuantitativo. (COOK y Retechard, 2004) “Sostiene que la hipótesis se demuestra mediante la recolección de datos en la medición numérica y análisis estadístico”.

B. Diseño de investigación

El diseño es experimental. Obtenidos de las muestras de los sorbetes biodegradables para analizar sus propiedades físico-mecánicas, composición y biodegradación de los sorbetes, los cuales van a ser analizados en el laboratorio LABICER (HERNANDEZ, 2014). Igualmente, la determinación de la composición de los residuos lignocelulósicos se obtiene a través de la manipulación de instrumentos de laboratorio, para el proceso de autenticidad de la investigación. (CONCYTEC, 2018).

3.2. Variables y operacionalización

- **Variable independiente:** Residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

Definición conceptual:

"El material lignocelulósico consiste en tres tipos diferentes de polímeros, celulosa, hemicelulosa y lignina (CORTES, 2011).

Variable operacional: Los residuos lignocelulósicos serán medidos por sus características y dosis.

Indicadores: celulosa, lignina, hemicelulosa,

Unidad de medida: % p/p, % p/p, %, %, Kg.

- **Variable dependiente:** Sorbetes biodegradables

Definición conceptual: La elaboración de sorbetes biodegradables por medio naturales como son lignina, celulosa, hemicelulosa y Holocelulosa naturales son medios para la producción de productos biodegradables, ya que se tiene una demanda excesiva de plásticos (RAMOS, 2016)

Variable operacional: La elaboración de sorbetes biodegradables será medida por sus propiedades físico-mecánicas y biodegradabilidad.

Indicadores: Dureza, resistencia de tracción, resistencia de elongación, Biodegradabilidad en días y por intemperie.

Unidad de medida: shore A, N, %, horas, %.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La presente investigación tiene como población de estudio 611 g de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

“La población es el conjunto de todos los casos que coinciden con una serie de especificaciones” (SAMPIERI, 2014).

Muestra

Para este proyecto de investigación se utilizará una muestra representativa de 611 g en peso seco de *Bertholletia excelsa*.

“La muestra es un subgrupo de la población que cumplen con las características determinadas en la población” (SAMPIERI, 2014).

Muestreo

El muestreo fue censal porque se trabajó con toda la población universal.

“La elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino a las causas que tengan relación con las características de la investigación o el propósito de cada investigador” (JHONSON, 2014).

Unidad de análisis

Para esta investigación la unidad de análisis fue de 611 g en peso seco de residuos de *Bertholletia excelsa*.

“La unidad de análisis son los sujetos que van a ser medidos” (SAMPIERI, 2014).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

En esta investigación se utilizó la técnica de observación y el análisis de la información bibliográfica para la recolección de datos en el desarrollo de cada etapa.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos se realizarán por medio de ficha de registros de datos diseñada de acuerdo al proyecto de investigación y se completarán a medida que se realicen los análisis de laboratorio.

Ficha de registro N° 1: Análisis de la composición química de los residuos de *Bertholletia excelsa*.

Ficha de registro N° 2: Composición de los sorbetes biodegradables.

Ficha de registro N° 3: Análisis de las características físicas mecánicas de los sorbetes biodegradables.

Ficha de registro N° 4: Análisis del tiempo de biodegradación de los sorbetes.

Igualmente, los análisis de laboratorio de las propiedades físico-mecánicas de los sorbetes biodegradables se realizarán en el Laboratorio LABICER, donde se analizarán la resistencia de tracción y elongación de una muestra de sorbetes. Por otro lado, los análisis de composición fueron realizado por el laboratorio SLAB PERU y el proceso biodegradación será determinado en días e intemperie.

A. Validez

Los instrumentos de evaluaciones que se aplicarán en esta investigación, serán validados por profesionales expertos en el tema. Todos ellos docentes de la Universidad César Vallejo – Lima Norte Universidad.

B. Confiabilidad del instrumento

En esta investigación la confiabilidad del instrumento será medida a través del programa de Excel para cada una de sus composiciones. Asimismo, el trabajo será basada en lineamientos de laboratorios con equipos calibrados por INACAL para mayor autenticidad de resultados.

“Es la consistencia de los resultados a través de repeticiones, con la finalidad de que concuerden los resultados para mayor grado de confiabilidad” (HERNANDEZ, 2014).

3.5. Procedimiento

Tabla 2. Materiales e insumos para la elaboración de sorbetes

Materiales y Equipos	Insumos
Plancha de calentamiento	Cáscara de <i>Bertholletia excelsa</i>
Balanza analítica	Pectina ácida
Molino manual	Vinagre blanco
Licuada	Glicerina
Pipeta de 150 ml	Agua destilada
Vagueta	Maicena
Colador	Colorante en polvo
Baldes con tierra orgánica	Canela en polvo

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

ETAPA 1: Acondicionamiento de los residuos de *Bertholletia excelsa*

Paso 1: Obtención de *Bertholletia excelsa*

Se compró 6 kg de castaña Amazónica en los puestos de venta de frutos secos, del mercado Santa Luzmila – Comas.



Figura N° 1: Castaña Amazónica.

Paso 2: Descascarillado y pesado

Se retiró la cáscara del fruto de *Bertholletia excelsa* con un cuchillo manual y luego se procedió con el pesado de los residuos. Obteniendo 611g.



Figura N°2 y 3: Pesado de la cáscara de *Bertholletia excelsa*.

Paso 3: Lavado de los residuos

Los residuos de la castaña fueron lavados en 4 L de agua destilada por cuatro veces; con la finalidad de eliminar las impurezas.



Figura N°4 y 5: Lavado de los residuos.

Seguidamente, se llevó a secar a temperatura ambiente por 5 días.



Figura N° 6: Secado de los residuos.

Paso 3: Triturado y tamizado de los residuos

El proceso de triturado se realizó con un molino manual para granos. Posteriormente se pesó los residuos obteniendo la cantidad de 460 g en peso seco.



Figura N° 7: Molienda y pesado de los residuos de la castaña.

Paso 4: Tamizado de los residuos

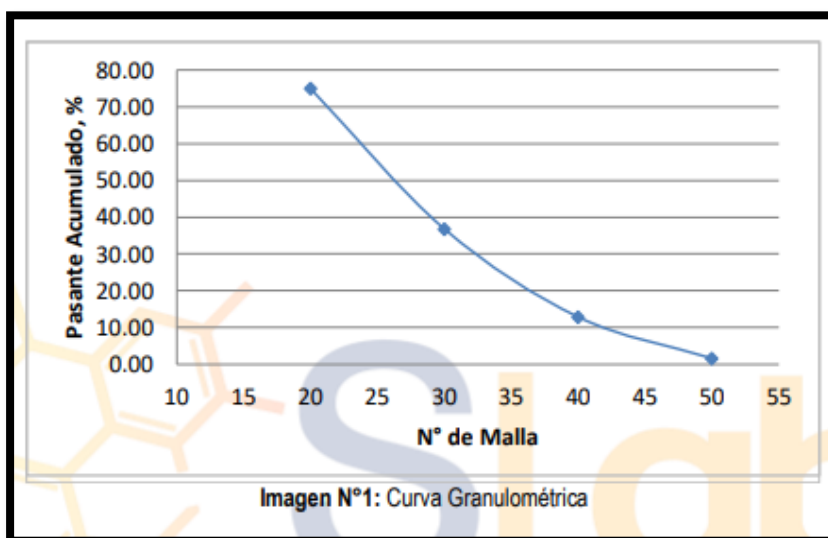
El tamizado lo realizó el laboratorio SLAB PERÚ utilizando un numero de malla 80 mm. Adicionalmente se agrega el ensayo granulométrico del tamizado.

Tabla N° 3: Resultados de ensayo granulométrico

N° de malla	Abertura mm	%Retenido	%Retenido acumulado	% Pasante acumulado
20	0,850	25,07	25,07	74,93
30	0,600	38,120	63,19	36,81
40	0,425	23,910	87,11	12,89
50	0,300	11,260	98,37	1,63
Base		1,63	100,00	0.00

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Figura N° 8: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

ETAPA 2: Determinación de la composición física química de *Bertholletia excelsa*

Para la determinación de la composición física química del residuo se envió a al laboratorio SLAB PERU a analizar los siguientes parámetros:

Tabla N° 4: Composición de los residuos de castaña.

Parámetro	Metodología
Humedad	Gravimetría
Extracción Etéreo	NREL/TP-510-42619
Lignina	TAPPI T-222
Celulosa	KURSCHNER Y HOFFER
Hemicelulosa	ASTM D1104
Holocelulosa	ASTM D1104

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

ETAPA 3: Elaboración del bioplástico de *Bertholletia excelsa*

Para la elaboración del bioplástico se inicia con el pesado de cada una de los insumos: Residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, pectina, maicena, vinagre, glicerina, agua destilada, colorante y canela en polvo.

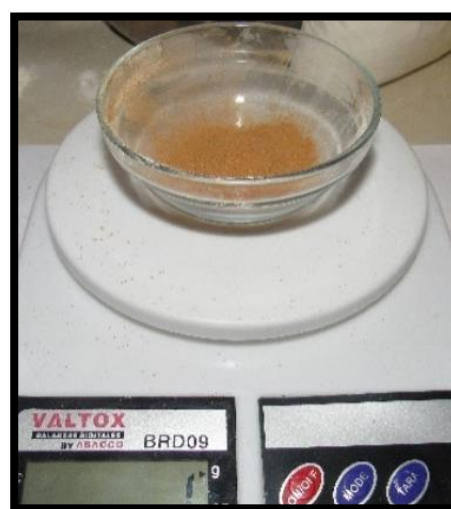
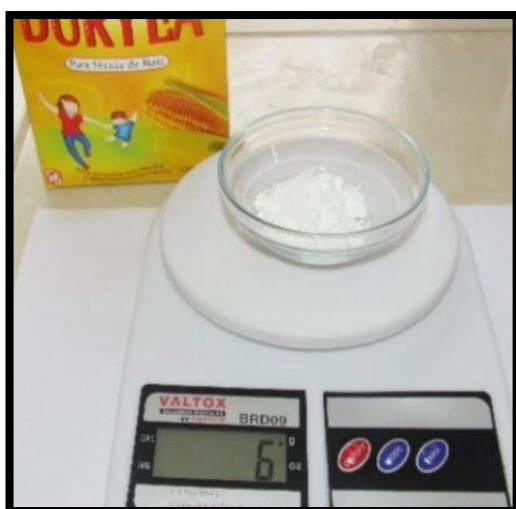


Figura 9 y 10: Pesaje de las sustancias de maicena y pectina cítrica.



Figura N° 11 y 12: Pesaje de las sustancias de canela en polvo y colorante.

Posteriormente, se realizaron 2 mezclas: 1 mezclas de 20 g de residuos lignocelulósicos con pectina de 25g y 30g; Asimismo 1 mezclas de 24g de residuos lignocelulósicos con las mismas dosis de pectina. En una olla se colocó maicena y agua destilada que funcionan como plastificante, vinagre blanco, dosis de pectina que actúa como reticulante, glicerina, vinagre blanco, canela en polvo y colorante estos fueron mezclados hasta obtener una sustancia homogénea. Se disolvió completamente con la ayuda de una estufa, hasta observar una masa espesa.



Figura N° 13: Mezcla de sustancias.

En una licuadora se agregó los residuos de castaña, agua destilada y la masa obtenida, para integrarlos por 4 minutos.



Figura N° 14 y 15: Mezcla de las sustancias con los residuos de la castaña Amazónica.

Finalmente, las muestras finales fueron colocadas en moldes y se llevó a secar a temperatura ambiente por un periodo aproximadamente de 4 a 6 días. Este proceso se repite 1 vez de cada mezcla con las mismas dosis de pectinas.

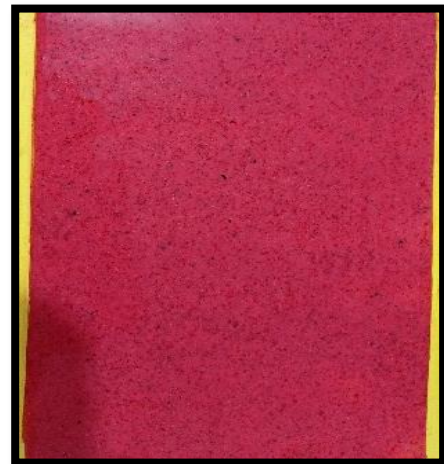
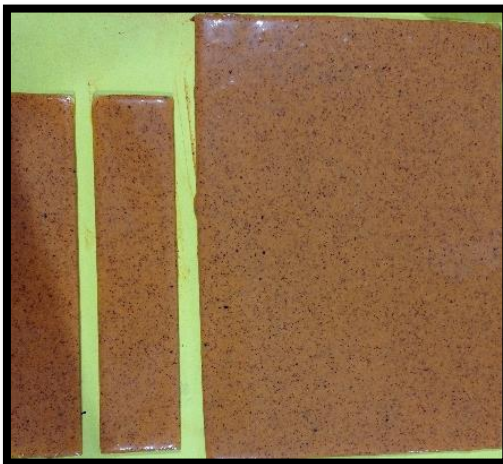


Figura 16 y 17: Muestras de residuos de castaña en moldes para secado.

ETAPA 3: Elaboración de los sorbetes de *Bertholletia excelsa*.

En la elaboración de los sorbetes se utilizó un sellador natural a base de maicena y agua. Después ya con el bioplástico seco se procedió a realizar cortes de 4.5 x 20 cm. Por otro lado, se utilizó una de vagueta de laboratorio para finalmente dar formar a los sorbetes sellando completamente con nuestro pegamento natural.

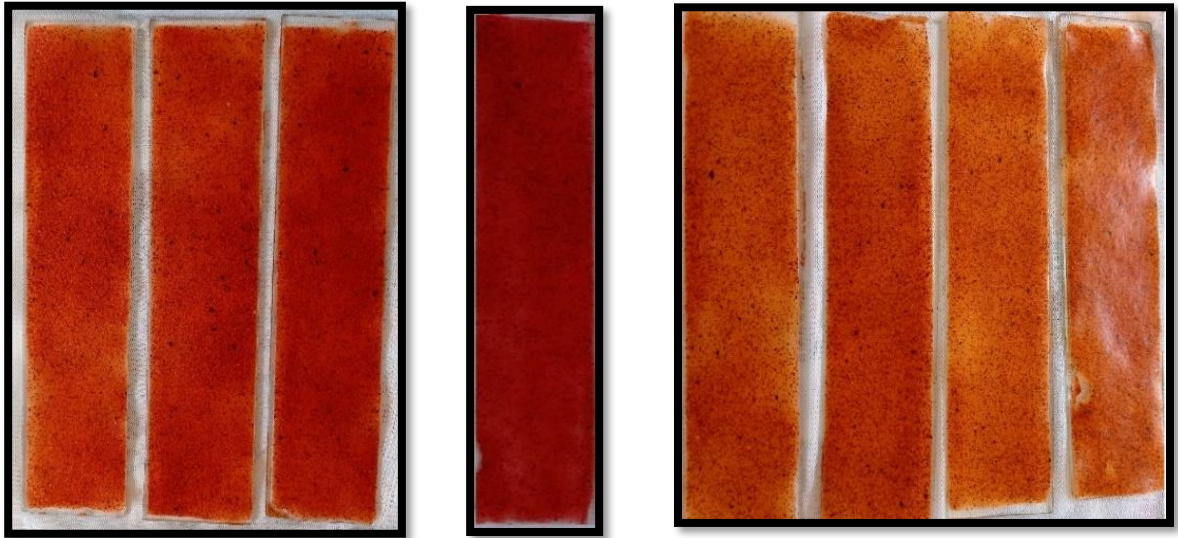


Figura N° 18: Cortes del bioplástico con las respectivas dimensiones.

Se utilizó una de varilla de agitación de laboratorio para finalmente dar formar a los sorbetes sellando completamente con nuestro pegamento natural.



Figura N° 19: Forma del sorbete a través de una bagueta.

Los sorbetes elaborados serán llevados al laboratorio para conocer las características físicas mecánicas como dureza, resistencia de elongación y resistencia de tracción. También la biodegradabilidad, será medida en días como en intemperie.



Figura N° 20 y 21: Sorbetes biodegradables de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

ETAPA 4: Pruebas físicas mecánicas

Después de la elaboración de los sorbetes biodegradables con *Bertholletia excelsa* se determina el peso promedio de cada sorbete. Para el análisis de los ensayos de dureza se envió un bioplástico de 5 x 5 cm y 0.5 de espesor de las 4 muestras. Por otro lado, para los ensayos de resistencia de tracción y elongación se envió 5 probetas de cada bioplástico de 2.5 cm x 15 cm y un espesor de 1/2. Estos análisis serán determinados en el laboratorio LABICER.

ETAPA 5: Biodegradabilidad de los sorbetes de *Bertholletia excelsa*

Para la determinación de la biodegradabilidad en el suelo, se usó un sorbete de cada muestra con las mismas dosis de pectina (25g y 30g).



Figura N° 22 y 23: Pesado de muestras de sorbetes biodegradables.

Se colocaron En cuatro baldes con 500g de tierra orgánica. Para demostrar cuanto es el tiempo de biodegradación en días y a la intemperie.

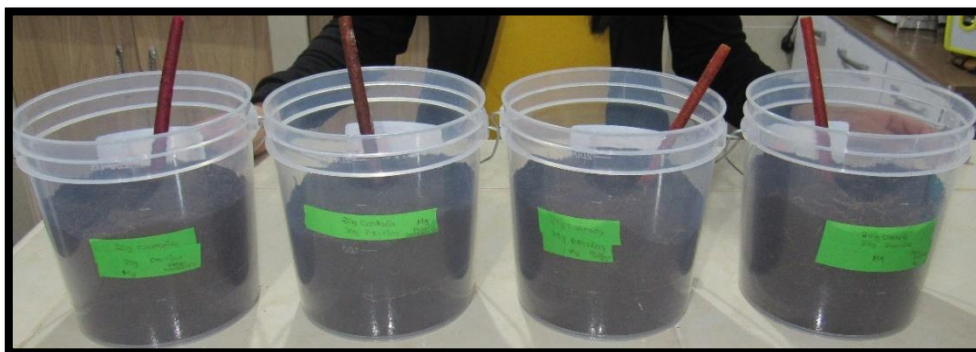


Figura N° 24: Baldes de tierra orgánica con los sorbetes.



Figura N° 25: Proceso de biodegradación de los sorbetes.

3.6. Método de análisis de datos

En elaboración de los sorbetes biodegradables se utilizó técnicas de laboratorio para determinar las pruebas físicas mecánicas. Por otro lado, se utilizaron los siguientes programas:

- Microsoft Excel: Nos permite desarrollar fichas de registros de datos, cuadros comparativos y gráficos para nuestra investigación.
- Spss versión 24: Nos permitirá procesar los datos obtenidos de los análisis de laboratorio.

3.7. Aspectos éticos

En esta investigación tanto las fuentes como las referencias bibliográficas utilizadas serán debidamente citadas, respetando los derechos del autor. Asimismo, los resultados del análisis de las muestras serán garantizadas por un laboratorio acreditado por INACAL, de manera que, esta investigación sea utilizada para futuras investigaciones de temas relacionados. Por otro lado, se aplicaron normas internacionales (ASTM-D882) (ASTM-D2240).

IV. RESULTADOS

Características físicas mecánicas de los sorbetes biodegradables elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

4.1. La tracción promedio de los sorbetes de la muestra 1 (M1) es de 21,16 Newton (N), variando entre 14,85 N a 28,12 N. Por su parte, la elongación promedio de los sorbetes de la M1 es de 3,73 %, variando entre 2,6 % a 4,3 % (tabla 5).

Tabla 5: Características mecánicas de la muestra 1 (M1) de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*

Repeticiones M1	Tracción (N)	Elongación %	Método de referencia
1	19,93	4,20	ASTM D 882
2	14,85	2,60	
3	28,12	4,30	
4	21,73	3,80	
Promedio	21,16	3,73	

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

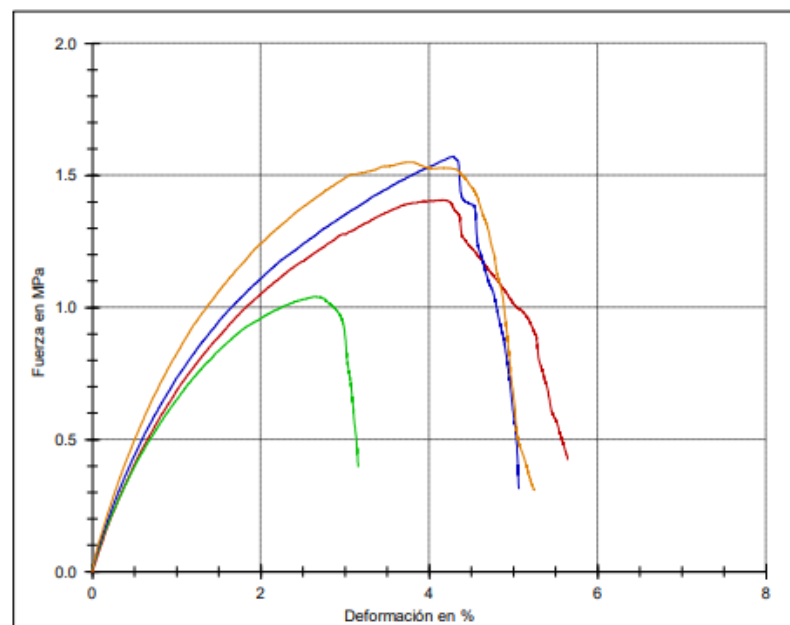


Figura Nº 26: Gráfica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M1.

4.2. La tracción promedio de los sorbetes de la muestra 2 (M2) es de 20,64 Newton (N), variando entre 14,69 N a 40,83 N. Por su parte, la elongación promedio de los sorbetes de la M2 es de 5,2 %, variando entre 3,1 % a 8,2 % (tabla 6).

Tabla 6: Características mecánicas de la muestra 2 (M2) de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

Repeticiones M2	Tracción (N)	Elongación %	Método de referencia
1	14,69	8,2	ASTM D 882
2	13,65	5,0	
3	40,83	3,1	
4	13,39	4,5	
Promedio	20,64	5,2	

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

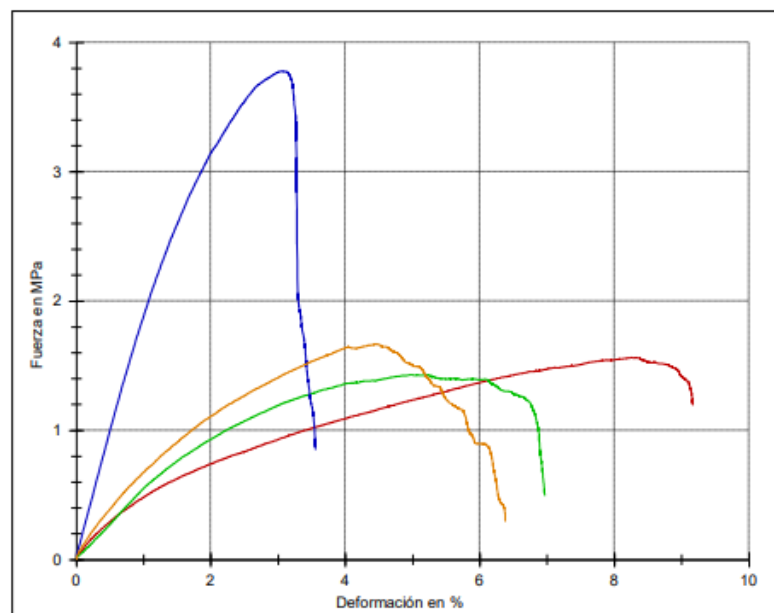


Figura Nº 27: Gráfica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M2.

4.3. La tracción promedio de los sorbetes de la muestra 3 (M3) es de 28,52 N, variando entre 20,24 N a 41,34 N. Por su parte, la elongación promedio de los sorbetes de la M3 es de 5,5 %, variando entre 3,6 % a 9,1 % (tabla 7).

Tabla 7: Características mecánicas de la muestra 3 (M3) de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*

Repeticiones M3	Tracción (N)	Elongación %	Método de referencia
1	41,34	9,1	ASTM D 882
2	20,24	6,6	
3	27,77	3,6	
4	21,28	3,7	
5	31,99	4,7	
Promedio	28,52	5,5	

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

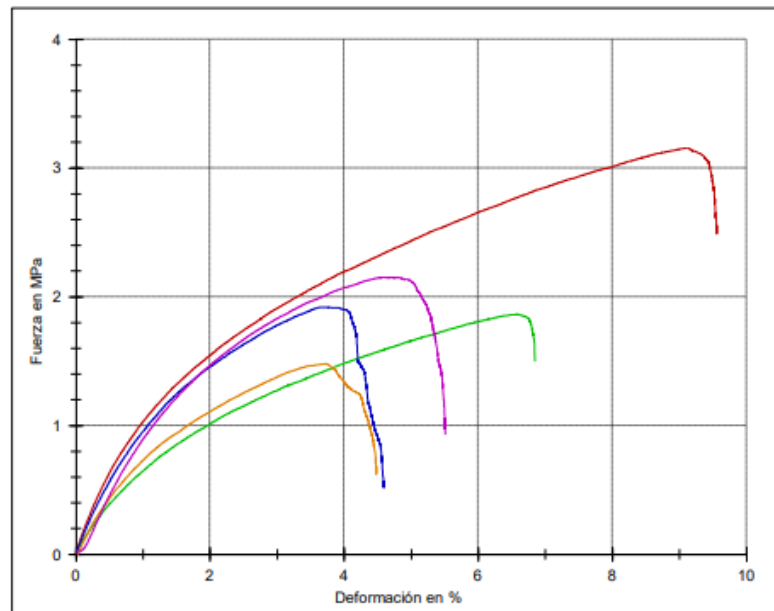


Figura N° 28: Gráfica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M3.

4.4. La tracción promedio de los sorbetes de la muestra 4 (M4) es de 34,95 N, variando entre 24,04 N a 47,79 N. Por su parte, la elongación promedio de los sorbetes de la M4 es de 9,2 %, variando entre 5,6 % a 13,2 % (tabla 8).

Tabla 8: Características mecánicas de la muestra 4 (M4) de bioplásticos de sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

Repeticiones M4	Tracción (N)	Elongación %	Método de referencia
1	33,28	8,4	ASTM D 882
2	28,99	5,6	
3	24,04	13,2	
4	47,79	10,7	
5	40,67	7,9	
Promedio	34,95	9,2	

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

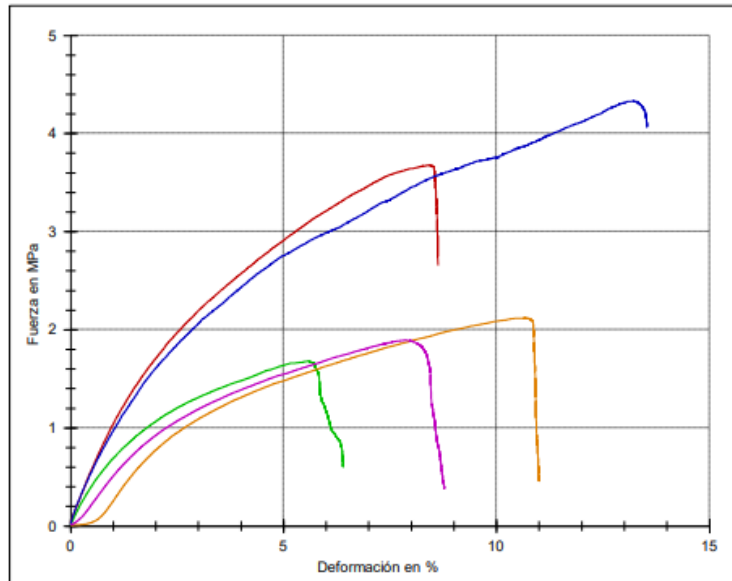


Figura N° 29: Gráfica de fuerza de tracción (MPa) vs elongación (%) M4.

4.5. El espesor promedio que presentan los bioplásticos en la M1 es 0.58 mm, M2 es 0.36 mm, M3 fue 0,51 y M4 0,57 (Tabla 9).

Tabla 9. Promedio de espesor de las muestras

Muestras	Espesor (mm)
M1	0,58
M2	0,36
M3	0,51
M4	0,57

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021

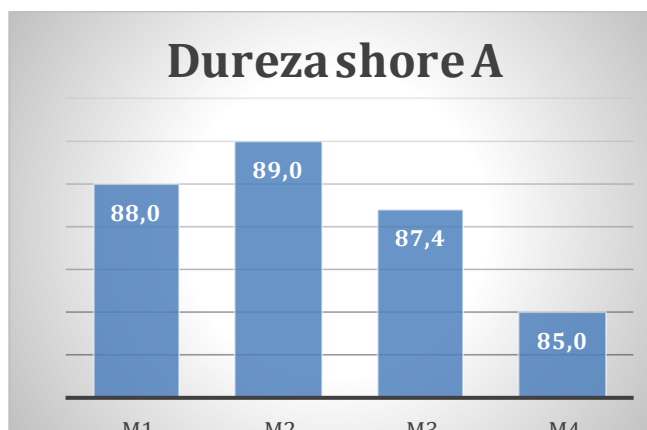
4.6. La dureza de los sorbetes de las diferentes muestras es: M1= 88 shore A; M2= 89 shore A; M3= 87,4 shore A; M4= 85 shore A (Tabla 10).

Tabla 10: Dureza de los bioplásticos de sorbetes biodegradables.

Muestra	Dureza shore A	Método de referencia
M1	88,0	
M2	89,0	ASTM D2240
M3	87,4	
M4	85,0	

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Figura N° 30: Grafica de Dureza de los bioplásticos de *Bertholletia excelsa*.



Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Tiempo de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021

4.7. El peso de los sorbetes sometidos a biodegradación en un proceso de 28 días es: M1 =1 g, M2 =1 g, M3=1g, M4 =2 g (Tabla 11).

Tabla 11: Pesos del proceso de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

Muestras	Pesos del proceso de biodegradación/días				
	9.11.21 Peso inicial (g)	16.11.21 Peso 2 (g)	23.11.21 Peso 3 (g)	30.11.21 Peso 4 (g)	07.12.21 Peso final (g)
M1	3	3	2	2	1
M2	3	3	2	2	1
M3	4	4	3	2	1
M4	6	5	4	4	2

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

4.8. El peso promedio de los sorbetes de las M1, M2, M3 y M4 en la semana 1 es 3,75 g, semana 2 es 2,75g, semana 3 es 2,5 g y semana 4 es 1,25 g (Tabla 12).

Tabla 12: Pesos promedios de sorbetes en 4 semanas.

Semanas	Pesos (g)
Fecha inicial	4
1	3,75
2	2,75
3	2,5
4	1,25

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

4.9. El porcentaje de biodegradación de los sorbetes en un período de 28 días para las M1, M2 y M4 es de 66, 67 %; Mientras que, la M3 presenta el 75 % (Tabla 13).

Tabla 13: Resultados de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

Muestra	% Biodegradación	semanas	Temperatura
M1	-	1	21 ° C
	33,33%	2	23 ° C
	33,33%	3	22 ° C
	66,67%	4	22 ° C

	-	1	21 ° C
M2	33,33%	2	23 ° C
	33,33%	3	22 ° C
	66,67%	4	22 ° C
	<hr/>		
	-	1	21 ° C
M3	25%	2	23 ° C
	50%	3	22 ° C
	75%	4	22 ° C
	<hr/>		
	16,67%	1	21 ° C
M4	33,33%	2	23 ° C
	33,33%	3	22 ° C
	66,67%	4	22 ° C
	<hr/>		

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Composición física química de los residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

4.10. El porcentaje de la composición física química de la cáscara de *Bertholletia excelsa* es: Humedad 4,3 %, Extracción etéreo 43,04 %, Lignina 28,64 %, Celulosa 18,45%, hemicelulosa 70,32 % y Holocelulosa 51,87 % (Tabla 14).

Tabla 14: Composición física química de la cáscara de *Bertholletia excelsa*.

Parámetro	Unidad	Resultado	Metodología
Humedad	%	4,3	Gravimetría
Extracción Etéreo	%	43,04	NREL/TP-510-42619
Lignina	%	28,64	TAPPI T-222
Celulosa	%	18,45	KURSCHNER Y HOFFER
Hemicelulosa	%	70,32	ASTM D1104
Holocelulosa	%	51,87	ASTM D1104

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Elaboración de los sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021

4.11. En la elaboración de los sorbetes biodegradables la composición para las M1 y M2 de 24g de Residuos lignocelulósicos con dosis de pectina de 25g y 30g fue 6g de maicena, 7 ml de vinagre blanco, 7ml de glicerina, 130 ml de agua destilada, 0.50 g de canela en polvo y 1.2 g de colorante en polvo. Del mismo modo, para la M3 y M4 de 20 g de Residuos lignocelulósicos con dosis de pectina de 25 g y 30 g es 6g de maicena, 6 ml de vinagre blanco, 6ml de glicerina, 130 ml de agua destilada, 0.50 g de canela en polvo y 1.2 g de colorante en polvo (Tabla 15).

Tabla 15: Componentes de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

Muestras	Residuos	pectina (g)	Maicena (g)	Vinagre blanco (ml)	Glicerina (ml)	Agua destilada (ml)	Canela en polvo (g)	Colorante en polvo (g)
M1	24 g	25 g	6 g	7 ml	7 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g
R1	24 g	25 g	6 g	7 ml	7 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g
M2	24 g	30 g	6 g	7 ml	7 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g
R2	24 g	30 g	6 g	7 ml	7 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g
M3	20 g	25 g	6 g	6 ml	6 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g
R3	20 g	25 g	6 g	6 ml	6 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g
M4	20 g	30 g	6 g	6 ml	6 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g
R4	20 g	30 g	6 g	6 ml	6 ml	130 ml	0.50 g	1.2 g

Fuente: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

4.12. La elaboración de los sorbetes biodegradables se desarrolló por etapas: La Etapa 1 consistió en el acondicionamiento de la cáscara de *Bertholletia excelsa* hasta obtener como resultado un residuo en polvo. En la etapa 2 se envió al laboratorio la muestra de residuo para determinar su composición física química. Por otro lado, la Etapa 3 se inicia con el pesado de cada componente, residuos lignocelulósicos y pectina. Asimismo, acompañamos con maicena, agua destilada, colorante en polvo, glicerina quien le brinda elasticidad y vinagre

blanco la dureza, seguidamente, agregamos la canela en polvo para que durante el secado del bioplástico no genere hongos. En una olla con la ayuda de una estufa, mezclamos los componentes hasta alcanzar una mezcla homogénea a 80 °C y se procedió con el licuado. Posteriormente, se procede a colocarlos en planchas de vidrio para su secado. En la etapa 4 elaboramos el pegamento natural, realizamos el corte del bioplástico en tiras de 4.5 cm de ancho x 20 cm de largo y con una vagueta de laboratorio más el pegamento damos forma a los sorbetes. Finalmente, en la etapa 5 se realiza el resultado de los análisis de las propiedades físicas químicas y biodegradación.

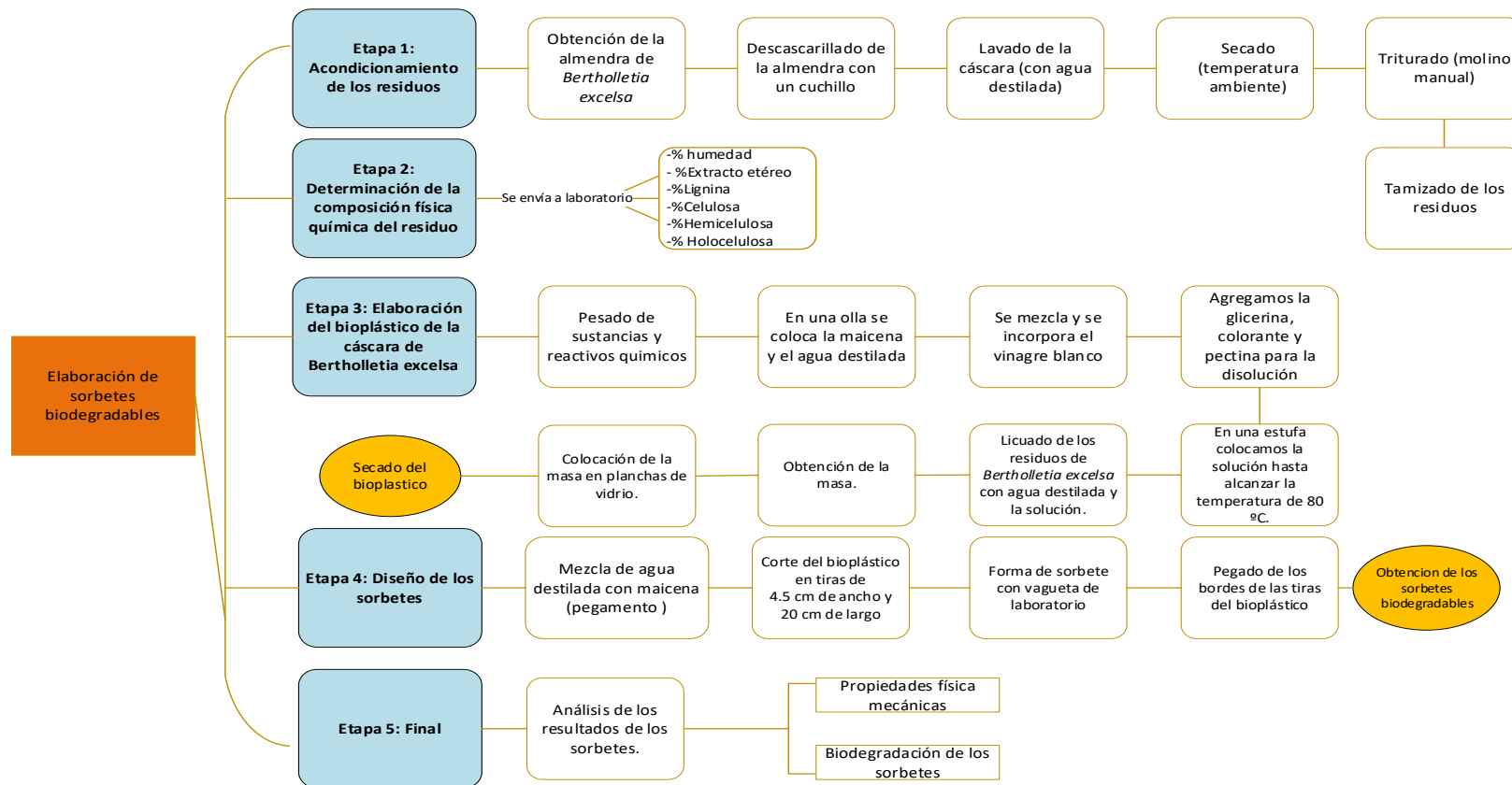


Figura Nº 31: Esquema del proceso de la elaboración de los sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*

V. DISCUSIÓN

Los resultados indican que la muestra 4 (M4) de bioplásticos de *Bertholletia excelsa* utilizando el método ASTM D 882 tuvo mayor resistencia a los ensayos sometidos, mientras que el porcentaje de elongación de las muestras varían ligeramente de 3.73% a 9.17% referente a la capacidad del material para soportar las fuerzas aplicadas. Al igual que Alarcón, A y Arroyo, E (2016) menciona en su estudio, que efectuó 6 muestras de biopolímeros con almidón de papa modificado, para determinar los ensayos de tracción y elongación. En las muestras sin aditivos M1, M2, M3 alcanzó 6.07 N, 8.60 N, 6.77 N y 14.38%, 8.45 %, 13,97 %. Por otro lado, las muestras con aditivos M4, M5, M6 obtuvo 8.47 N, 11.60 N, 10.80 N y 33%, 25.10% 24.90%. En cambio, para esta investigación la tracción promedio de los bioplásticos elaborados con residuos de *Bertholletia excelsa* en la M1 fue 21.16 N, M2 fue 20.64 N, M3 fue 28.52 N y M4 fue 34,95 N, con respecto al porcentaje de elongación se consiguió en la M1 3.73 %, M2 5.20%, M3 5.54 % y M4 9.16%.

En las mediciones de espesor de los bioplásticos se observa que varían los valores de espesores en la M1 es 0.58mm, M2 fue 0.36 mm, M3 es 0,51 y M4 0,57. Las muestras que presentan mayor espesor muestran una favorable significancia en los resultados de resistencia de tracción y elongación. Todo lo contrario, en la investigación de Escribano, M (2020) indica que su muestra numero 1 arrojó un espesor de 0,23 mm y la muestra numero 05 un valor mayor de 1,09 mm la cual indica una deficiencia en las pruebas mecánicas de tracción y elongación. Asimismo, concluye que para tener un menor margen de error los valores de los espesores tienen que ser uniformes.

Para la evaluación de la dureza de los bioplásticos de *Bertholletia excelsa* se usó la norma ASTM D2240, con tipo de M1 88 shore A, M2 89 shore A, M3 87.4 shore A, y M4 85 shore A. Se evidenció que la M2 presenta mayor dureza debido a que tiene diferentes concentraciones de Vinagre blanco y residuos lignocelulósicos. Los valores obtenidos son superiores en comparación a los de MAMANI, Angie y Francia, (2019) en su investigación sobre el uso de residuos

avícolas y agrícolas para la obtención de bioplásticos. Obtuvo como resultado de los bioplásticos blandos elaborados con almidón de arveja y colágeno una dureza de 23.3 shore A

El proceso de biodegradación de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* se realizó en un suelo orgánico logrando el 66,67% de biodegradación en un periodo de 28 días con las M1, M2, M4 y en la M3 el 75%. También se observa que la M3 con peso 4g obtuvo mayor porcentaje de pérdida de peso. Los resultados son similares a LAMA (2018) en su investigación sobre biopelículas de pectina de naranja reforzado con almidón de yuca alcanzó para el BPLAST1 de 80 μm el 73,68 % y el BPLAST2 de 40 μm el 67,49 % de biodegradación en la evaluación de 20 días. MENESES et al., (2007) señala que un material biodegradable en ambiente seco puede llegar a biodegradarse en 90 días. Cabe indicar que durante el proceso de biodegradación en esta investigación en las tres primeras semanas los sorbetes se encontraban encima de la tierra, demostrando que el proceso es más lento, al contrario, en la última semana que se enterró los sorbetes en el suelo orgánico se obtuvo un mejor resultado.

En los análisis de la composición física química que se realizó se observa un alto porcentaje de componentes de residuos lignocelulósicos donde se involucran el extracto etéreo 43,04 %, lignina un 28. 64%, celulosa un 18,45 %, hemicelulosa con un 70,32 % y Holocelulosa un 51,87%. Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por RAMOS, (2015) quien evaluó la composición química del bagazo de maíz obteniendo los siguientes resultados extracto etéreo 1.8 %, lignina un 10.1%, celulosa un 28.3 %, hemicelulosa con un 25 %. Por el contrario, LOPEZ, et al., (2014), en su artículo sobre usos potenciales de la cáscara de banano en elaboración de un bioplástico menciona que obtuvo la humedad residual de 11,91%, hemicelulosa un 23,03%, celulosa un 23.02%, lignina un 29,87%, cenizas un 0,78%, además de almidón por tinción con Lugol. Por otro lado, BALLESTEROS, (2014) señala que los materiales lignocelulósicos provienen de origen agrícola, forestal o residuos urbanos, fuente importante de

componentes poliméricos de gran utilidad para las industrias por ser de origen renovable y material biodegradable.

La presente investigación utilizó los residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* para la elaboración de sorbetes, obteniendo un producto biodegradable que en 4 semanas alcanza el 75 % de pérdida de masa de peso dependiendo de las condiciones ambientales, tamaño, peso y espesor. Como menciona HUAYHUA, L., et al. (2019) los sorbetes al estar elaborados con materiales orgánicos son una fuente renovable, ya que al final de su vida útil son biodegradados en un corto periodo por microorganismos, y pueden, ser utilizados como abono orgánico para las plantas de tal manera que, se minimiza los impactos de nuestro ambiente.

En el proceso de la elaboración de los bioplásticos de los sorbetes elaborados con residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* se incluyó un componente adicional para la M1 y M2 (de 24g de residuos con dosis de pectina de 25 g y 30g, 6g de maicena, 7 ml de vinagre blanco, 7ml de glicerina, 130 ml de agua destilada ,0.50 g de canela en polvo y 1.2 g de colorante en polvo), 180 ml de agua destilada para licuar el residuo antes de la mezcla con la solución. Del mismo modo, para la M3 y M4 (de 20 g de Residuos lignocelulósicos con dosis de pectina de 25 g y 30 g es 6g de maicena, 6 ml de vinagre blanco, 6ml de glicerina, 130 ml de agua destilada, 0.50 g de canela en polvo y 1.2 g de colorante en polvo) se repite el mismo proceso agregando los 197 ml de agua destilada. Como señala Sperling, (2006) el agua es recomendable como mejor plastificante, aunque se recomienda no encontrarse con altas proporciones con el almidón porque es complicado extraerla y en el proceso se degradaría la estructura del almidón y se perjudicaría al biopolímero. El tiempo de secado para las muestras de los bioplásticos de M1 y M2 fue de 4 días sin presencia de hongos. En cambio, para las M3 y M4 fue de 6 días; observando la presencia de hongos al siguiente día en la repetición de la M3 al cual se añadió canela en polvo ya que tiene la capacidad de reducir los hongos. Resultados similares mencionó Gallardo, C y Velásquez, B (2021) incluyó más componentes en la obtención de sorbetes de *Mangifera indica* y *Vitis vinifera* siendo 350 ml de agua

destilada, 40g de maicena, 10ml de vinagre, 20 ml glicerina, 2ml de jugo de limón, 2.5 de canela molida y 150 g de cascara de mango. El procedimiento fue el mismo para ambas cascaras, la diferencia fue en el secado del bioplástico en un periodo de 5 a 9 días.

VI. CONCLUSIONES

Los análisis realizados de las propiedades mecánicas de los bioplásticos de sorbetes oscilan entre 21.16 N, y 34,95 N para la tracción, con respecto al porcentaje de elongación es 3.73 % a 9.1 %. Por otro lado, se obtuvo mejores valores de tracción y elongación con la muestra M4, pero presenta menores valores en cuanto a los resultados de dureza. En cambio, la M2 presenta valores menores de tracción y elongación, pero obtuvo mayor resultado de dureza debido a que contiene mayor cantidad de vinagre blanco.

El resultado de la dureza para los bioplásticos es de tipo M1 88 shore A, M2 89 shore A, M3 87.4 shore A, y M4 85 shore A.

El proceso de biodegradación de los sorbetes a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* se descompone en 28 días el 75 %, ya que durante la toma de pesos se observa que parte del bioplástico se integra al suelo orgánico debido a la acción de los microorganismos y a sus propiedades plásticas generando nutrientes para las plantas. El porcentaje de biodegradación depende del tamaño, peso, espesor de los sorbetes y el porcentaje de la composición de los residuos lignocelulósicos.

Los residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa* presentan un contenido importante de extracto etéreo 43,04 %, lignina un 28. 64%, celulosa un 18,45 %, hemicelulosa con un 70,32 % y Holocelulosa un 51,87%, que pueden ser considerados como compuestos ideales para la elaboración de bioplásticos de sorbetes; contribuyendo a minimizar el efecto de la contaminación ambiental que estos generan no tener un destino final.

El proceso para la elaboración de los sorbetes biodegradables fue practico de obtener, siguiendo paso a paso las metodologías de los investigadores a través de la revisión bibliográfica. Además, señalar que, la adición de la canela en polvo en la composición de los bioplásticos evita la presencia de hongos en el proceso de secado a temperatura ambiente.

La composición óptima para la elaboración de bioplásticos de sorbetes es de 20 g de Residuos lignocelulósicos con dosis de pectina 30 g, 6g de maicena, 6 ml de vinagre blanco, 6ml de glicerina, 130 ml de agua destilada, 0.50 g de canela en polvo y 1.2 g de colorante en polvo, cumpliendo con las propiedades de un sorbete; en ese sentido, se acepta la hipótesis nula, debido a que la elaboración de sorbetes biodegradables es posible a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

VII. RECOMENDACIONES

A los futuros investigadores en la elaboración de bioplásticos; lo siguiente: aumentar las cantidades de vinagre blanco y glicerina e incorporar nuevos componentes en la elaboración para obtener un sorbete de mayor resistencia al agua y flexibilidad en su uso.

A las autoridades, evaluar el proceso de biodegradación de los sorbetes, enterrándolo en tierra orgánica e intemperie y en distintos tipos de agua (potable, agua de río y mar).

A los gobiernos locales, realizar el análisis microbiológico de la tierra orgánica antes y después de compostar el bioplástico para comprobar si los componentes del sorbete influyen favorablemente en sus características.

A los productores de sorbetes, obtener un mejor secado del bioplástico, colocando las muestras en placas de vidrio del tamaño del sorbete a elaborar para evitar la presencia de hongos y facilitar el diseño de sorbete.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALOS, Andrea, Torres, Isabel. Modelo de Negocio para la producción y comercialización de envase biodegradables a base de cascarilla de arroz. Tesis (Ingeniero industrial y sistemas). Piura, 2018. Disponible en: https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3459/ING_595.pdf

BILBAO, Amaia. Desengancharse del plástico: Problemas de un material ubicuo [en línea]. 1.^a ed. Madrid: Ecologistas en acción, 2015. Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/informe-plastico.pdf>

GREENPEACE. Plásticos en los océanos (Datos, Comparativas e Impactos), España, s.f. Disponible en: http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_oceanos_LR.pdf

GREENPEACEINTERNATIONAL. El plástico ha inundado nuestra vida diaria [en línea]. España, 2019. Disponible en: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Parar-la-contaminacion/Plasticos/>

MEDINA, Hugo. Elasticidad. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad la Católica, s.f. [en línea], Disponible en: http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/7140/Medina_Fisica2_Cap1.pdf?sequence=2

LAMA, Jorge. Elaboración de bioplásticos aprovechando la pectina presente en la cascara de naranja valencia (*Citrus x sinensis*) reforzado con almidón de yuca a nivel laboratorio-UCV Sede Lima Norte, Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24045>

VICENTE, Robert. Aprovechamiento de la cascara residual de la Musa Balbisiana para la obtención de bioplásticos en el Mercado Apecolic, Tesis (Ingeniería Ambiental), Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24754>

MENDEZ, Teresa y Coreño, Alonso. Relación estructura – propiedades de polímeros, 2010. Universidad Autónoma de México. México. [en línea], Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v21n4/v21n4a6.pdf>

HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación [en línea], 6.ª ed. México: Edificio Punta Santa Fe. 2014. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ONU, El estado de los plásticos, perspectiva del día mundial del medio ambiente. 2018. Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/informe/el-estado-de-los-plasticos-perspectiva-del-dia-mundial-del-medio-ambiente-2018>

MAMANI, Angie y Francia, Yeremy. Elaboración de bioplásticos a partir de residuos agrícolas y avícolas en el contexto de la economía circular, San Martín de Porres, 2019. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46308>

BERNEDO, Karol y Palomino, Nataly. Aprovechamiento de *Macrocystis pyrifera* para la elaboración de bioplástico. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59755/Bernedo_GK_G-Palomino_ANL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TAMAYO, Evelin, Sarasty, Oscar y Mosquera, Elizabeth. Aprovechamiento de residuos ligno-celulosicos en la elaboración de empaques secundarios ecológicos. Revista industrial Data 20(2). Lima, 2017. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909005.pdf>

GALLARDO, Celeste y VELASQUEZ, Xiomara. Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de cáscara de *Mangifera indica* y *Vitis vinifera*. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67476/Gallardo_BC_V-Velasquez_RXA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINAM. El plástico representa el 10% de todos los residuos que generamos en el Perú, 2018. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plastico-representa-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>

ECOEMBES. Proyecto de Análisis de bioplásticos, España, 2009. Disponible en: https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_estudios_idi/proyecto_bioplásticos_-_resumen_ejecutivo.pdf

CABRERA, Emir, León, Vivian, Montano, Ayme y Dopico, Daisy. Characterization of agro-industrial residues with a view to its exploitation. Cen. az. Vol. N° 4, Santa Clara, 2016. ISSN: 2223-4861. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000400003

ANGELES, Abigail. Obtención de biopolímeros plástico a partir de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*), por el método de proliferación pro condensación en el lab.110 de la UNAN-Managua, mayo-Abril Nicaragua, 2016. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/2687/1/28212.pdf>

CHARIGUAM SANCHEZ, Kevin. Comparación de la calidad de bioplásticos obtenidos del almidón de los residuos de papa y camote de restaurantes del mercado central del distrito de Independencia, 2017. Tesis (Titulo de ingeniería Ambiental). Lima, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12651>

CHARIGUAM, Jimmy. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis spp*). Tesis (Licenciatura en Agroindustria Alimentaria). Zamorano: Escuela Agrícola panamericana, 2015. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>

MEZA, Paola. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel laboratorio. Tesis (Licenciatura en ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Nacional de la Agraria La Molina, Facultad de ciencias, 2016. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2016>

ALARCON, 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, vol.82 nº 3, Lima jul/set. 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300007

GONZALES, Jairo, Medina, Mari, Garay, Richer y Mendieta, Oscar. Desarrollo de películas comestibles a partir de proteínas extraídas de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Información Tecnológica [online], Vol. 28(5), 115-130, Chile, octubre 2017. DOI 10.4067/s0718-07642017000500013. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000500013&lng=n&nrm=iso

HAYHUA, Luis, Juárez, Solange, Salazar, Carlos y Suarez, Enrique. Fabricación y comercialización de sorbetes biodegradables a base de almidón de papa. Universidad San Ignacio de Loyola, 2020. Disponible en: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10582/1/2019_Huayhua%20Flores.pdf

BRINDIS, Eleno. Propiedades básicas de los polímeros [en línea], 2002. Disponible en: https://www.academia.edu/34650509/PROPIEDADES_B%C3%81SICAS_DE_LOS_POL%C3%8DMEROS

CONCYTEC. El peruano [en línea]. Lima: Editora Perú, 2018. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/ley-que-modifica-diversos-articulos-de-la-ley-28303-ley-mar-ley-n-30806-1666491-1>

CORTES, William. Lignocelulosic materials as source of biofuels and chemical product. Ciencia y Tecnología Aeronáutica, Vol. 16, Colombia: diciembre 2011. Disponible en: <https://publicacionesfac.com>

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad Intelectual e Industria. Centro de Investigaciones en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Pichincha, Ecuador, 2014. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>

PERU ECOLOGICO. Castaña (*Bertholletia excelsa*), el Gigante de la Amazonia. [en línea], 2009. Disponible en: https://www.peruecologico.com.pe/flo_castana_1.htm

INDECOPI. Castaña. Comisión Nacional contra la Biopiratería, año 4, N° 12 diciembre 2018. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/2291514/Bolet%C3%ADn+casta%C3%B1a.pdf/f595c598-acbb-b345-e4aa-61e180ba6b6a>

SENASA. Madre de Dios: Senasa certifica más de 249 mil kilos de castaña para exportación. Perú, 2018. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/madre-de-dios-senasa-certifica-mas-de-249-mil-kilos-de-castana-para-exportacion/>

BOLIO, G. Residuos de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) y Elaboración de recipientes biodegradables. *Agro Productividad* vol.10 N° (11). México: noviembre, 2017. Recuperado de:

<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/64>

LOPEZ, Javier, Cuaran, Julio, Arenas, Laura y Flórez, Luz. Usos Potenciales de la cascara de banano: elaboración de un bioplástico. *Rev. Colombiana Investigación Agroindustriales*, 1(1), 7-21. DOI:10.23850/24220582.109. Disponible en:

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

RAMOS, Iván. Caracterización química de tres residuos lignocelulósicos generados en la región del Cantón Alausí. *Revista de investigación UNMSM*, Vol.20 N°40, Ecuador, 2017. Disponible en:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14393>

PONCE, Wilmer, Sánchez, Horacio, Riera, Brito, Beatriz y Viera, William. Obtención de bioplásticos a partir de residuos de aguacate (*Persea Americana Mill*). Portoviejo, Ec: INIAP, Estación experimental Portoviejo, Programa de Agroenergía, 2020, (Plegable n° 440). Disponible en:

<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5534>

SERNAQUE, Fernando, Huamán, Lilian, Pecho, Hugo y Chacón, Michiel. Biodegradabilidad de los bioplásticos elaborados a partir de cascara de *Mangifera indica* y *Musa paradisiaca*. Tesis (Título de ingeniería Ambiental). Lima, 2020. Disponible en: <http://oaji.net/articles/2021/2674-1615478885.pdf>

ANEXOS

Tabla 1: Matriz de operacionalización de la variable

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Independiente Residuos lignocelulósicos de <i>Bertholletia excelsa</i>	El material Lignocelulósicos consiste en tres tipos diferentes de polímeros, celulosa, hemicelulosa y lignina (CORTEZ, 2011)	Los residuos lignocelulósicos serán medidos por sus características y dosis.	-Características de la biomasa	Humedad	%
				Extracto etéreo	%
				Lignina	%
				Celulosa	%
				Hemicelulosa	%
				Peso	g
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Dependiente Sorbetes biodegradables	La elaboración de bioplásticos por medios naturales como celulosa, lignina, hemicelulosa Holocelulosa son medios para la producción de productos biodegradables, ya que se tiene una demanda excesiva de plásticos (RAMOS, 2016)	La elaboración de sorbetes biodegradables se medirá por las propiedades físico-mecánicas y biodegradabilidad.	-Características físico-mecánicas	Permeabilidad al vapor de agua	g.mm/h.m ² k Pa
				Densidad	Kg/ml
				Dureza	Shore A
				Resistencia de tracción	N
				Resistencia de elongación	%
				Días	hr
				Biodegradabilidad	Biodegradabilidad por intemperie



Figura N° 32: Biodegradación de los sorbetes de *Bertholletia excelsa*.



Figura N° 32: Inicio de biodegradación de los sorbetes de *Bertholletia excelsa*.



Figura N° 33: Peso promedio del sorbete.



Figura N° 34: Bioplástico con presencia de hongos durante el secado.



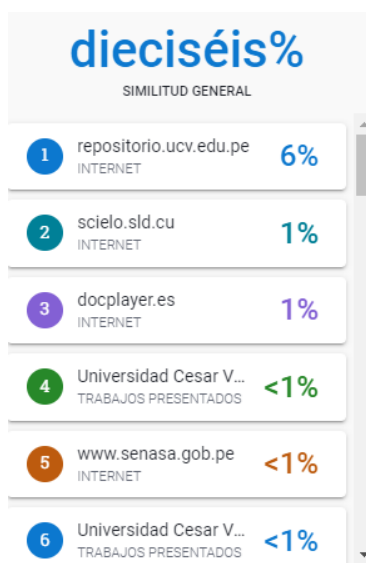
Figura N° 35: Análisis de tracción de los bioplásticos.



Figura N° 36: Análisis de dureza Shore A de los bioplásticos.



Figura N° 37: Prueba del sorbete en agua.





INFORME TÉCNICO N° 1225 – 21 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL CLIENTE : KAREN CARRASCO PALMA
 - 1.2 DNI : 60314873
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 24 / 11 / 2021
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 26 / 11 / 2021
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 30 / 11 / 2021
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ENSAYOS EN BIOPLÁSTICOS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN EL SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 04 MUESTRAS DE BIOPLÁSTICOS DE SORBETES BIODEGRADABLES DE RESIDUO LIGNOCELULÓSICO DE *BERTHOLLETTIA EXCELSA*

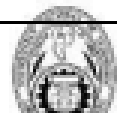
MUESTRA	DESCRIPCIÓN
M1	24 g de castaña y 25 g de pectina
M2	24 g de castaña y 30 g de pectina
M3	20 g de castaña y 25 g de pectina
M4	20 g de castaña y 30 g de pectina

- 4.2 TESIS : "Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos Lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021"
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.3°C; Humedad relativa: 61%
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Máquina de tracción universal. ZWICK ROELL, 2010.
 Vernier digital. MITUTOYO CORPORATION, CD-6" BS.
 Durómetro digital SHORE A. TIME GROUP, TH200.
8. **RESULTADOS**

8.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE LA MUESTRA M1

N° DE REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA MÁXIMA (MPa)	FUERZA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN (%)	MÉTODO DE REFERENCIA
1	0.53	26.73	1.41	19.93	4.2	ASTM D882
2	0.55	25.93	1.04	14.85	2.6	
3	0.68	26.30	1.57	28.12	4.3	
4	0.54	25.95	1.55	21.73	3.8	
Promedio	0.58	26.23	1.39	21.16	3.73	

(1) El solicitante entregó 04 probetas de la muestra.
 (2) Velocidad de ensayo: 12.5 mm/mín.



8.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE LA MUESTRA M2

Nº DE REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA MÁXIMA (MPa)	FUERZA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN (%)	MÉTODO DE REFERENCIA
1	0.35	26.85	1.56	14.69	8.2	ASTM D882
2	0.35	27.28	1.43	13.65	5.0	
3	0.42	25.74	3.78	40.83	3.1	
4	0.31	25.91	1.67	13.39	4.5	
Promedio	0.36	26.45	2.11	20.64	5.2	

n El solicitante entregó 04 probetas de la muestra.

m Velocidad de ensayo: 12.5 mm/min.

8.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE LA MUESTRA M3

Nº DE REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA MÁXIMA (MPa)	FUERZA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN (%)	MÉTODO DE REFERENCIA
1	0.49	26.72	3.16	41.34	9.1	ASTM D882
2	0.42	25.86	1.86	20.24	6.6	
3	0.55	26.29	1.92	27.77	3.6	
4	0.55	26.15	1.48	21.28	3.7	
5	0.56	26.56	2.15	31.99	4.7	
Promedio	0.51	26.32	2.11	28.52	5.5	

m Velocidad de ensayo: 12.5 mm/min.

8.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE LA MUESTRA M4

Nº DE REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA MÁXIMA (MPa)	FUERZA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN (%)	MÉTODO DE REFERENCIA
1	0.35	25.85	3.68	33.28	8.4	ASTM D882
2	0.64	26.95	1.68	28.99	5.6	
3	0.21	26.42	4.33	24.04	13.2	
4	0.84	26.84	2.12	47.79	10.7	
5	0.81	26.50	1.89	40.67	7.9	
Promedio	0.57	26.51	2.74	34.95	9.2	

m Velocidad de ensayo: 12.5 mm/min.

8.5 ENSAYO DE DUREZA

MUESTRA	ESPESOR ⁽¹⁾ (mm)	DUREZA ⁽¹⁾ (SHORE A)	MÉTODO DE REFERENCIA
M1	0.68	88.0	ASTM D2240
M2	0.53	89.0	
M3	0.61	87.4	
M4	0.82	85.0	

(1) Resultados promedio de 5 mediciones.



**INFORME DE ENSAYO
IE-211021-01**

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : KAREN LEONOR CARRASCO PALMA
1.2 RUC/DNI : 60314873

2. FECHAS

2.1 Inicio de Ensayos : 22 de Octubre de 2021
2.2 Fin de Ensayos : 29 de Octubre de 2021
2.3 Emisión de informe : 02 de Noviembre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.1 °C
3.2 Humedad Relativa : 52 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1 Ensayo solicitado y método de ensayo : Ver 6.1

5. DATOS DE LAS MUESTRA ANALIZADAS

5.1 Tabla N°1: Datos de muestra analizada

Muestra S-2654
Código de Muestra : S-2654
Tipo de Muestra : Residuo Orgánico
Descripción : Residuo de castaña
Estado : Sólido
Presentación : Pulverizado



- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DESDO ROSARIO YUMIRI CARRASCO
QUÍMICO
COP. 1937

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla N°2: Resultados de Ensayo Granulométrico

N° de Malla	Abertura, mm	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
20	0.850	25.07	25.07	74.93
30	0.600	38.12	63.19	36.81
40	0.425	23.91	87.11	12.89
50	0.300	11.26	98.37	1.63
Base		1.63	100.00	0.00

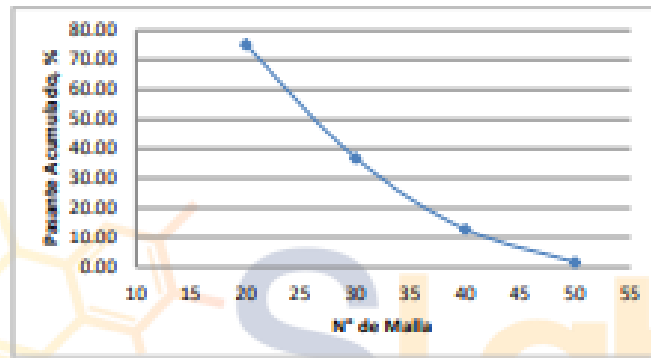


Imagen N°1: Curva Granulométrica

Tabla N°3: Resultados de composición


Parámetro	Metodología	UNIDAD	Resultado
*Humedad	Gravimetría	%	4.30
**Extracción Etéreo (desengrasado)	NREL/TP-510-42619	%	43.04
Lignina	TAPPI T-222	%	28.64
Celulosa	KURSCHNER Y HOFFER	%	18.45
Hemicelulosa	ASTM D1104	%	70.32
Holocelulosa	ASTM D1104	%	51.87

(*) Posterior al tamizado

(**) Los ensayos de lignina, celulosa, Hemicelulosa y Holocelulosa fueron posterior al desengrasado.

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO

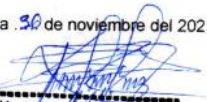




Título: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Ficha de registro N° 01:	Análisis de la composición física química de los residuos de <i>Bertholletia excelsa</i>						
Línea de investigación:	Tratamiento y gestión de residuos						
Facultad:	Ingeniería Ambiental						
Responsable:	Carrasco Palma, Karen Leonor						
Fecha:				Hora:			
Muestra	Peso (g)	Humedad	Porcentaje Extracto Etéreo	Porcentaje Lignina	Porcentaje Celulosa	Porcentaje Hemicelulosa	Porcentaje Holocelulosa

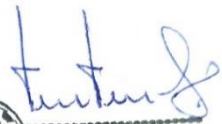
Lima, 30 de noviembre del 2021


Karla Luz Mendoza López
DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
CIP: 122143


Ahuber Omar Vasquez Aranda

C.P.I.: 92507




Teodoro Torre León
ING. DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 99285




Título: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Ficha de registro N° 03:	Análisis de las Características físicas mecánicas de los sorbetes biodegradables			
Línea de investigación:	Tratamiento y gestión de residuos			
Facultad:	Ingeniería Ambiental			
Responsable:	Carrasco Palma, Karen Leonor			
Fecha:				Hora:
Muestra	Densidad Kg/ml	Dureza	Resistencia de elongación	Resistencia de tracción

Lima, 30 de noviembre del 2021


Karla Luz Mendoza López
DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
CIP: 122143


Ahuber Omar Vasquez Aranda
C.P.I: 92507



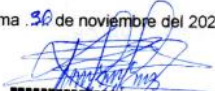
Teodoro Torre León
ING. DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 99265




Título: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Ficha de registro N° 04:	Análisis del tiempo de Biodegradabilidad de los sorbetes.						
Línea de investigación:	Tratamiento y gestión de residuos						
Facultad:	Ingeniería Ambiental						
Responsable:	Carrasco Palma, Karen Leonor						
Fecha:					Hora:		
Muestra	Pesos del proceso de biodegradación / días					Biodegradación por intemperie (%)	Temperatura
	9.11.21	16.11.21	23.11.21	30.11.21	07.12.21		
	Peso inicial (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)	Peso 4 (g)	Peso final (g)		
M1							
M2							
M3							
M4							

Lima, 30 de noviembre del 2021


Karla Luz Mejidoza López
DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
CIP: 122143


Ahuber Omar Vasquez Aranda
C.P.I.: 92507




Teodoro Torre León
ING. DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 99285



Título: Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021.

Ficha de registro N° 02:		Composición de las muestras de los sorbetes biodegradables						
Línea de investigación:		Tratamiento y gestión de residuos						
Facultad:		Ingeniería Ambiental						
Responsable:		Carrasco Palma, Karen Leonor						
Fecha:				Hora:				
Repeticiones	Residuos lignocelulósicos (g)	Dosis de pectina (g)	Maicena (g)	Glicerina (ml)	Vinagre blanco (ml)	Agua destilada(ml)	Canela en polvo(g)	Colorante en polvo (g)

Lima, 30 de noviembre del 2021


Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122143



Ahuber Omar Vasquez Aranda
 C.P.I.: 92507



Teodoro Torre León
 ING. DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 98205



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Dra. Karla Luz Mendoza López
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Estudio de Impacto Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de la composición química de los residuos de *Bertholletia excelsa*.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

88%

Lima 30 de noviembre del 2021

Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122149



III. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Dra. Karla Luz Mendoza López
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Estudio de Impacto Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Composición de las muestras de los sorbetes biodegradables
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima 30 de noviembre del 2021

Karla Luz Mendoza López
Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122148



III. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Dra. Karla Luz Mendoza López
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Estudio de Impacto Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características físicas mecánicas de los sorbetes biodegradables.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

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											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación el Método Científico.											X		

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima 30 de noviembre del 2021

Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122149

VALIDACION DE INSTRUMENTO IV
IV. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Dra. Karla Luz Mendoza López
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Estudio de Impacto Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis del tiempo de biodegradación de los sorbetes.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 30 de noviembre del 2021



Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122143



VALIDACION DE INSTRUMENTO I

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Vasquez Aranda, Ahuber-Omar
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente-UNFV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Gestión Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de la composición física química de los residuos de *Bertholletia excelsa*.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Cantasco Palma, Karen Leonor

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima 10 de diciembre del 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO II
II. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Vasquez Aranda, Ahuber Omar
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente-UNFV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Gestión Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Composición de las muestras de los sorbetes biodegradables
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

III. 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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima 10 de diciembre del 2021



VALIDACION DE INSTRUMENTO III

III. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Vasquez Aranda, Ahuber Omar
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente-UNFV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Gestión Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características físicas mecánicas de los sorbetes biodegradables.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima 10 de diciembre del 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO IV
IV. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Vasquez Aranda, Ahuber Omar
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente-UNFV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Gestión Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis del tiempo de biodegradación de los sorbetes.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CONTENIDOS	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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima 10 de diciembre del 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO I
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Torre León, Teodoro
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Minera Antamina
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Doctor en Higiene y Seguridad Industrial.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de la composición física química de los residuos de *Bertholletia excelsa*.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

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.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI
NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%




Lima 10 de diciembre del 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO II
II. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Torre León, Teodoro
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Minera Antamina
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Doctor en Higiene y Seguridad Industrial.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Composición de las muestras de los sorbetes biodegradables
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

III. 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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI
NO



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima 10 de diciembre del 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO III
III. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Torre León, Teodoro
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Minera Antamina
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Doctor en Higiene y Seguridad Industrial.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características físicas mecánicas de los sorbetes biodegradables.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI
NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%





Lima 10 de diciembre del 2021

VALIDACION DE INSTRUMENTO IV
IV. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Torre León, Teodoro
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Minera Antamina
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Doctor en Higiene y Seguridad Industrial.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis del tiempo de biodegradación de los sorbetes.
- 1.5. Autor (A) del instrumento: Carrasco Palma, Karen Leonor

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CONTENIDOS	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.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las Variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos Técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	



VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI
NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima 10 de diciembre del 2021



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "ELABORACIÓN DE SORBETES BIODEGRADABLES A PARTIR DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS DE BERTHOLLETIA EXCELSA, LIMA, 2021.", cuyo autor es CARRASCO PALMA KAREN LEONOR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 23 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO DNI: 00844670 ORCID 0000-0003-3860-4224	Firmado digitalmente por: LORDONEZS el 23-12- 2021 12:48:49

Código documento Trilce: TRI - 0244173