



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de  
*Persea americana*, Arequipa 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental**

**AUTORAS:**

Huacan Pacsi, Imelda Angela ([orcid.org/0000-0002-1873-2504](https://orcid.org/0000-0002-1873-2504))  
Tintaya Muñoz, Noelia Giuliana ([orcid.org/0000-0002-7968-0963](https://orcid.org/0000-0002-7968-0963))

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo ([orcid.org/0000-0003-3536-881X](https://orcid.org/0000-0003-3536-881X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA - PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Con mucho cariño y amor en especial a mis Padres Erico y Concepción, que me dieron la vida y su apoyo incondicional, por su esfuerzo y paciencia y sobre todo su amor; a ellos que me han guiado por camino y la perseverancia para seguir adelante y cumplir con uno de mis objetivos.

A mi hermana Leonor por estar siempre a mi lado, por su apoyo y confianza sobre todo por alentarme en los buenos y malos momentos de mi vida.

**Imelda A. Huacan Pacsi**

A mi madre Asunción que a pesar de las dificultades que pasamos me ayudó a salir adelante de todo problema que se me haya presentado, gracias por tus consejos, tus riñas, tus abrazos y sobre todo gracias por sacarme adelante sola.

A mi hijita Lia Valentina Madeline que me da las fuerzas para no rendirme y seguir esmerándome todos los días.

**Noelia G. Tintaya Muñoz**

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por permitir titularme de mi carrera de Ingeniería Ambiental; a mis padres y hermana por el apoyo brindado. Y agradecer a mi asesor Dr. Jorge Jave Nakayo por brindarme los conocimientos y guiarme para poder desarrollar la tesis.

**Imelda A. Huacan Pacsi**

A Dios por guiar mis pasos durante todo este trayecto, agradecer a las personas que me apoyaron y animaron a lograr este objetivo en la vida. A nuestro asesor el Dr. Jave Nakayo quien estuvo con nosotras durante todo el desarrollo de la investigación.

**Noelia G. Tintaya Muñoz**

## Índice de contenidos

<b>Carátula</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Índice de contenidos</b> .....	iv
<b>Índice de tablas</b> .....	v
<b>Índice de figuras</b> .....	vi
<b>Resumen</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	16
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	16
<b>3.2. Variables y Operacionalización</b> .....	16
<b>3.3. Población, muestra y muestreo</b> .....	17
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	18
<b>3.5. Procedimiento</b> .....	19
<b>3.6. Método de análisis de datos</b> .....	30
<b>3.7. Aspectos éticos</b> .....	30
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	31
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	40
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	43
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	44
<b>REFERENCIAS</b> .....	45
<b>ANEXOS</b> .....	52

## Índice de tablas

<b>Tabla 01:</b> Materiales e insumos para la elaboración de los platos. ....	21
<b>Tabla 02:</b> Resultado de las características físicas de hojas de Persea americana. ....	31
<b>Tabla 03:</b> Resultado de la característica química de hojas de Persea americana. ....	31
<b>Tabla 04:</b> Método de referencia para evaluar las hojas. ....	32
<b>Tabla 05:</b> PT-1, Insumos para elaboración de los platos biodegradables. ....	32
<b>Tabla 06:</b> PT-2, Insumos para la elaboración de los platos biodegradables. ..	33
<b>Tabla 07:</b> Resultado de las propiedades físicas – Densidad de los platos biodegradables. ....	33
<b>Tabla 08:</b> Resultado de las propiedades físicas - Humedad de los platos biodegradables. ....	33
<b>Tabla 09:</b> Método de referencia para evaluar los platos biodegradables. ....	34
<b>Tabla 10:</b> Resultados de resistencia a la tracción y elongación PT-1. ....	34
<b>Tabla 11:</b> Resultados de resistencia a la tracción y elongación PT-2. ....	35
<b>Tabla 12:</b> Muestra 1 - Dureza Shore de los platos biodegradables.....	36
<b>Tabla 13:</b> Método de referencia para evaluar los platos biodegradables. ....	37
<b>Tabla 14:</b> Proceso de biodegradación de los platos a la intemperie. ....	38
<b>Tabla 15:</b> Proceso de biodegradación de los platos enterrados.....	38

## Índice de figuras

<b>Figura 01:</b> Árbol de palto (Persea americana).....	14
<b>Figura 02:</b> Procedimiento para la elaboración de platos biodegradables.....	20
<b>Figura 03:</b> Materia prima.....	21
<b>Figura 04:</b> Hojas de palta.....	22
<b>Figura 05:</b> Lavado de las hojas de palta.....	22
<b>Figura 06:</b> Corte de las nervaduras.....	23
<b>Figura 07:</b> Tamizado de la maicena.....	24
<b>Figura 08:</b> Pesado de la maicena.....	24
<b>Figura 09:</b> Medición del agua destilada.....	25
<b>Figura 10:</b> Mezcla de insumos.....	25
<b>Figura 11:</b> Aplicación del pegamento a las hojas.....	26
<b>Figura 12:</b> Termo formado de los platos y compactado con disco espaciador.....	27
<b>Figura 13:</b> Llevado al horno.....	27
<b>Figura 14:</b> Obtención del plato de hojas de palto.....	28
<b>Figura 15:</b> PT-1 pesaje de hojas frescas.....	29
<b>Figura 16:</b> PT-2 pesaje de hojas secas.....	29
<b>Figura 17:</b> PT-1 Gráfica de carga - desplazamiento.....	35
<b>Figura 18:</b> PT-2 Gráfica de carga - desplazamiento.....	36
<b>Figura 19:</b> PT-2 degradación de los platos enterrados.....	39
<b>Figura 20:</b> PT-1 degradación de los platos a la intemperie.....	39

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal la elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana*. El tipo de investigación es aplicada con enfoque cuantitativo y diseño experimental. Para la primera etapa se realizó la recepción de la materia prima a utilizar que son las hojas de palto y maicena; en la segunda etapa se hizo el acondicionamiento tales como selección, lavado, secado y corte; en la tercera etapa se procedió con la preparación de pegamento natural; en la cuarta etapa se inició con la elaboración de los platos biodegradables usando diferente dosis para dos muestras y en la última etapa todos los análisis tanto de las características fisicoquímicas de las hojas como el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del plato ya fabricado fue analizado en SLAB Laboratorio de ensayo e investigación.

En cuanto a los resultados obtenidos se tuvo una dureza para la muestra PT-1 de 37,25 Shore HA mientras que la muestra PT-2 fue de 42,88 Shore HA siendo la más óptima para su elaboración con hojas secas.

**Palabras clave:** Plato biodegradable, *Persea americana*, biodegradación.

## **Abstract**

The main objective of this research work was the elaboration of biodegradable dishes from *Persea americana* leaves. The type of research is applied with a quantitative approach and experimental design. For the first stage, the reception of the raw material to be used, which are avocado leaves and cornstarch, was carried out; in the second stage conditioning was done such as selection, washing, drying and cutting; in the third stage we proceeded with the preparation of natural glue; In the fourth stage, the preparation of biodegradable dishes began using different doses for two samples and in the last stage, all the analyzes of both the physicochemical characteristics of the leaves and the analysis of the physical and mechanical properties of the already manufactured dish were analyzed. at SLAB Laboratory of testing and research.

Regarding the results obtained, the hardness for the PT-1 sample was 37.25 Shore HA while the PT-2 sample was 42.88 Shore HA, being the most optimal for its preparation with dry leaves.

**Keywords:** Biodegradable plate, *Persea americana*, biodegradation.



## I. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población demográfica y desarrollo tecnológico trae consigo las consecuencias a la contaminación al medio ambiente, al incremento de la basura producida por la misma población, en actualidad existe la persistencia en el ambiente de productos elaborados a base de petroquímicos, específicamente plásticos lo que conlleva a una problemática a nivel nacional e internacional (FLORES PEREZ, 2021).

La producción de plásticos contaminantes es un problema en sí mismo, pues precisamente por su bajo volumen y costo, son fácilmente arrojados al medio ambiente, provocando todo tipo de alteraciones en el ambiente, desde asfixia hasta la muerte por ser comidos o enredados en animales, o incluso la degradación del sistema ecológico (SCHWARZ, 2018). Debido a la producción masiva y el uso generalizado de este material, el riesgo de contaminación aumenta en todos los lugares del mundo donde se encuentran residuos. Es un material económico, versátil y duradero para una gran variedad de aplicaciones, como contenedores, elementos de construcción, piezas de automóviles o motores, muebles, etc. Según varios estudios, se puede calcular que aprox. El 7% del peso de los residuos domésticos hoy en día corresponde a residuos plásticos (SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES DE VALENCIA SL, 2019).

Los residuos plásticos que causan mayores problemas para el medio ambiente son los residuos plásticos de elementos fósiles como el petróleo, el carbón, el gas natural o la celulosa, mezclados con otros aditivos, ya que la mayoría de ellos no son biodegradables, para las empresas especializadas en este sector, es siempre ha sido necesario gestionar y tratar adecuadamente (SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES DE VALENCIA SL, 2019).

Pasado y presente, los seres humanos han estado explotando y manipulando el medio ambiente desde el principio, y esto tiene muchas consecuencias, una de las más importantes es la cuestión ambiental. Esta contaminación excesiva del medio ambiente exige nuevas ideas y estrategias para combatir la contaminación provocada por el uso

descontrolado de combustibles fósiles. En el trabajo de investigación vamos a elaborar platos biodegradables y así ser amigables con el medio ambiente.

Desde 1950, la producción de plástico ha superado a otro tipo de materiales, representando la mitad de los residuos del mundo, pero solo el 9% se recicla y 9.000 millones de toneladas acaban en vertederos y/o medio ambiente (ONU, 2018). Cada año, se utilizan 5 mil millones de piezas de plástico en todo el mundo, lo que se traduce en alrededor de 10 millones de piezas por minuto, y 13 millones de toneladas de plástico se arrojan al océano cada año. (ONU, 2018). El 50% de ellos son plásticos de un solo uso como bolsas, botellas, pajitas, que pueden tardar hasta 1000 años en descomponerse en el ecosistema. Se ve afectado por diversas actividades humanas, especialmente la industria de polímeros y los productos de extracción de petróleo. En 2016 Perú produjo 7.005.576 toneladas de RSU, de los cuales el 1.9% fue reciclado plástico, papel, cartón, etc (MINAM, 2018). Debido a las propiedades biológicas y biodegradables de los plásticos sintéticos, los bioplásticos se introdujeron como una alternativa viable para evitar el uso excesivo de plásticos sintéticos (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2017).

Una buena alternativa de materia prima para la producción de platos biodegradables son las hojas de palto, las hojas de palto son residuos agrícolas de podas de paltos. El tiempo de biodegradación será menor a la de un plástico, plato desechable elaborado de poliestireno.

La contaminación del medio ambiente persiste y esta visible a nivel mundial. "la contaminación es trascendental debido a los productos desechables convencionales por su elaboración a base de polímeros derivados del petróleo, los cuales requieren de muchos años para degradarse, siendo más afectados la flora y fauna" (LÓPEZ, 2019).

En el Perú recién se está considerando elaborar platos biodegradables ya que existen pocos estudios, a nivel nacional, en los países vecinos ya están elaborando platos biodegradables a base de residuos agrícolas, dándole importancia y valorizando tales residuos.

Los plásticos son materiales poliméricos que están compuestos por moléculas orgánicas, y su uso degrada y cambia los ecosistemas. En los últimos años, los envases de polietileno (PET), desde botellas de agua de un solo uso, aceites y bebidas, platos desechables, que significan más contaminación, son los plásticos más destacados (ZAMBRANO SÁNCHEZ, y otros, 2022).

Los bioplásticos elaborados con diferentes residuos sólidos y residuos agrícolas, en estos últimos años se le está dando importancia ya que será una nueva alternativa para producción de bioplásticos y sus presentaciones como son platos, utensilios (SALGADO, 2014).

En la actualidad las hojas de palto no se están aprovechando en nuestro país la cual podrían servir como materia prima para la elaboración platos biodegradables siendo un material eco amigable que favorezcan a la conservación del medio ambiente.

Conociendo la problemática actual en los platos desechables convencionales, se plantea como **Problema General** ¿Será posible elaborar platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana*, *Arequipa 2023?*, y como **Problemas Específicos** se estableció: ¿Qué características físico-químicas presentan las hojas de *Persea americana?*, ¿Cuáles son las condiciones de Operacionalización para la elaboración de platos biodegradables?, ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas de los platos biodegradables a partir de las hojas de *Persea americana?*, ¿Cuál es el tiempo de biodegradación de los platos elaborado a partir de las hojas de *Persea americana?*

De acuerdo con el problema de la investigación se plantea **como justificación**: La presente investigación tiene como propósito, reducir la contaminación ambiental ocasionados por el hombre debido al manejo inadecuado de RRSS, por la falta de una adecuada educación ambiental y estas causan impactos ambientales como son el cambio climático afectando

a nivel mundial. Para ayudar proteger en el cuidado del medio ambiente y tener un ambiente saludable para nuestras futuras generaciones, procedimos a valorizar las hojas de poda de *Persea americana* que son considerados como residuos orgánicos, para la fabricación de platos biodegradables. Como también se está incrementando la siembra de *Persea americana* en varias regiones del Perú por la alta demanda de exportación e importación de palta. De acuerdo con el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente hay evidencias del rápido incremento de los volúmenes de basura marina y la contaminación plástica que está alterando, y poniendo en riesgo a los medios acuáticos como son los océanos y mares del mundo. A pesar de los esfuerzos realizados, para disminuir cantidad de plásticos presente en los océanos no se puede minimizar la cantidad de residuos presentes, que están acumulados un alrededor de 75 a 199 millones de toneladas. En el que se necesita más compromiso y/o intervenciones necesarias, se estima que el porcentaje de residuos plásticos se depositan a los mares, ríos y casi triplicarse y aumentar entre, 9 y 14 millones de toneladas acumuladas de residuos por año en 2016 a un alcance de 23 y 37 millones de toneladas por año para 2040 (ONU MEDIOAMBIENTE, 2021). La ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables fue aprobada en diciembre del 2018 mediante la ley N°30884, cuya finalidad es contribuir en la concesión del derecho que tiene toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, reduciendo para ello el impacto adverso del plástico (MINAM, 2018). En el ámbito Regulatorio de la ley N°30884 se prohíbe en todo el territorio nacional el plástico de un solo uso, otros plásticos no reciclables y los envases desechables de Tecnopor para alimentos y bebidas de consumo humano en el territorio nacional; las medidas para hacer cumplir esta prohibición incluyen recolección, campañas de concientización, cobro, educación etc. (MINAM, 2018).

Los platos biodegradables son más amigables con el medio ambiente ya que su tiempo de degradación es más rápido que los platos desechables convencionales. Para ello se plantea como **objetivo general** lo siguiente: la elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana*,

Arequipa 2023 y como **objetivos específicos**; Analizar las características físico-químicas que presentan las hojas de *Persea americana*, identificar las condiciones de Operacionalización para la elaboración de platos biodegradables evaluar las propiedades físico-mecánicas de los platos biodegradables a partir de las hojas de *Persea americana*, determinar el tiempo de biodegradación de los platos elaborado a partir de las hojas de *Persea americana*.

Se plantea la hipótesis general se podrá obtener platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana* como sustituto; como hipótesis específicas tenemos los siguientes: Conocer las características físico-químicas que presentaran las hojas de *Persea americana*, identificar las condiciones de Operacionalización para la elaboración de platos biodegradables, se logrará analizar las propiedades físico-mecánicas de los platos biodegradables a partir de las hojas de *Persea americana* en qué tiempo se logrará la degradación de los platos biodegradables a partir de la elaboración con hojas de *Persea americana*.

## II. MARCO TEÓRICO

En su tesis realizó la evaluación del estudio de los factores porcentuales de 15%, 25%, 35%. de bagazo de caña y almidón de yuca, se utilizó un diseño al azar con permutación de dos vías. Probaron nueve tratamientos con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron de propiedades mecánicas, el tiempo de degradación del plato, valor de deflexión, dureza y fracturabilidad; así mismo, el color como parte de las características sensoriales del biopolímero. Ninguna de las propiedades mecánicas fue significativamente diferente ( $>0.05$ ), el porcentaje de degradación mostró que T5 (25% bagazo y 25% tapioca) fue el mejor tratamiento sin nivel de toxicidad, se logró producir un biopolímero de fibra de caña de azúcar y almidón de tapioca a escala de laboratorio (BARREIRO, y otros, 2021).

En la tesis se plantea elaborar platos biodegradables a base de cascarilla de cacao, se examinaron una serie de proyectos en el cual se valorizan los residuos

agrícolas como materia prima en la producción de bioplásticos. Se evaluó la situación actual de envases de un solo uso causada por la compra excesiva. En seguida, realizaron una encuesta a los consumidores a la hora de elegir y comprar productos. Se concluye que existe una conciencia del impacto ambiental del consumo de envases de plástico de un solo uso y se necesita una mayor conciencia y cultura ambiental para cambiar la elección y preferencia por los envases biodegradables (GAITÁN, y otros, 2021).

En esta investigación evaluaron de manera previa los materiales denominados "verdes" o "biodegradables" los cuales degradar. Para este estudio sistemático se revisaron, cuatro artículos de materiales desechables rotulados como biodegradables elaborados con materiales de: bagazo de caña de azúcar, ácido poli-láctico (polímero biodegradable), papel recubierto por pililactico y polímero de maíz no presentaron una degradación adecuada en estos sistemas. Esto se debe a la ausencia de las condiciones necesarias para iniciar la hidrólisis necesaria del biopolímero para reducir su peso molecular y hacerlo vulnerable al ataque microbiano y/o digestión por gusanos. En consecuencia, en base a su descomposición, el material a utilizar es el bagazo, dadas sus propiedades positivas en los ensayos (RUIZ, y otros, 2021).

En su tesis evaluaron aprovechar la producción de bioplásticos a partir de residuos agrícolas". Estos residuos orgánicos son examinados y procesados en laboratorios y ensayados, que luego son reciclados y transformados en bioplásticos, lo que permite alargar el ciclo de vida de los residuos agrícolas y ofrece un nuevo modelo de gestión que sienta las bases de una economía circular que es muy popular hoy en día y por lo tanto enfatiza la sostenibilidad de la actividad agrícola. El objetivo del trabajo es evaluar los residuos sólidos en las actividades agrícolas, manteniendo una perspectiva global sobre la gestión de residuos (NIÑO LIVIA, 2021).

El objetivo de su tesis "Platos Biodegradables Bijao Pack" es valorizar residuos agrícolas a una nueva adaptación de artículos desechables derivados de la hoja de plátano y comercializar como; platos, y/o envases y otros artículos y con tiempo introducirlos en el mercado simbolizará ingresos económicos pudiendo generar conciencia ecológica entre sus clientes. Esta investigación nos permitiría

reducir gastos de mano de obra, detergentes, desinfectantes y el valor de cada utensilio elaborado a base de hojas de plátano serían de menor valor económico (ÁLVAREZ, y otros, 2018).

El objetivo es explorar las materias primas para la producción de artículos biodegradables (platos, vasos, cubiertos, bolsas) utilizando como materias primas "fibra de coco y cáscara de plátano". Cada material se prueba probando la T° y la porción de prueba en cada material hasta encontrar el nivel óptimo de uso, así como midiendo el tiempo de degradación del material cuando se expone a los elementos. Como resultado, se biodegradan en un intervalo de 35 a 40 días, mucho más corto que el tiempo establecido (3 meses). Se ha demostrado que las fibras de coco y las cáscaras de plátano son biodegradables y son buenas alternativas (CUBILLA, y otros, 2020).

En su metodología usaron dos procesos de polimerización; el primero fue lavado, secado y trituración, el segundo colocan las cáscaras de banano y *Musa paradisiaca* con bisulfito de sodio esto para evitar la reacción enzimática. En el proceso de agrego HCl, glicerol y NaOH. La mezcla obtenida pasa a moldeo y secado, obteniendo el bioplásticos deseado. Se realizaron las pruebas físico-químicas; como mejor resultado obtuvo la cáscara de banano se degrada en un aproximado (1día - 40días), en una proporción de 2.46% hasta 85.64%, para el bioplásticos; la degradación fue desde un 2.94% hasta 84.39%, los resultados de biodegradabilidad fueron optimas ya que ambos se degradan fácilmente (HUMPIRI MAMANI, 2018).

En su investigación desarrolló un bioplásticos a base de conchas de *Musa paradisiaca* y *Mangifera*, los ingredientes principales fueron materias primas del mercado Hermelinda-Trujillo; la biodegradabilidad de la cáscara de plátano en dos semanas fue de 0.009 g. densidad 0.6049 (g/cm<sup>3</sup>), si es flexible, peso 1.2098 g; la biodegradabilidad de la cáscara de mango en dos semanas es de 0.001 g. la densidad es de 0.275 g/cm<sup>3</sup>. y si es manejable el peso es de 0.55 g. (CHINCHAYHUARA CAPA, y otros, 2018).

"Fabrication and characterization of starch based bioplastics with palm oil addition". En este trabajo, los bioplásticos a base de almidón mejoraron sus propiedades con la adición de aceite de palma. Los bioplásticos a base de

almidón se produjeron mediante el proceso de mezcla en seco y la técnica de compresión mezclando almidón y glicerol (3:1, p/p) y luego agregando aceite de palma en varias concentraciones (0 %, 2,5 %, 5 % y 7,5 % p/p). La morfología de los bioplásticos presentó que el aceite de palma envolvía gránulos de bioplásticos que influían en las propiedades de los bioplásticos en comparación con el aumento del ángulo de contacto de los bioplásticos de 45.95 (0% de aceite de palma) a 61.98 (5% de aceite de palma). Este resultado indicó que la adición de aceite de palma podría desarrollar las propiedades de los bioplásticos para retener moléculas de agua absorbentes. Además, el punto de fusión de los bioplásticos también afectó el cambio de temperatura de 115C° a 100C°, lo que podría ahorrar la energía necesaria durante el proceso de calentamiento. El análisis FTIR mostró que el grupo C=O en el número de onda 1747 cm<sup>-1</sup> era confiable en la interacción entre almidón-glicerol y aceite de palma. Además, la adición de aceite de palma aceleraría el proceso de biodegradación. Aunque las propiedades mecánicas de los bioplásticos no han aumentado, la adición de aceite de palma en la fabricación de bioplásticos es una alternativa para mejorar las características de los bioplásticos, especialmente las propiedades físicas, térmica y de biodegradación (AKBAR, y otros, 2019).

En su tesis proponen extraer almidón excedente de semillas de *Mangifera indica*, el almidón tuvo un porcentaje de rendimiento fue de 21.40% mientras que para la celulosa fue 21.82%. El porcentaje de amilosa y amilopectina fue el 14.09% y del 85.91%. Los valores medios de espesor y densidad oscilaron entre 0.04 mm y 0.16 mm y 1.09 g/mL y 1.00 g/mL, el porcentaje de absorción de agua del bioplástico de almidón alcanzó el 71.9 %, y las otras formulaciones tuvieron el 53.9 %, 71.5 % y 39.8 %, respectivamente. En cuanto a la solubilidad resultante, los porcentajes son 64.9%, 63.5%, 63.0% y 56.9%. Los resultados de la evaluación del método Green Star mostraron que para la extracción de almidón del proceso fue del 87 %, mientras que el elaborar bioplástico fue del 88 % (ORTIZ RAMIREZ, 2019).

En su investigación se realizó la extracción de almidón de papa y así obtener un biopolímero. Asimismo, Propiedades físico-químicas del almidón obtenido fueron, 29.2% de almidón y cantidad de cenizas 0.22%, pH 7.6. El biopolímero obtenido presento una resistencia menor al poliestireno de baja densidad, con



los valores de 5 a 25 MPa, para el módulo Young un valor bajo de 10 y 1.04 MPa, y el quiebre fue de 22547%, densidad fue de 1.4 g/cm<sup>3</sup>. La biodegradabilidad fue en 40 días en condiciones adecuadas de T° 55 °C, y las restantes al aire libre. Resultado, pasado los 42 días en incubadora, tuvieron una degradación completa, y las evaluadas al aire presentaron rupturas en su formación a los 14 días y se descompusieron por completo a los 33 días (GUARANGUAY BENAVIDES, y otros, 2021).

En su tesis obtuvieron polímeros biodegradables usando la cutícula, *Solanum y copersicum* (hidrolizado) 99/1, 98/2, 95/5, 93/7, y 90/10. Los métodos usados fueron: Análisis Termogravimétrico (TGA), Espectroscopia de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR) y Microscopia Con focal de barrido laser. En cuanto la capacidad de biodegradabilidad de los polímeros, obteniéndose un máximo de 11 % de degradabilidad con un 10% de material hidrolizado (BARRERA INTERIÁN, 2019).

El objetivo de su investigación la obtención de bioplástico a partir de *Opuntia ficus* acompañado de almidón de *Ipomoea batatas*. Sustrajeron mucilago y almidón y procedieron al mezclado con glicerina, ácido acético y agua destilada. Como resultado final obtuvieron el bioplásticos con 20g de mucilago tuvieron mejor resistencia 2.3984e-5 MPa y elongación 638. Presenta una excelente biodegradación en suelo con un 99.99% en 35 días (GAMBOA NAJARRO, 2021).

El presente trabajo emplea las hojas de Los plátanos que son un recurso muy común en Canarias y se utilizan para preparar alimentos ecológicos y biodegradables, utiliza un ligante natural a base de almidón de arroz. Las muestras consistirán en un diseño de varias capas, unas con hojas de plátano con papel reciclado, otras con hojas de plátano con papel vegetal y la última con hojas de plátano mezcladas con los dos papeles anteriores. Las muestras fabricadas se someterán a pruebas mecánicas como plegado o tracción y, tras comparar los resultados, se elegirá la mejor disposición para la elaboración del denominado Ecoplato (FLORES PEREZ, 2021).

El objetivo de este estudio fue enriquecer los bioplásticos con almidón de cáñamo (achira) y ñame (sacha papa) y pectina de cítrico x madera dura (cáscara de limón Tahití), Tarapoto, 2020. Este estudio se utilizó para experimentos anteriores. Las poblaciones consistieron en todos los cultivares que existe de cáñamo (achira) y ñame (sacha papa) y cítricos x latifolia (limón tahitiano) de la comunidad local de Wuayku-Lama. Se utilizaron como muestras 16 kg de tubérculos de cáñamo (achira) y ñame (sacha papa) y 4 kg de cáscara de limón tahitiano. Los resultados mostraron que mostraban un color piedra claro - color beige cáñamo; mientras que la magnolia blanca representa a la diosmina, que tiene un PVA de  $3.10 \cdot 10$  gH<sub>2</sub>O/Pa.s.m y no le teme al agua y  $3.55 \cdot 10^{-10}$  gH<sub>2</sub>O/Pa. s.m tienen 12.50% y 6.50% de elongación y 0.04 y 0.02 N/mm de resistencia a la tracción, respectivamente. Los bioplásticos de cáñamo tienen una tasa de biodegradación de 30 días del 98 %, mientras que las tasas de biodegradación del ñame son del 100 %. Se concluyó que es posible aumentar la producción de bioplásticos (BARTRA AREVALO, y otros, 2020).

El estudio se dividió en tres fases: extracción de almidón, producción de bioplástico y pruebas de biodegradación del bioplástico. Como primera fase se utilizó la decantación con alguna variación según convenía al residuo; nuevamente, esto se evaluó con base en varios factores utilizados en la fritura en la industria procesadora de papas pequeñas, Incluyendo la adición de antioxidantes y el cambio de temperatura para evaluar la mejor manera de obtener más almidón; luego de establecer este método, se procesaron 20 kg de papas para evaluar sus propiedades y producir bioplástico; Se obtuvo una relación amilosa/amilo pectina almidón de 26.21/73.79 y una similitud espectral del 89.8% con el almidón soluble. Como segunda etapa, se utiliza un tratamiento basado en la hidrólisis química del almidón para polimerizar el almidón, incluyendo la adición de plastificantes como agua y glicerina, y también se evaluaron sus propiedades físico-mecánicas del bioplástico elaborados con diferentes dosis de sus aditivos. Una vez obtenido el producto deseado y duradero, se utiliza un método para elaborar el bioplástico. Los resultados de tracción y elongación mostraron una tensión máxima de 1.47 MPa y una elongación máxima del 19.99 %, y el análisis infrarrojo (FTIR) indicó que el cambio máximo explicaba la formación de enlaces similares a bioplásticos. En el

paso final, el compost ayuda a la degradación más rápida, el polietileno de baja densidad como control negativo y la celulosa y los bioplásticos analizados como control positivo. El etileno (LDPE) alcanza el 6,95% y finalmente el blanco alcanza el 0.83% (MEZA RAMOS, 2016).

En su investigación se analizó la aceptación y consumo de productos biodegradables, el estudio se fue cuantitativa de corte transversal correlacional y sus resultados fueron verificados con un modelo econométrico. Tuvieron 386 encuestados entre ambos sexos de 18 a 39 años, en 6 distritos de Lima, considerándose las variables de ingreso, promedio mensual, conciencia ambiental y la calidad de dichos productos biodegradables. En la encuesta muestra un resultado; las variables de poca influencia fueron la intención del consumo y el ingreso promedio mensual con una relación de 1.05% y 1%, las de mayor influencia son la calidad de los productos biodegradables y la conciencia ambiental con una relación de 2.49% y 2.01% (ALARCÓN GORDILLO, y otros, 2019).

el objetivo de su tesis fue la elaboración de bioplástico a base de almidón de cascara de plátano, y usarlo como materia prima; el almidón se obtiene del endocarpio desechándose el exocarpio así mismo se procedió a su inmersión con jugo de limón y obteniéndose lo deseado, el biopolímero sus componentes no provocan un impacto ambiental por degradación rápida y sus características físico-mecánicas y dan credibilidad a su similitud de un polímero convencional (BEJARANO MARTINEZ, 2018).

En su proyecto busca crear una empresa para producir y comercializar vasos y contenedores térmicos a partir de Maíz, para que este empiece en la empresa "ECO D\$M", primero demarcaron la problemática para luego proceder a la producción, así mismo indican que el maíz tiene varios usos alimentarios, para la elaboración de productos biodegradables, es con la fécula de maíz el proyecto lo considera factible y se comprueba con la TIR 36% ya que presento mayores ingresos y fuentes de trabajo, y son productos degradables cuidando al medio ambiente (GONZABAY SORIANO, 2013-2014).

El propósito de esta tesis es elaborar envases ecológicos a base de bagazo de caña, producido en la hacienda Pacan. El tipo de estudio pertenece al enfoque

cuantitativo y el diseño es de tipo experimental; Los resultados se determinaron cuantitativamente y presentaron en tablas estadísticas y figuras representativas, concluyendo la elaboración de platos biodegradables a base de harina de bagazo de caña de azúcar (TUCTO VALLADARES, 2022).

En su tesis nos habla sobre la problemática por el uso excesivo de plásticos y la alteración que esta provoca; National Geographic registro una producción mundial de 407 millones de toneladas de plástico en el 2015 así mismo dan a conocer el tiempo de degradación será en 1000 años; por esta problemática buscan alternativas nuevas para la elaboración de plásticos biodegradables, considerando al almidón de maíz por la masiva actividad agrícola en Ecuador. Los métodos que usan; la molienda seca que es la artesanal, la húmeda que es la industria Por ende el interés del aprovechamiento de subproductos y residuos agroindustriales como son los granos de rechazo de maíz, elote, y la fécula, y se consideran fuentes alternativas no convencionales para la elaboración de bioplásticos llevando la delantera a los plásticos tradicionales debido a las características y degradación del 89.40% en 90 días (MERA INTRIAGO, y otros, 2020).

Los plásticos son materiales a base de polímeros con propiedades de fácil moldeado. Pueden contener aditivos. Estas sustancias se añaden para dar al material propiedades específicas (MINAM, 2018).

El polímero es una estructura química natural o artificial la cual se forma como resultado de la polimerización e incluye principalmente grupos repetidos. También se le llama macromolécula o molécula grande porque tiene un alto peso molecular (MINAM, 2018).

Define a los bioplásticos como plásticos producidos biológicamente, biodegradables o ambos (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2014).

Los autores los clasificaron en función de su composición, que puede incluir materiales renovables y biodegradables, renovables pero biodegradables, y finalmente indicar el origen del plástico (BELTRÁN, y otros, 2019).

- Plástico Biobasado o de base biológica

Están hechos principalmente de biomasa vegetal, algas, microbios e incluso de residuos. Tener en cuenta que los plásticos de base biológica requieren un tratamiento químico antes de su uso.

- Plástico Biodegradable

La Organización Europea de Bioplásticos (2017) analiza el hecho de que los combustibles fósiles también se pueden utilizar para crear plásticos biodegradables. Recuerde que la biodegradabilidad no depende del material de partida, sino que está determinada por su estructura química.

Los envases biodegradables son aquellos plásticos que pueden degradarse de forma natural y ecológica que, en poco tiempo por acción de la naturaleza como el agua, la luz solar y otros microorganismos en poco tiempo, sin dejar microplásticos en la naturaleza (PRIMEBIOPOLYMERS, 2020).

La materia prima son recursos naturales o productos intermedios que nos da la naturaleza y cuando se transforman se consideran bienes de consumo para satisfacer nuestras necesidades (ENCICLOPEDIA ECONÓMICA, 2022).

Los residuos sólidos que producen los bienes de consumo son extraídos por las personas de estos materiales para cumplir su finalidad. La mayoría de ellos se pueden reutilizar o reciclar (LÓPEZ KOHLER, 2014).

Residuos orgánicos son materias procedentes de actividades de producción de los seres humanos y no han alcanzado ningún valor económico, como son las actividades de agricultura, ganadería, etc. Es por ello que consideran residuo orgánico a la materia orgánica que tiene un tiempo de descomposición más corto que los residuos convencionales (CABRERA CÓRDOVA, y otros, 2016).

Residuos inorgánicos estos residuos están conformados por todos los desechos de origen no biológico expuestos a la naturaleza y su tiempo de degradación es lento, convirtiéndose en materiales no biodegradables. Se define a los residuos inorgánicos como Residuos de materiales no degradables o degradables en el tiempo (GUZMÁN FREIRE, 2011).

La poda es el proceso consta en eliminar una cierta parte de árbol, mata o una planta florífera con el propósito de ayudar a modificar y/o controlar el tamaño o darle forma a la planta y regular la cantidad de sus flores y frutos (ARROYO, y otros, 2003).

**Hojas de Persea americana:** Las hojas de palto contienen mucha fibra, son individuales, de forma alargada y redonda, gruesas, con la base de punta, un color rojizo cuando son pequeñas y verde a medida que pasa el tiempo (VAN DER WERFF, y otros, 1997), se pueden observar en la **Figura 01**.



**Fuente:** Propia (tomada el valle de Cazahura)

**Figura 01:** Árbol de palto (*Persea americana*).

**Agua destilada:** Es una sustancia que consiste en H<sub>2</sub>O que se somete a un proceso de destilación para eliminar las impurezas y los iones de la fuente de agua (IAGUA, 2023).

**Canela:** Sus propiedades antisépticas y fungicidas previenen el crecimiento de bacterias y/u hongos, por lo que es útil a la hora de aplicar productos a base de plantas para prevenir el crecimiento de hongos (CIARLOTTI, 2016).

En relación a la Resistencia a la tracción, es un valor característico, también denominado resistencia a la rotura, se utiliza para evaluar el comportamiento de la resistencia. La tensión de tracción mecánica más alta que puede soportar una muestra se conoce como resistencia a la tracción. Cuando se excede la resistencia a la tracción del material, se rompe: la capacidad de absorción de fuerza disminuye hasta que la muestra de material finalmente se rompe. Sin embargo, el material comienza a deformarse de manera plástica antes de que alcance la resistencia a la tracción (ZWICKROELL ACADEMY).

En cuanto a la resistencia a la elongación, nos habla de la cantidad en cuánto aumenta la longitud de un material bajo tensión de tracción antes de fracturarse. Se presenta como cociente de la longitud inicial. La fuerza máxima por unidad de área requerida para romper el vínculo entre un objeto y su entorno es otra propiedad mecánica que está directamente relacionada con el alargamiento (MIARCO).

En la relación a la dureza, son las propiedades mecánicas del material. Consiste en la resistencia del material a su deformación plástica permanente. Se puede rayar o penetrar gradualmente como superficial (INGENIERÍA, CONSULTORÍA Y FORMACIÓN) .

En la relación a la biodegradación, los materiales capaces de descomposición aeróbica o anaeróbica que ocurren naturalmente en la biosfera bajo la influencia de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas. En condiciones ambientales normales, se descomponen por la actividad enzimática de los microorganismos. La biodegradación se conceptualiza como la descomposición microbiana de materiales orgánicos, produciendo dióxido de carbono o agua al final del proceso en un ciclo aeróbico. Si se interrumpe la mineralización, el producto sufre una biotransformación, es decir, excreción de este metabolito orgánico e inorgánico (POLMAN, y otros).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicada con enfoque cuantitativo ya que se emplearán diversas teorías relacionadas con los bioplásticos para la elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana*, además de evaluar su degradación (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014).

El diseño de la investigación es de tipo experimental ya que se manipula la variable independiente de las hojas de *Persea americana* para obtener como resultado la fabricación de los platos biodegradables. Como parte final se obtendrá las muestras de los platos biodegradables para poder analizar las propiedades físicas y mecánicas, así como el proceso de elaboración y el lapso de biodegradación.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

En la presente investigación se identificó dos variables:

**V. Independiente:** Hojas de *Persea americana*

**Definición conceptual:** Las hojas de palto contienen mucha fibra, son individuales, de forma alargada y redonda, gruesas, con la base de punta, un color rojizo cuando son pequeñas y verde a medida que pasa el tiempo (VAN DER WERFF, y otros, 1997).

**Variable operacional:** Las hojas de palto y almidón de maíz se medirán mediante sus características físicas, químicas y condiciones de operación.

**Indicadores:** Tamaño, color, humedad, densidad y dosis.

**Unidad de medida:** Cm, %, C°, g.

**V. Dependiente:** Platos biodegradables



**Definición conceptual:** Platos biodegradables: Los platos biodegradables o ecológicos forman parte de la nueva generación de menaje de cocina, lo que supone una gran manera de reducir los residuos, por lo que los residuos tóxicos perjudican al planeta a la larga (Hengfeng, 218).

**Variable operacional:** Los platos biodegradables serán medidos mediante sus propiedades físicas, mecánicas y su biodegradabilidad.

**Unidad de medida:** %, Hr, N, °C.

La matriz de Operacionalización de variables se muestra en la tabla N° 1 en Anexos.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población:**

La presente investigación tiene como población a todas las hojas de *Persea americana*. Según su definición, la población es el "conjunto de todos los casos que coinciden con un conjunto de especificaciones" (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014).

#### **Muestra:**

Para la presente investigación la muestra es de 2,5 kilos de *Persea americana* (hojas de palto el cual será necesario para la elaboración de los platos biodegradables. Se define a la muestra como el "subgrupo de la población que cumplen con las características determinadas en la población" (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014)

#### **Muestreo:**

La presente investigación se tomó el tipo de muestreo no probabilístico utilizando la técnica de la toma por conveniencia. Los autores mencionan que este método fue utilizado en base a la

facilidad de acceso de los investigadores durante el estudio (OTZEN, y otros, 2017).

Se menciona que, utilizando el método de conveniencia, el investigador selecciona elementos de manera más eficiente en términos de tiempo, costo y esfuerzo. Además, esta técnica es adecuada cuando estamos en el proceso de investigación inicial (ALONSO DOS SANTOS, 2018)

#### **Unidad de análisis:**

La unidad de análisis fueron las hojas de *Persea americana* (hojas de palto), ya que fue empleado para la obtención de los platos biodegradables.

Según los autores, la unidad de análisis se refiere a la muestra, y es el investigador quien decide con esta decisión si analizarla en su conjunto o dividirla en unidades más pequeñas, es decir. lo que el investigador está tratando de hacer a través del aprendizaje (BENGTSSON, 2016).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos**

En la presente investigación se aplicó la técnica de observación y análisis documental los cuales han sido presentados por cada etapa durante el proceso.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Para la correcta obtención de recolección de datos se establecieron los siguientes instrumentos:

**Hoja de registro I:** Análisis de las características fisicoquímicas de las hojas de *Persea americana* (hojas de palto).

**Hoja de registro II:** Análisis de las condiciones de operacionalización de las hojas *Persea americana* (hojas de palto).

**Hoja de registro III:** Análisis de las propiedades físicas de los platos biodegradables a partir platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana* (hojas de palto).

**Hoja de registro IV:** Análisis de las propiedades mecánicas de los platos biodegradables a partir de hojas *Persea americana* (hojas de palto).

**Hoja de registro V:** Análisis del tiempo de biodegradación de los platos biodegradables a partir de hojas *Persea americana* (hojas de palto).

Los análisis de laboratorio de las propiedades físico-mecánicas de los platos biodegradables se realizaron en SLAB Laboratorio de ensayo e investigación donde se analizó Resistencia a la tracción/elongación y dureza.

De igual forma, para los análisis de composición fueron analizados por en el mismo laboratorio y el proceso de biodegradación será precisado en días e intemperie.

#### **A. Validez**

Los instrumentos de validación que se aplicaron en esta investigación, fue validado por profesionales de la Universidad Cesar Vallejo.

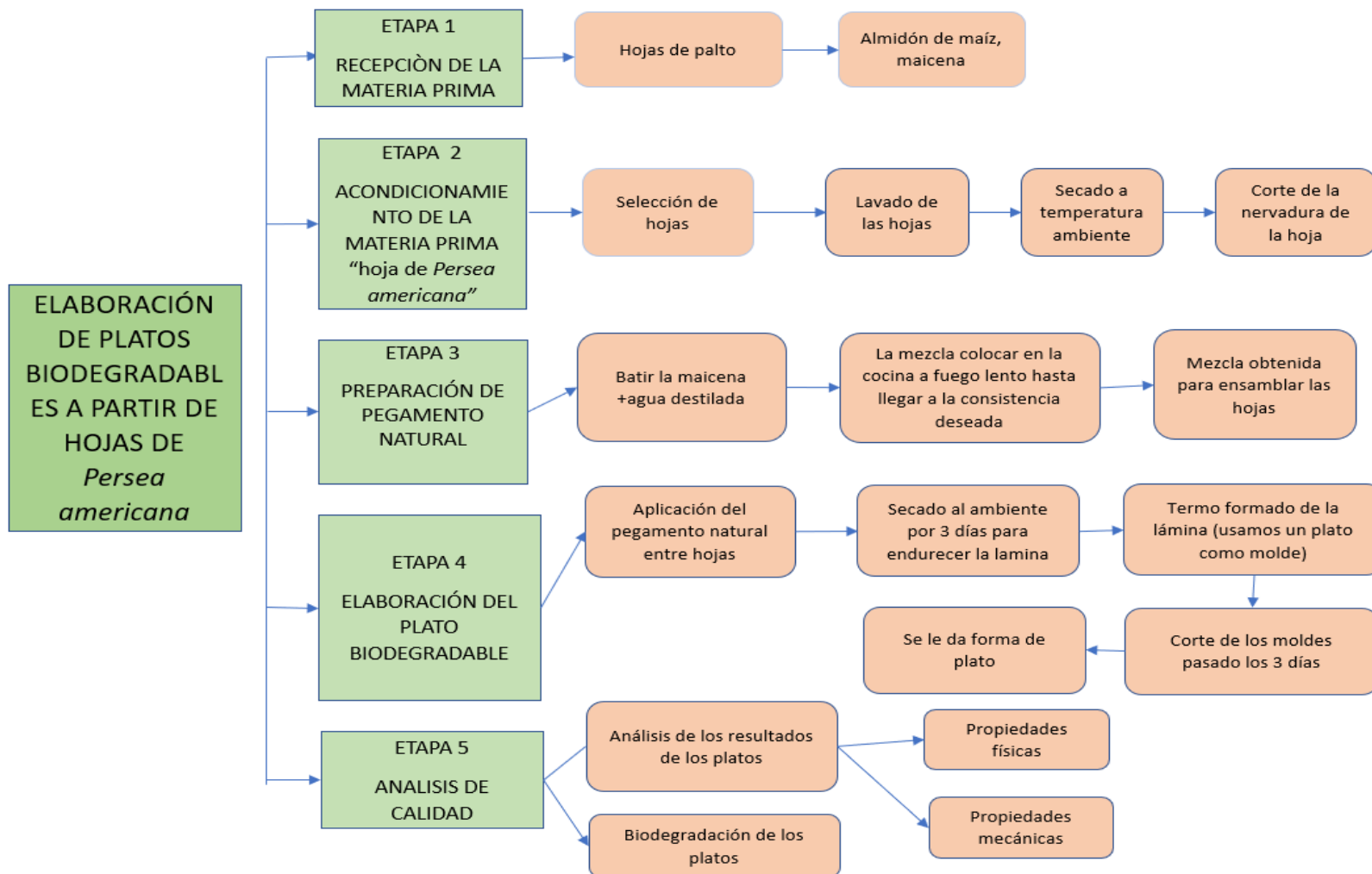
#### **B. Confiabilidad del instrumento**

Los análisis han sido realizados en laboratorios con equipos calibrados para mayor autenticidad de resultados.

Las muestras se realizaron con la finalidad de que cada resultado sea el mejor y tenga un mayor grado de confiabilidad.

### **3.5. Procedimiento**

El procedimiento e insumos y materiales se pueden observar en la **tabla 01 y figura 02**, para la elaboración de platos biodegradables a partir hojas de *Persea americana* (hojas de palto) se detallan por etapas a continuación:



**Figura 02:** Procedimiento para la elaboración de platos biodegradables.

**Tabla 01:** Materiales e insumos para la elaboración de los platos.

<b>Materiales y Equipos</b>	<b>Insumos</b>
Pipeta de 100ml	Almidón de maíz
Horno a eléctrico	Vinagre blanco
Cocina	Canela
Espátula	Agua destilada
Tamiz #40	Maicena
Cuchillo, cúter	Canela en polvo
Tijera	Hojas de palto
Guantes	
Olla	
Balanza digital	
Moldes	

### **ETAPA 1: RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

Utilizamos hojas de palta, maicena, en esta primera etapa se verificó que las materias estén en buen estado, como se muestra en la **Figura 03**.



**Figura 03:** Materia prima.

**ETAPA 2: ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA** “hojas de *Persea americana*”

En la segunda etapa se realizó la agrupación y selección de hojas que sean del mismo tamaño (figura), luego se procede al lavado y secado de las mismas, luego se procede a realizar el corte de las nervaduras como se muestran en las **Figuras 04, 05 y 06.**



**Figura 04:** Hojas de palta.



**Figura 05:** Lavado de las hojas de palta.



**Figura 06:** Corte de las nervaduras.

### **ETAPA 3: PREPARACIÓN DEL PEGAMENTO NATURAL CON MAICENA**

En la elaboración del pegamento natural para la cual en una olla se coloca la cantidad medida de cada insumo y se coloca al fuego lento hasta que tome la consistencia deseada se puede observar en las **figuras 07, 08 y 09**.



**Figura 07:** Tamizado de la maicena.



**Figura 08:** Pesado de la maicena.





**Figura 09:** Medición del agua destilada.

Se procede a batir la maicena con agua destilada, luego la mezcla colocamos a la cocina a fuego lento hasta llegar a la consistencia deseada al final agregamos vinagre y canela, así como se observa en la **Figura 10**.



**Figura 10:** Mezcla de insumos.

#### ETAPA 4: ELABORACIÓN DEL PLATO BIODEGRADABLE.

Se verificó que el pegamento natural haya tomado consistencia gomosa y se procede el pesado de las hojas a usar en la elaboración de los platos biodegradables ver **Figuras 15 y 16** en seguida con el acoplamiento de las hojas, se muestra en la **Figura 11**, como base se pone una capa de hojas de palta sobre la cual se puso la cantidad necesaria de pegamento natural para acoplar las de más hojas y también ayuda con la rigidez del plato.

Una vez realizado las planchas se procede a colocar en moldes de platos de acero luego para la compactación se usa disco espaciador para mejorar su forma, en seguida se coloca al horno una hora y media, se visualizan en las **Figura 11, 12 y 13**, al final se obtiene el plato biodegradable a partir de hojas de Persea americana como se puede observar en la **Figura 14**.



**Figura 11:** Aplicación del pegamento a las hojas.



**Figura 12:** Termo formado de los platos y compactado con disco espaciador.



**Figura 13:** Llevado al horno.



**Figura 14:** Obtención del plato de hojas de palto.



**Figura 15:** PT-1 pesaje de hojas frescas.



**Figura 16:** PT-2 pesaje de hojas secas.

## ETAPA 5: ANÁLISIS DE CALIDAD

La elaboración de los platos biodegradables se envió al laboratorio SLAB para su respectivo análisis físico-mecánico y para las hojas su respectivo análisis físico-químico.



### 3.6. Método de análisis de datos

Se realizaron pruebas de laboratorio para analizar las propiedades físicas y mecánicas de los platos biodegradables de hojas de *Persea americana*.

### 3.7. Aspectos éticos

Esta investigación proporciona fuentes confiables y confiables que se refieran a los derechos de autor y al estándar ISO 690 con el debido respeto. Los resultados obtenidos son confirmados y avalados por laboratorios acreditados, se presentaron como respuesta a las hipótesis planteadas y podrán ser utilizados también en futuras investigaciones. Finalmente, el estudio se envió al software turnitin para conocer el porcentaje de similitud y garantizar su autenticidad.

#### IV. RESULTADOS

##### **Características fisicoquímicas de las hojas de *Persea americana*.**

El presente proyecto de investigación se inició con la recolección de las hojas de *Persea americana* de un aprox. de 2,5 kilos, la cual se procedió a seleccionar las mejores hojas para dar paso a sus respectivos análisis.

En la **tabla 02**, se precisa cada dimensión a ser evaluado de las características físicas tales como el peso de las hojas, tamaño y densidad.

En la **tabla 03**, se muestra la dimensión a ser evaluado de la característica química tal como la humedad.

**Tabla 02:** Resultado de las características físicas de hojas de *Persea americana*.

MUESTRA	PESO (g)	TAMAÑO (cm)	RESULTADOS DE DENSIDAD kg/m <sup>3</sup>				PROMEDIO (Kg/m <sup>3</sup> )
PA-1	61	15-18	696,76	746,00	540,98	713,80	674,39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 03:** Resultado de la característica química de hojas de *Persea americana*.

MUESTRA	RESULTADOS DE HUMEDAD %				PROMEDIO (%)
PA-1	69,87	70,23	67,89	68,08	69,08

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 04:** Método de referencia para evaluar las hojas.

PARAMETRO	METODOLOGIA
Densidad	Gravimetría
Humedad	NOM-116-SSA1-1994/Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa

**Fuente:** Slab Laboratorio de ensayo e investigación.

### Composición de los platos biodegradables.

Para su evaluación se realizó diferentes composiciones de cada insumo se evaluamos 2 muestras con 4 repeticiones **Tabla 05** y **Tabla 06** la PT2 es la que tuvo mejor resultado sería la más adecuada para realizar platos biodegradables, ya que la PT1 según los resultados no tiene una resistencia adecuada; en la elaboración de platos se agregó canela molida (para evitar la proliferación de hongos), vinagre (como conservante y también cumple la función de evitar la presencia de hongos).

**Tabla 05:** PT-1, Insumos para elaboración de los platos biodegradables.

REPETICIONES	HOJAS DE PALTA (g)	MAICENA (g)	CANELA MOLIDA (g)	VINAGRE (ml)	AGUA DESTILADA (ml)
1	70.15	50	10	9	200
2	80.11	50	10	9	250
3	85.02	30	10	10	200
4	85.02	25	10	10	200

**Fuente:** Elaboración propia.



**Tabla 06:** PT-2, Insumos para la elaboración de los platos biodegradables.

REPETICIONES	HOJAS DE PALTA (g)	MAICENA (g)	CANELA MOLIDA (g)	VINAGRE (ml)	AGUA DESTILADA (ml)
1	61.31	25	10	10	200
2	61.31	30	10	10	200
3	55.16	50	10	9	250

**Fuente:** Elaboración propia.

**Propiedades físicas de los platos biodegradables a partir de las hojas de *Persea americana*.**

Para determinar las propiedades físicas se consideraron los siguientes componentes: densidad y humedad tales como se muestra en las **tablas 07 y 08**.

**Tabla 07:** Resultado de las propiedades físicas – Densidad de los platos biodegradables.

MUESTRA	PESO (g)				RESULTADOS DE DENSIDAD (Kg/m3)				PROMEDIO (Kg/m3)
PT-1	29	37	48	38	458,72	491,91	536,11	664,40	537,78
PT-2	67	50	37	42	596,51	588,54	591,37	496,29	568,18

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 08:** Resultado de las propiedades físicas - Humedad de los platos biodegradables.

MUESTRA	RESULTADOS DE HUMEDAD %				PROMEDIO (%)
PT-1	6,23	7,02	6,23	8,12	6,90
PT-2	12,05	10,11	9,78	11,55	10,87

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 09:** Método de referencia para evaluar los platos biodegradables.

PARAMETRO	METODOLOGIA
Densidad	ASTM D1505 Método de prueba estándar para la densidad de plásticos mediante la técnica de gradiente de densidad
Humedad	ASTM D6980 Método de prueba estándar para la determinación de la humedad en plásticos por pérdida de peso.

**Fuente:** Slab Laboratorio de ensayo e investigación.

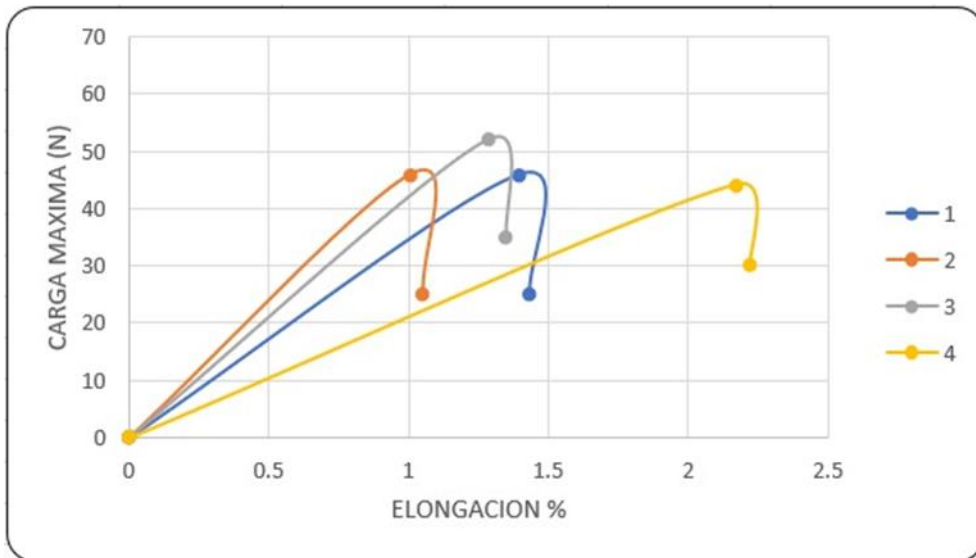
### **Propiedades mecánicas de los platos biodegradables a partir de las hojas de *Persea americana*.**

Para determinar las propiedades mecánicas se consideraron los siguientes componentes: Fuerza de elongación, fuerza de tracción y dureza, para su evaluación se usó 2 muestras con 7 repeticiones (4 unidades elaborados con hojas frescas y 3 unidades elaborados con hojas secas) de platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana* los cuales pasaron por las pruebas establecidas por el laboratorio y se puede observar en las **tablas 10 y 11** respectivamente.

**Tabla 10:** Resultados de resistencia a la tracción y elongación PT-1.

MUESTRA	MEDICIÓN	ÁREA TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN (%)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
PT-1	1	78,64	46,04	1,39	0,59
	2	76,24	49,93	1,01	0,66
	3	66,24	52,08	1,28	0,79
	4	40,68	44,14	2,17	1,09
	Promedio	65,45	48,05	1,46	0,78

**Fuente:** Elaboración propia.



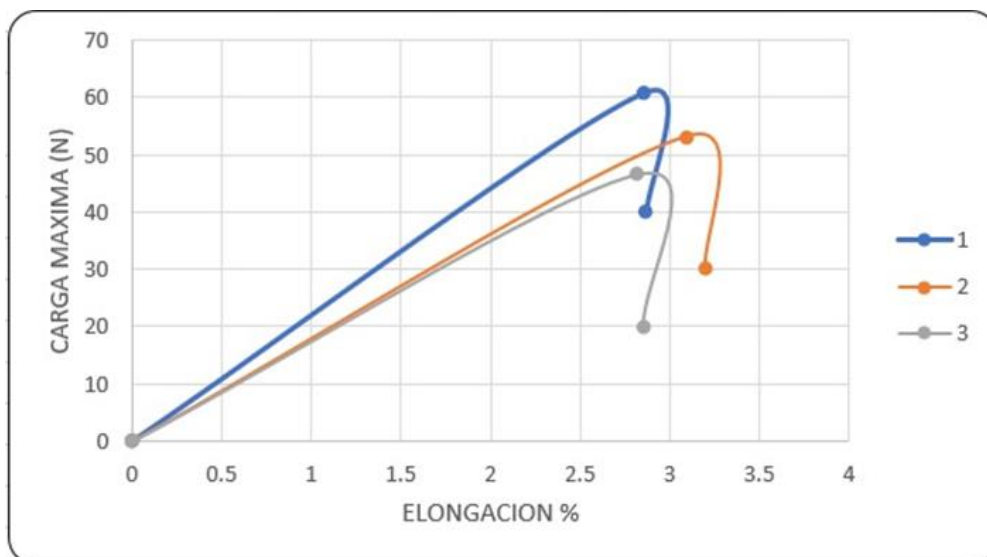
**Fuente:** Slab Laboratorio de ensayo e investigación.

**Figura 17:** PT-1 Gráfica de carga - desplazamiento.

**Tabla 11:** Resultados de resistencia a la tracción y elongación PT-2.

MUESTRA	MEDICIÓN	ÁREA TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN (%)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
PT-2	1	89,12	60,77	2,85	0,68
	2	93,12	53,29	3,10	0,57
	3	91,24	46,58	2,82	0,51
	Promedio	91,16	53,55	2,92	0,59

**Fuente:** Elaboración propia.



**Fuente:** Slab Laboratorio de ensayo e investigación.

**Figura 18:** PT-2 Gráfica de carga - desplazamiento.

**Tabla 12:** Muestra 1 - Dureza Shore de los platos biodegradables.

MUESTRA	DUREZA SHORE (HA)				PROMEDIO (HA)
PT-1	31,00	40,00	46,00	32,00	37,25
PT-2	41,50	46,00	41,50	42,50	42,88

**Fuente:** Elaboración propia.

Para determinar la dureza de las 2 muestras de los platos biodegradables se utilizó el método de referencia ASTM D2240-NTP 311.253:1982 (Revisada el 2020) PLASTICOS. Evaluados con la escala SHORE, la dureza de los platos biodegradables de las diferentes muestras es: PT-1=37,25 SHORE; PT-2=42,88 SHORE tal como se puede visualizar en la **Tabla 12**.

**Tabla 13:** Método de referencia para evaluar los platos biodegradables.

PARAMETRO	METODOLOGIA
Resistencia de elongación	ASTM D638 Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de los plásticos.
Resistencia de tracción	
Dureza	ASTM D2240 - NTP 311.253:1982 (revisada el 2020) PLÁSTICOS. Determinación de la dureza. Método Shore.

**Fuente:** Slab Laboratorio de ensayo e investigación.

### **Biodegradación de los platos por un proceso natural a partir de hojas de *Persea americana*.**

Los platos elaborados a partir de hojas de *Persea americana* se trabajaron de dos maneras: para la muestra PT-1 se dejó los platos a la intemperie no se enterró, mientras que para la muestra PT-2 los platos fueron enterrados en una tina con tierra fértil a condición ambiente, donde fue monitoreado durante 4 semanas, se puede observar en las **figuras 19 y 20** y en las **tablas 14 y 15** respectivamente.

**Tabla 14:** Proceso de biodegradación de los platos a la intemperie.

MUESTRA	PESO DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN				
	15/01	22/01	29/01	05/02	12/02
	Peso inicial (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)	Peso 4 (g)	Peso final (g)
PT-1	29	27	23	20	18
	37	35	34	31	29
PT-2	67	63	59	57	54
	50	47	42	37	35

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 15:** Proceso de biodegradación de los platos enterrados.

MUESTRA	PESO DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN				
	15/01	22/01	29/01	05/02	12/02
	Peso inicial (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)	Peso 4 (g)	Peso final (g)
PT-1	48	45	40	37	34
	38	36	33	30	27
PT-2	37	35	31	28	26
	42	40	37	34	30

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 19:** PT-2 degradación de los platos enterrados.



**Figura 20:** PT-1 degradación de los platos a la intemperie.

## V. DISCUSIÓN

La presente investigación efectuada por las investigadoras tuvo como finalidad aprovechar los residuos orgánicos de la poda de las hojas de *Persea americana*, se obtuvo el plato biodegradable partir de hoja de palta mediante la aplicación de las diferentes dosis de insumos para su elaboración del producto deseado y amigable con el medio ambiente, por su biodegradación rápida no mayor a 2 meses, no alterando el medio ambiente. Los autores en su tesis concluyen que, si es posible elaborar platos biodegradables a base de harina de bagazo de caña de azúcar, ya que en sus diferentes repeticiones obtuvieron los platos biodegradables deseados (Tuco & Valdivia, 2022).

Para conocer las características físico-químico se envió al laboratorio las hojas de *Persea americana* 2 muestras con 4 repeticiones, donde la densidad promedio para la muestra PT-1 fue de 537.38Kg/m<sup>3</sup> y para PT 2 fue 568.18Kg/m<sup>3</sup>, donde se puede verificar que la densidad de las hojas del PT-2 es mayor a comparación del PT-1; respecto a la humedad el PT-1 con un promedio de 6.9%, y el PT-2 10.87, verificando que la humedad es mayor en el PT-2.

En el caso del proceso de obtención del plato biodegradable a partir de hojas de *Persea americana* incluyendo elaborando el pegamento natural con 2 tipos de almidón: el de almidón de maíz verificándose que no es un buen adherente, preparando con maicena el adherente con los componentes de 30g de maicena, 200ml de agua destilada, 10ml de vinagre, 10g de canela molida en diferentes dosis el pagamento presento más consistencia usando este, para las 2 muestras con 7 repeticiones, elaborando láminas de las hojas de palta y dándole la forma con moldes y presándolo y colocando al horno 45min a temperatura de 200 °C., en la elaboración de platos biodegradables a base de hoja de la planta de plátano y para la obtención del adherente natural usaron 2 tipos de almidón el de trigo que el adherente no presento consistencia y el de yuca



presenta la consistencia más firme siendo el indicado para adherir las hojas del engrudo (Malambo Arias, 2022).

Para realizar el análisis de resistencia de tracción y Elongación el método de referencia que se usó fue ASTM D638; los resultados demostraron que los platos elaborados a partir de hojas de *Persea americana* para la muestra PT-1 la cual se realizó 4 repeticiones dieron como resultado para la evaluación de Resistencia a la tracción R1 0,59N, R2 0,66N, R3 0,79N y R4 1,09N con un promedio de 0,78N y para la muestra PT-2 el resultado fue de R1 0,68N, R2 0,57N y R3 0,51N con un promedio de 0,59N. En cuanto a la evaluación de la Resistencia a la elongación el resultado para la muestra PT-1 fue de R1 1,39%, R2 1,01%, R3 1,28% y R4 2,17% con un promedio de 1,46% y para la muestra PT-2 el resultado fue de R1 2,85%, R2 3,10% y R3 2,82% con un promedio de 2,92%. Los análisis realizados en comparación a los de (BARREIROS y otros, 2021) en su investigación “bagazo de caña de azúcar y almidón de yuca como sustituto de polímeros en la elaboración de platos biodegradables” fueron Fracturabilidad y deflexión, analizaron 5 muestras, en cuanto a la evaluación de Fracturabilidad M1 4.06mm, M2 4.85mm, M3 3.34mm, M4 3.85mm, M5 2.68mm y la evaluación de la deflexión de las muestras fueron; M1 3.57N/mm<sup>2</sup>, M2 4.22 N/mm<sup>2</sup>, M3 2.93 N/mm<sup>2</sup>, M4 3.13 N/mm<sup>2</sup>, M5 1.55 N/mm<sup>2</sup>. Para la evaluación de la dureza de los platos biodegradables de *Persea americana* se usó el método de referencia ASTM D2240, dando como resultados para la muestra PT-1 = 37,25 shore HA y para la muestra PT-2 = 42,88 shore HA; lo que significa que la muestra PT-2 tiene mayor dureza plato elaborado con hojas secas; los análisis realizados en comparación a los de (BARREIROS y otros, 2021) en su investigación “bagazo de caña de azúcar y almidón de yuca como sustituto de polímeros en la elaboración de platos biodegradables” el análisis de la dureza fue en las M1 5.74, M2 8.84, M3 4.91, M4 3.76, M5 3.29.

La biodegradación de los platos a base de hojas se llevó a cabo de dos maneras: Se cogió dos platos de la muestra PT-1 y de la PT-2 lo cual se

dejó que se degradara a la intemperie sin la necesidad de colocarla en suelo para ver cómo es que iría su proceso, mientras que en el proceso de enterrarlo en tierra se cogió dos platos tanto de la muestra PT-1 como de la muestra PT-2. El proceso para ambos casos duró 4 semanas aproximadamente dando como resultado un peso mínimo para la PT-1 de 18g y PT-2 de 35g sin enterrarlos; y para el caso de lo que se llegaron a enterrar tuvo resultados de 27g para la PT-1 y 26g para la PT-2.

Los productos fabricados con residuos orgánicos ya sean para sorbetes o platos u otro material al final de su vida útil se llegan a degradar en un corto a mediano plazo lo que permite que sea usado como mismo abono para las plantas sin la necesidad de estar causando un impacto negativo al ambiente (HUAYHUA FLORES, 2019).

## VI. CONCLUSIONES

El desarrollo de platos biodegradables fue práctico de elaborar, considerando los procedimientos de otras investigaciones realizadas por otros autores considerados dentro de la revisión bibliográfica, y realizando diferentes muestras con sus repeticiones y variando los insumos en g y ml se pudo obtener lo deseado, de igual forma verificar que la canela y el vinagre evitan la proliferación de hongos así mismo como conservante.

Al análisis realizado a las hojas de *Persea americana* enviadas al laboratorio Slab se pudo determinar la humedad y densidad de las hojas de *Persea americana*.

Para la elaboración de platos biodegradables a base de hojas de *Persea americana* el pegamento natural tiene que ser un buen adherente para empalmar las hojas y formar láminas para la elaboración de platos usándose como mínimo 6 láminas para elaborar cada plato para que tenga buena resistencia y dureza.

Respecto al análisis de la resistencia a la tracción el PT-1 tiene mejor valor que el PT-2, y como mejor valor de resistencia de elongación tiene el PT 2, los valores de dureza que muestran los resultados tiene mayor dureza el PT-2 que fueron realizadas con hojas secas de *Persea americana* con un promedio de 42.88.

En cuanto al proceso de biodegradación de los platos a partir de hojas de *Persea americana* se llegó a degradar en aprox. 4 semanas, el proceso de degradación va a depender mucho de la composición de los platos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

A futuros investigadores en la elaboración de platos biodegradables, considera aumentar las cantidades de vinagre y canela para mejorar la calidad del producto y tenga más duración.

Al seleccionar la materia prima considerar que estén en buenas condiciones para que el producto sea más aceptable.

Realizar un análisis de microbiología de alimentos antes de ser usados o comercializados.

Tener en cuenta la forma de almacenamiento tanto de la materia prima como el producto terminado.

Utilizar otro tipo de hojas variadas y/o material orgánico para la elaboración del producto y evaluar en qué tiempo se puede degradar.

## REFERENCIAS

- AKBAR, Hanif y RAHMAD, Dewantoro. 2019.** *Fabrication and characterization of starch based bioplastics with palm oil addition.* 2019. [https://scholar.google.com.pe/scholar?q=FABRICATION+AND+CHARACTERIZATION+OF+STARCH+BASED+BIOPLASTICS+WITH+PALM+OIL+ADDITION&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholart.1411-1098](https://scholar.google.com.pe/scholar?q=FABRICATION+AND+CHARACTERIZATION+OF+STARCH+BASED+BIOPLASTICS+WITH+PALM+OIL+ADDITION&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart.1411-1098).
- ALARCÓN GORDILLO, Guillermo Alexander y BARRANTES CHÁVEZ, Solange Nicole. 2019.** *Infuencia de la percepción del consumidor en la intención de consumo de productos biodegradables en Lima Norte, 2019.* Universidad San Ignacio de Loyola. Lima : s.n., 2019.
- ALONSO DOS SANTOS, Manuel. 2018.** *Investigación de mercados, manual universitario.* s.l. : Ediciones Diaz de Santos, 2018. [https://books.google.com.pe/books?id=YuuODwAAQBAJ&dq=Dos+Santos+\(2018\).849052081X,9788490520819](https://books.google.com.pe/books?id=YuuODwAAQBAJ&dq=Dos+Santos+(2018).849052081X,9788490520819).
- ÁLVAREZ, Janet, y otros. 2018.** *Platos Biodegradables Bijao Pack.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2018. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625417/alvarez\\_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625417/alvarez_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- ARROYO, Luis y VALENTINI, Gabriel. 2003.** *La poda en frutales y ornamentales.* Buenos Aires Norte : Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2003. 0327-3737.
- BARREIRO y BOLIVAR. 2013.** *Bagazo de caña de azúcar (saccharum officinarum) y almidón de yuca (manihotesculenta) como sustituto de poliestireno en la elaboración de platos biodegradables .* 2013.

- BARRERA INTERIÁN, Astrid del Carmen. 2019.** *Polímeros sustentables con base en Solanum lycopersicum - Poliestireno.* Instituto Politécnico Nacional. México : s.n., 2019.
- BARTRA AREVALO, Claudia Carolina y VELA VARGAS, Julissa Neononith. 2020.** *Elaboración de bioplásticos con almidón de Canna indica y Dioscorea trifida, reforzado con pectina de citrus x latifolia tarapoto, 2020.* Universidad Cesar Vallejo. Tarapoto : s.n., 2020.
- BEJARANO MARTINEZ, Naldy Liseth. 2018.** *Estudio de las propiedades mecánicas de un biopolímero a partir del contenido de almidón de cáscara de plátano.* Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa : s.n., 2018.
- BELTRÁN, Margarita, y otros. 2019.** *Plástico y plásticos degradables.* Universidad Autónoma Metropolitana. 2019. pág. 11.
- BENGTSSON, Mariette. 2016.** *How to plan and perform a qualitative study using content analysis.* 2016. págs. 8-14.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352900816000029>.
- CABRERA CÓRDOVA, Victor Carlos y ROSSI LUNA, Maria Grazia. 2016.** *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores.* Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima : s.n., 2016.
- CHINCHAYHUARA CAPA, Rosario Kelly y QUISPE LLAURE, Rocío del Pilar. 2018.** *Elaboración de bioplásticos con residuos orgánicos a base de cáscara de plátano y mango para reducir la contaminación por el uso de plásticos sintéticos en Trujillo - 2018.* Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2018.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35806/chinchayhuara\\_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35806/chinchayhuara_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**CIARLOTTI, Fabián. 2016.** *Medicina Ayurveda*. Buenos Aires - Argentina : Ediciones Lea, 2016. 978-987-718-454-9.

**CUBILLA, Katherine, y otros. 2020.** *Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable*. Universidad Tecnológica de Panamá. 2020. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/2496/3294>. 2412-0464.

**ENCICLOPEDIA ECONÓMICA. 2022.** [En línea] 2022. <https://enciclopediaeconomica.com/materia-prima/>.

**EUROPEAN BIOPLASTICS. 2014.** Frequently asked questions on bioplastics. [En línea] 2014.

—. **2017.** Global production capacities of bioplastics. [En línea] 2017. <https://docs.european-bioplastics.org>.

**FLORES PEREZ, Alberto. 2021.** *Ecoplatos, fabricación de platos biodegradables a partir de residuos de la platanera*. Universidad de la Laguna. La Laguna : s.n., 2021.

**GAITÁN, Eva y ROPERO, Jarileiny. 2021.** 2021.

**GAMBOA NAJARRO, Sandra. 2021.** *Obtención de bioplástico a partir de Opuntia ficus indica reforzado con almidón de Ipomoea batatas*. Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2021.

**GONZABAY SORIANO, Blanca Mariela. 2013-2014.** *"Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de vasos y contenedores térmicos a base de maíz en la provincia de Santa Elena año 2014"*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad - Ecuador : s.n., 2013-2014.

**GREENPEACE.** Plásticos en los océanos (Datos comparativos e impactos). [En línea]  
[http://archivos.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos\\_en\\_los\\_oceanos\\_LR.pdf](http://archivos.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_oceanos_LR.pdf).

**GUARANGUAY BENAVIDES, Jennifer Andrea y RAMIREZ PORRAS, Jessica Paola.** 2021. *Obtención y evaluación de un biopolímero a partir de almidón de papa de rechazo de la variedad "Betina"*. Univesidad de la Salle. Bogotá : s.n., 2021.

**GUZMÁN FREIRE, María José.** 2011. *Análisis del manejo de los residuos sólidos inorgánicos de los hoteles de primera y segunda categoría de la ciudad de Loja*. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja - Ecuador : s.n., 2011.  
<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/5499/1/ANALISIS%20DEL%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20INORGANICOS%20DE%20LOS%20HOTELES%20DE%20PRIMERA%20Y%20SEGUNDA%20CATEGORIA2.pdf>.

**HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto.** 2014. *Metodología de la investigación 6ta edición*. México : McGraw- Hil, 2014. 978-1-4562-2396-0.

**HUMPIRI MAMANI, Yulay Naisa.** 2018. *Reutilización de residuos de la cáscara de banano (*musa cavendish*) y plátano (*musa paradisíaca*) para la obtención de bioplásticos*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno : s.n., 2018.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/14887>.

**IAGUA.** 2023. [En línea] 2023. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua-destilada#:~:text=1%20,-,Definici%C3%B3n%20de%20agua%20destilada,iones%20del%20agua%20de%20origen..>

**INGENIERÍA, CONSULTORÍA Y FORMACIÓN.** Ingemecánica. [En línea]  
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn218.html>.



**LÓPEZ KOHLER, José Raúl. 2014.** *Programa alternativo para el manejo y gestión integral - Participativa eficiente de los residuos sólidos en la ciudad de Tarma.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n., 2014.  
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4116>.

**LÓPEZ, COLINA. 2019.** 2019. págs. 121-135.  
<http://www.redalyc.org/html/737/73737091009/>.

**MERA INTRIAGO, Yerlit Jamilex, y otros. 2020.** *Análisis de la problemática y enfoque entorno a la elaboración de envases biodegradables a partir de subproductos del maíz.* s.l. : Revista Ingeniería e Innovación, 2020. 2346-0474.

**MEZA RAMOS, Paola Nathali. 2016.** *"Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio".* Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima : s.n., 2016.

**MIARCO.** [En línea] [https://www.miarco.com/blog/diccionario-miarco-que-es-la-elongacion/#:~:text=La%20elongaci%C3%B3n%20\(o%20alargamiento\)%20es,r%20especto%20a%20la%20longitud%20inicial..](https://www.miarco.com/blog/diccionario-miarco-que-es-la-elongacion/#:~:text=La%20elongaci%C3%B3n%20(o%20alargamiento)%20es,r%20especto%20a%20la%20longitud%20inicial..)

**MINAM. 2018.** El plástico representa el 10% de todos los residuos que generamos en Perú. [En línea] 2018. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plasticorepresenta-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>.

—. **2018.** *Ley N° 30884 - Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables.* MINAM. 2018.

**NIÑO LIVIA, Frank Junior. 2021.** *Potencialidades en la Región Piura para la producción de bioplásticos a partir de residuos agrícolas.* Universidad Nacional de Piura. Piura : s.n., 2021.  
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2884>.

- ONU. 2018.** El estado de los plásticos, perspectiva del día mundial del medio ambiente. [En línea] 2018. <https://www.unep.org/es/resources/informe/el-estado-de-losplasticos-perspectiva-del-dia-mundial-del-medio-ambiente-2018>.
- ONU MEDIOAMBIENTE. 2021.** From Pollution to Solution. A Global assessment of marine litter and plastic pollution. [En línea] 2021.
- ORTIZ RAMIREZ, María Alejandra. 2019.** *Evaluación de un bioplástico de almidón de semillas de mango (Mangifera indica) con aplicación potencial en envases.* Universidad el Bosque. Bogotá : s.n., 2019. [https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2106/Ortiz\\_Ramirez\\_Maria\\_Alejandra\\_2019.pdf?sequence=1](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2106/Ortiz_Ramirez_Maria_Alejandra_2019.pdf?sequence=1).
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. 2017.** *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.* s.l. : International journal of morphology, 2017. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf> . 0717-9502.
- POLMAN, Emma, PARSONS, John y TIETEMA, Albert.** *Comparison of the aerobic biodegradation of biopolymers and the corresponding bioplastics.* s.l. : Science of the Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141953>.
- PRIMEBIOPOLYMERS. 2020.** [En línea] 2020. <https://primebiopol.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-los-envases-biodegradables-para-alimentos/#:~:text=Se%20conoce%20como%20envase%20biodegradable,de%20micropl%C3%A1stico%20en%20la%20naturaleza..>
- RUIZ, Mariana, PASTOR, Karla y ACEVEDO, Adriana. 2021.** *Biodegradabilidad de Artículos Desechables en un Sistema de Composta con Lombriz.* 2021. <https://www.scielo.cl/scielo.php?script>.

**SALGADO, R. 2014.** *Bioplásticos: Productos biodegradables.* 2014.  
<https://www.sabermas.umich.mx/secciones/tecnologia/285-bioplasticosproductos-biodegradables.html>.

**SCHWARZ, Mauricio José. 2018.** El problema del plástico. [En línea] 2018.  
<https://www.laverdad.es/ababol/ciencia/problema-plastico-20180602012328-ntvo.html>.

**SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES DE VALENCIA SL. 2019.** [En línea] 2019.  
<https://www.smv.es/como-realizar-correcto-tratamiento-residuos-plasticos/>.

**TUCTO VALLADARES, Heidy Jhadira. 2022.** *"Elaboración de platos biodegradables, mediante el bagazo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) producido en la hacienda pacán del distrito de amarilis - Huánuco - 2021"*. Huánuco, Universidad de Huánuco. 2022.

**VAN DER WERFF, H. y LOREA, F. 1997.** *Flora del Bajío y de regiones adyacentes.* 1997. págs. 42-56.

**ZAMBRANO SÁNCHEZ, Cinthya Carolina, LATORRE CASTRO, Gisela Beatriz y CARRILLO ANCHUNDIA, Bladimir Jacinto. 2022.** *Materiales Poliméricos y el impacto ambiental: Una revisión Polymeric materials and environmental impact: a review* *Materiais poliméricos e impacto ambiental.* s.l. : Polo de conocimiento, 2022.  
<https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/4092/9587.2550-682X>.


**ZWICKROELL ACADEMY.** [En línea] [Citado el: 01 de 02 de 2023.]  
<https://www.zwickroell.com/es/sectores/ensayo-de-materiales/ensayo-de-traccion/resistencia-a-la-traccion/>.

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de Operacionalización de variables.

Elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de <i>Persea americana</i> , Arequipa 2023								
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida			
<b>Variable Independiente</b>  Hojas de <i>Persea americana</i>	Hojas de palta: Las hojas de palto contienen mucha fibra, son individuales, de forma alargada y redonda, gruesas, con la base de punta, un color rojizo cuando son pequeñas y verde a medida que pasa el tiempo (VAN DER WERFF, y otros, 1997).	Las hojas de palto se medirán mediante sus características físicas, químicas y condiciones de operación.	Características Físicas de la hoja	Peso	gr			
				Tamaño	cm			
				Color	-			
				Densidad	Kg/m3			
				Textura	%			
							Humedad	%
			Condiciones de Operacionalización				Hojas	gr
							Maicena	gr
							Almidón de maíz	gr
							Vinagre blanco	ml
							Agua destilada	ml
				Canela en polvo	gr			
<b>Variable Dependiente</b>  Platos biodegradables	Platos biodegradables: Los platos biodegradables o ecológicos forman parte de la nueva generación de menaje de cocina, lo que supone una gran manera de reducir los residuos, por lo que los residuos tóxicos perjudican al planeta a la larga (Hengfeng, 2018).	Los platos biodegradables serán medidos mediante sus propiedades físicas y su biodegradabilidad.	Propiedades físico-mecánicas	Peso	gr			
				Color	-			
				Densidad	Kg/m3			
				Humedad	%			
				Resistencia de elongación	%			
				Dureza	%			
						Fracturabilidad	-	
			Biodegradabilidad				Degradación	Dias
							Intemperie	%
							Temperatura	C°

**Anexo 02:** Instrumentos de recolección de datos.

		<b>Hoja de registro I: Análisis de las características fisicoquímico de las hojas de <i>Persea americana</i>.</b>				
<b>Título:</b>		<b>Elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de <i>Persea americana</i>, Arequipa 2023</b>				
<b>Línea de investigación:</b>		Tratamiento y gestión de residuos sólidos				
<b>Responsables:</b>		Huacan Pacsi, Imelda Ángela Tintaya Muñoz, Noelia Giuliana				
<b>Fecha:</b>		20.12.2022				
Muestra	Peso (gr)	Tamaño (cm)	Color	Densidad (gr/m3)	Textura (%)	Humedad (%)

  
 -----  
 Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 DNI: 01066653  
 CIP: 43444  
 Teléfono: 994552085

  
 -----  
 Espinoza Farfán Eduardo Ronald  
 DNI: 40231227  
 CIP: 92135  
 Teléfono: 995666022

  
 -----  
 Lozano Sulca Yimi Tom  
 DNI: 41134872  
 CIP: 184434  
 Teléfono: 931478902



**Hoja de registro II: Elaboración de los platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana*.**

<b>Título:</b>	<b>Elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de <i>Persea americana</i>, Arequipa 2023</b>					
<b>Línea de investigación:</b>	Tratamiento y gestión de residuos sólidos					
<b>Responsables:</b>	Huacan Pacsi, Imelda Ángela Tintaya Muñoz, Noelia Giuliana					
<b>Fecha:</b>	20.12.2022					
<b>Muestra</b>	<b>Hojas de <i>Persea americana</i> (gr)</b>	<b>Maicena (gr)</b>	<b>Almidón de maíz (gr)</b>	<b>Vinagre blanco (ml)</b>	<b>Agua destilada (ml)</b>	<b>Canela en polvo (gr)</b>

Jave Nakayo Jorge Leonardo  
DNI: 01066653  
CIP: 43444  
Teléfono: 994552085

Espinoza Farfán Eduardo Ronald  
DNI: 40231227  
CIP: 92135  
Teléfono: 995666022

Lozano Sulca Yimi Tom  
DNI: 41134872  
CIP: 184434  
Teléfono: 931478902



**Hoja de registro III: Análisis de las propiedades físicas de los platos biodegradables.**

**Título:**

**Elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de Persea americana, Arequipa 2023**

**Línea de investigación:**

Tratamiento y gestión de residuos sólidos

**Responsables:**

Huacan Pacsi, Imelda Ángela  
Tintaya Muñoz, Noelia Giuliana

**Fecha:**

20.12.2022

Muestra	Peso (gr)	Color	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad (%)

Jave Nakayo Jorge Leonardo  
DNI: 01066653  
CIP: 43444  
Teléfono: 994552085

Espinoza Farfán Eduardo Ronald  
DNI: 40231227  
CIP: 92135  
Teléfono: 995666022

Lozano Sulca Yimi Tom  
DNI: 41134872  
CIP: 184434  
Teléfono: 931478902



**Hoja de registro IV: Análisis de las propiedades mecánicas de los platos biodegradables.**

**Título:**

**Elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de *Persea americana*, Arequipa 2023**

**Línea de investigación:**

Tratamiento y gestión de residuos sólidos

**Responsables:**

Huacan Pacsi, Imelda Ángela  
Tintaya Muñoz, Noelia Giuliana

**Fecha:**

20.12.2022

Muestra	Resistencia de elongación	Resistencia de tracción	Dureza

Jave Nakayo Jorge Leonardo  
DNI: 01066653  
CIP: 43444  
Teléfono: 994552085

Espinoza Farfán Eduardo Ronald  
DNI: 40231227  
CIP: 92135  
Teléfono: 995666022

Lozano Sulca Yimi Tom  
DNI: 41134872  
CIP: 184434  
Teléfono: 931478902

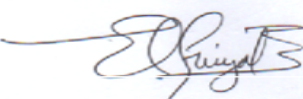




**Hoja de registro V: Análisis de la biodegradabilidad de los platos biodegradables.**

<b>Título:</b>	<b>Elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de <i>Persea americana</i>, Arequipa 2023</b>				
<b>Línea de investigación:</b>	Tratamiento y gestión de residuos sólidos				
<b>Responsables:</b>	Huacan Pacsi, Imelda Ángela Tintaya Muñoz, Noelia Giuliana				
<b>Fecha:</b>	20.12.2022				
<b>Muestra</b>	<b>Peso del proceso de degradación</b>				
	Peso inicial (gr)	Peso 2 (gr)	Peso 3 (gr)	Peso 4 (gr)	Peso final (gr)

  
-----  
Jave Nakayo Jorge Leonardo  
DNI: 01066653  
CIP: 43444  
Teléfono: 994552085

  
-----  
Espinoza Farfán Eduardo Ronald  
DNI: 40231227  
CIP: 92135  
Teléfono: 995666022

  
-----  
Lozano Sulca Yimi Tom  
DNI: 41134872  
CIP: 184434  
Teléfono: 931478902

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Ing. Jave Nakayo, Jorge Leonardo
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente UCV
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Análisis de las características físico-químico de las hojas *Persea americana*.
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** Huacan Pacsi Imelda Ángela / Tintaya Muñoz Noelia Giuliana

### II. ASPECTOS DEVALIDACIÓN

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

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%
-----

Lima, 20 de diciembre del 2022




---

Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 DNI: 01066653  
 CIP: 43444  
 Teléfono: 994552085

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 2

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Ing. Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente UCV  
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible  
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Análisis de las condiciones de operacionalización de las hojas *Persea americana*.  
 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** Huacan Pacsi Imelda Ángela / Tintaya Muñoz Noelia Giuliana

### II. ASPECTOS DEVALIDACIÓN

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

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%
-----

Lima, 20 de diciembre del 2022



-----  
 Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 DNI: 01066653  
 CIP: 43444  
 Teléfono: 994552085

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Ing. Jave Nakayo, Jorge Leonardo
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente UCV
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Análisis de las propiedades físicas de los platos biodegradables a partir de las hojas de Persea americana.
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** Huacan Pacsi Imelda Ángela / Tintaya Muñoz Noelia Giuliana

#### 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

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%
-----

Lima, 20 de diciembre del 2022

  
 -----  
**Jave Nakayo Jorge Leonardo**  
 DNI: 01066653  
 CIP: 43444  
 Teléfono: 994552085

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 4**

- I. DATOS GENERALES**
- I.1. Apellidos y Nombres:** Dr. Ing. Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
**I.2. Cargo e institución donde labora:** Docente UCV  
**I.3. Especialidad o línea de investigación:** Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible  
**I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Análisis de las propiedades mecánicas de los platos biodegradables.  
**I.5. Autor(A) de Instrumento:** Huacan Pacsi Imelda Ángela / Tintaya Muñoz Noelia Giuliana
- 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

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

85%
-----

Lima, 20 de diciembre del 2022



-----  
**Jave Nakayo Jorge Leonardo**  
 DNI: 01066653  
 CIP: 43444  
 Teléfono: 994552085

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 5**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Ing. Jave Nakayo, Jorge Leonardo
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente UCV
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Análisis de la biodegradabilidad de los platos biodegradables.
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** Huacan Pacsi Imelda Ángela / Tintaya Muñoz Noelia Giuliana

**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

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

85%
-----

Lima, 20 de diciembre del 2022



Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 DNI: 01066653  
 CIP: 43444  
 Teléfono: 994552085

## Anexo 03: Resultados de laboratorio.



### SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

#### INFORME DE ENSAYO IE-2023-0097

##### 1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : IMELDA ANGELA HUACAN PACSI / NOELIA GIULIANA TINTAYA MUÑOZ  
1.2 RUC o DNI : 44591184 / 47573985  
1.3 Proyecto : ELABORACIÓN DE PLATOS BIODEGRADABLES A PARTIR DE HOJAS DE PERSEA AMERICANA, AREQUIPA 2023

##### 2. DATOS DE LA MUESTRA

- 2.1 Producto : HOJAS - MATERIAL BIODEGRADABLE  
2.2 Muestreado por : CLIENTE  
2.3 Número de Muestras : 03  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-02-09  
2.5 Periodo de Ensayo : 2023-02-11 al 2023-02-17

##### 3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Análisis de Densidad (Hojas)	Gravimetría
Humedad (Hojas)	NOM-116-SSA1-1994 Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico.
Dureza Shore (Biomaterial)	NTP 311.253:1982 (revisada el 2020) PLÁSTICOS. Determinación de la dureza. Método Shore
Resistencia a la tracción y elongación (Biomaterial)	ASTM D638 Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de los plásticos
Densidad (Biomaterial)	ASTM D1505 Método de prueba estándar para la densidad de plásticos mediante la técnica de gradiente de densidad
Humedad (Biomaterial)	ASTM D6980 Método de prueba estándar para la determinación de la humedad en plásticos por pérdida de peso

KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP Nº 276377

Jefe de Laboratorio

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

**4. RESULTADOS**

**4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA (e):**

Código de Laboratorio	Descripción de muestras
S-0225	HOJAS DE PALTA CODIGO: PA-1 - CANTIDAD: 61gr
S-0226	PLATOS BIODEGRADABLES CODIGO: PT-2
S-0227	PLATOS BIODEGRADABLES CODIGO: PT-1

**4.2. ANÁLISIS DE LOS INSUMOS**

**4.2.1. RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS HOJAS**

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Resultados de Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )				Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )
S-0225	696,76	746,00	540,98	713,80	674,39

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Resultados de Humedad %				Promedio (%)
S-0225	69,87	70,23	67,89	68,34	69,08

**4.3. ANÁLISIS DE LOS BIOMATERIALES**

**4.3.1. RESULTADOS DE DUREZA SHORE**

- Método de referencia: ASTM D2240 – “NTP 311.253:1982 (revisada el 2020) PLÁSTICOS. Determinación de la dureza. Método Shore. 1ª Edición.
- Equipo utilizado: Durómetro Shore.

Tabla N°3: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Dureza Shore (HA)				Promedio (HA)
S-0226	41,50	46,00	41,50	42,50	42,88

Tabla N°4: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Dureza Shore (HA)				Promedio (HA)
S-0227	31,00	40,00	46,00	32,00	37,25

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.



#### 4.3.2. RESULTADOS DE DENSIDAD

- Método de referencia: ASTM D1505 Método de prueba estándar para la densidad de plásticos mediante la técnica de gradiente de densidad.
- Equipo utilizado: Densímetro.

Tabla N°5: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Resultados de Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )				Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )
S-0226	596,51	588,54	591,37	496,29	568,18

Tabla N°6: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Resultados de Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )				Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )
S-0227	458,72	491,91	536,11	664,40	537,78

#### 4.3.3. RESULTADOS DE HUMEDAD

- Método de referencia: ASTM D6980 Método de prueba estándar para la determinación de la humedad en plásticos por pérdida de peso
- Equipo utilizado: Estufa - Balanza.

Tabla N°7: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Resultados de Humedad %				Promedio (%)
S-0226	12,05	10,11	9,78	11,55	10,87

Tabla N°8: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Resultados de Humedad %				Promedio (%)
S-0227	6,23	7,02	6,23	8,12	6,90

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

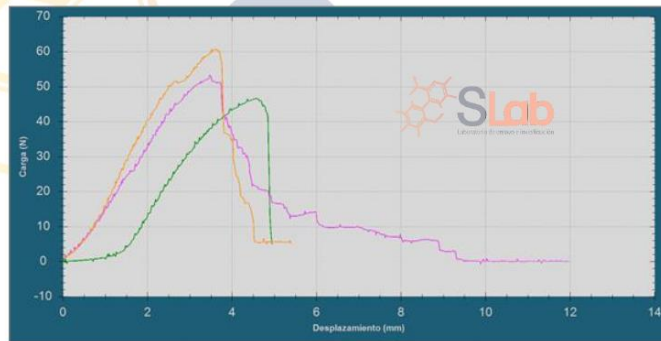
**4.3.4. ANÁLISIS MECÁNICOS**

**4.3.4.1. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN - CODIGO: PT-2**

- Método de referencia: ASTM D638 Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de los plásticos.
- Equipo utilizado: Equipo de Tracción Universal

**Tabla N°9: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Medición	Área Transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (N)	Elongación (%)	Resistencia a la Tracción (N/mm <sup>2</sup> )
S-0226	1	89,12	60.77	2,85	0,68
	2	93,12	53.29	3,10	0,57
	3	91,24	46.58	2,82	0,51
	Promedio	91,16	53.55	2,92	0,59



**IMAGEN N°1: GRÁFICA CARGA – DESPLAZAMIENTO (S-0226)**

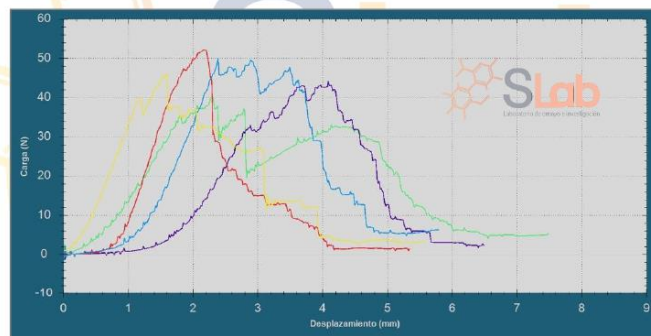
- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

**4.3.4.2. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN - CODIGO: PT-1**

- Método de referencia: ASTM D638 Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de los plásticos.
- Equipo utilizado: Equipo de Tracción Universal

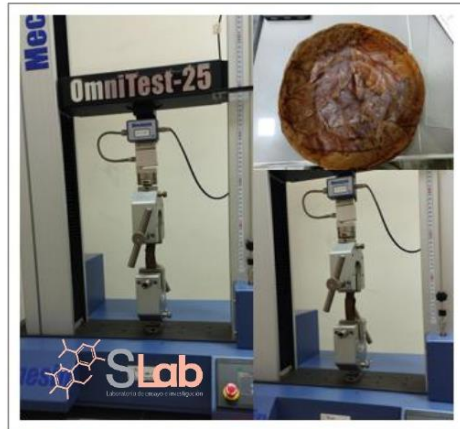
**Tabla N°10: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Medición	Área Transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (N)	Elongación (%)	Resistencia a la Tracción (N/mm <sup>2</sup> )
S-0227	1	78,64	46.04	1,39	0,59
	2	76,24	49.93	1,01	0,66
	3	66,24	52.08	1,28	0,79
	4	40,68	44.14	2,17	1,09
	Promedio	65,45	48.05	1,46	0,78



**IMAGEN N°2: GRÁFICA CARGA – DESPLAZAMIENTO (S-0227)**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.



Cuadro N°1: IMÁGENES DE ANÁLISIS REALIZADO (S-0226)



Cuadro N°2: IMÁGENES DE ANÁLISIS REALIZADO (S-0227)

© Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

**Anexo 04:** Muestra de los platos biodegradables.



Platos biodegradables a base de hojas frescas



Platos biodegradables a base de hojas secas





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, 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 platos biodegradables a partir de hojas de Persea americana, Arequipa 2023", cuyos autores son TINTAYA MUÑOZ NOELIA GIULIANA, HUACAN PACSI IMELDA ANGELA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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, 28 de Febrero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO <b>DNI:</b> 01066653 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3536-881X	Firmado electrónicamente por: JJAVEN el 28-02- 2023 12:59:56

Código documento Trilce: TRI - 0535221