



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Elaboración de bioplásticos a base de almidón de semilla (*Persea americana*) y pectina de cáscara de (*Citrus limon*)

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Loyola Luna, Rodrigo Fidel (orcid.org/0000-0002-6386-3685)

Pinto Mogollon, Alvaro Jose Luis (orcid.org/0000-0002-8831-9010)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

A mis padres, a mi tía Blanca Gallegos y a mis hermanos, en especial a mi hermano José Luis y Karina Loyola que siempre me apoyaron incluso cuando ellos no tenían como hacerlo, y a una persona muy especial que nunca dejó de animarme en los momentos más difíciles de mi vida.

Loyola Luna, R.

A Dios y a mis padres, que fueron parte muy importante en mi etapa universitaria, también dedicar este trabajo a Teodora Alvarado de Mogollón mi segunda madre, gracias por darme la sabiduría de continuar con mi camino profesional y nunca dejar de alentarme en mis momentos más difíciles.

Pinto Mogollón, A.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los profesores que formaron parte de nuestro crecimiento académico, formando en nosotros profesionales capacitados a futuro con los conocimientos brindados en cada una de las clases, a su vez recalcar el labor constante durante estos dos últimos ciclos a nuestro asesor Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo por su brillante manera de enseñarnos a cada uno de nosotros la manera correcta de ser un investigador impecable, de la misma manera agradecer cordialmente a nuestros compañeros que nos brindaron su amistad y apoyo durante todos estos años, los llevaremos en nuestros corazones eternamente.



**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 bioplásticos a base de almidón de semilla (Persea Americana) y pectina de cáscara de (Citrus Limón)", cuyos autores son PINTO MOGOLLON ALVARO JOSE LUIS, LOYOLA LUNA RODRIGO FIDEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, 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, 23 de Agosto 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 23-08- 2023 22:12:39

Código documento Trilce: TRI - 0649939



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, PINTO MOGOLLON ALVARO JOSE LUIS, LOYOLA LUNA RODRIGO FIDEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Elaboración de bioplásticos a base de almidón de semilla (Persea Americana) y pectina de cáscara de (Citrus Limón)", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ALVARO JOSE LUIS PINTO MOGOLLON <b>DNI:</b> 70545915 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8831-9010	Firmado electrónicamente por: JLPINTOP el 23-08- 2023 10:01:54
RODRIGO FIDEL LOYOLA LUNA <b>DNI:</b> 48054663 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6386-3685	Firmado electrónicamente por: RLOYOLAL12 el 23-08- 2023 11:55:34

Código documento Trilce: TRI - 0649941

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	IV
Declaratoria de Originalidad de los Autores .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT .....	XI
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y Operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	17
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5. Procedimientos .....	20
3.6 Métodos de análisis de datos.....	37
3.7 Aspectos éticos .....	38
IV. RESULTADOS .....	38
V. DISCUSIÓN.....	59
VI. CONCLUSIONES .....	63
VII. RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS .....	65
ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica.....	11
Tabla 2. Composición química de la semilla de Persea americana.....	11
Tabla 3. Clasificación Taxonómica del limón .....	12
Tabla 4. Rendimiento de pectina .....	13
Tabla 5. Validación de instrumentos .....	17
Tabla 6. Confiabilidad del instrumento.....	18
Tabla 7. Caracterización de almidón y pectina .....	38
Tabla 8. Fuerza tracción del bioplástico según dosis.....	38
Tabla 9. Elongación del bioplástico según dosis .....	39
Tabla 10. Biodegradabilidad del bioplástico según dosis.....	40
Tabla 11. Peso de los bioplásticos.....	42
Tabla 12. Humedad de los bioplásticos .....	43
Tabla 13. Espesor de los bioplásticos.....	44
Tabla 14. Biodegradabilidad de los bioplásticos.....	45
Tabla 15. Fuerza tracción de los bioplásticos.....	46
Tabla 16. Elongación de los bioplásticos.....	47
Tabla 17. Prueba de normalidad según dosis.....	48
Tabla 18. Prueba de anova según dosis .....	49
Tabla 19. Prueba de Tukey según dosis .....	50
Tabla 20. Prueba de normalidad de las propiedades físicas.....	51
Tabla 21. Anova de características físicas.....	52
Tabla 22. Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas.....	53
Tabla 23. Anova de características mecánicas.....	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Recolección de residuos.....	19
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de almidón.....	20
Figura 3. Lavado de semillas de Persea americana .....	21
Figura 4. Peso inicial de las semillas.....	21
Figura 5. Secado de las semillas Persea americano.....	22
Figura 6. Triturado de las semillas de Persea americano.....	22
Figura 7. Tamizado de semilla de Persea americano.....	23
Figura 8. Remojo de la semilla Persea americano.....	23
Figura 9. Sedimentación de las muestras de semillas pulverizadas .....	24
Figura 10. Filtración de las muestras sedimentadas.....	25
Figura 11. Proceso de decantación.....	25
Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de obtención de pectina.....	27
Figura 13. Lavado de cáscara de Citrus limón.....	28
<i>Figura 14.</i> Peso húmedo inicial de las cáscaras.....	28
Figura 15. Secado de cáscaras de Citrus limón .....	29
Figura 16. Triturado de la cáscara de Citrus limón.....	29
Figura 17. Proceso de tamizado .....	30
Figura 18. Hidrólisis ácida.....	30
Figura 19. Proceso de agitación (a) y calentamiento de muestra (b).....	31
Figura 20. Proceso de enfriamiento (a) y filtración (b).....	31
Figura 21. Agitación en solución de etanol .....	32
Figura 22. Proceso de secado .....	32
Figura 23. Proceso de triturado y tamizado de muestra.....	33
Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de obtención de bioplásticos.....	33
Figura 25. Mezcla de dosis .....	34
Figura 26. Secado de bioplásticos en horno.....	35
Figura 27. Secado de bioplásticos a temperatura ambiente .....	35
Figura 28. Fuerza de Tracción según dosis.....	39
Figura 29. Elongación según dosis.....	40
Figura 30. Biodegradabilidad según dosis .....	41
Figura 31. Peso según dosis .....	42

Figura 32. Humedad según dosis .....	43
Figura 33. Espesor según dosis .....	44
Figura 34. Biodegradabilidad de las propiedades físicas del bioplástico.....	45
Figura 35. Fuerza tracción de las propiedades mecánicas .....	46
Figura 36. Porcentaje de elongación de las propiedades mecánicas .....	47

## RESUMEN

El amplio consumo de productos plásticos sintéticos implica la búsqueda de nuevas alternativas sustentables que los reemplacen. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo elaborar bioplástico a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*. Para la obtención del almidón se realizaron procesos de remojo de semilla, sedimentación, secado, pulverizado y tamizado. Para la obtención de pectina se realizó el proceso de hidrólisis ácida, agitación-calentamiento, enfriamiento, secado y homogenización. El almidón y la pectina presentaron granulometría de 425  $\mu\text{m}$ , pH ácido, humedades de 20.6 y 35.2 % respectivamente. Los mejores resultados se obtuvieron con el bioplástico de dosis 3 (15g de almidón de semilla de *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*), alcanzando fuerza de tracción de 4.46  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , elongación de 7.79% y biodegradabilidad de 31.35 % en tres semanas sumergido el bioplástico en agua de mar. En conclusión, el almidón extraído de las semillas de *Persea americana* y pectina de cáscaras de *Citrus limon*, fueron componentes esenciales para la elaboración de bioplásticos.

**Palabras clave:** Almidón, bioplástico, *citrus limon*, *pectina*, *persea americana*.

## ABSTRACT

The wide consumption of synthetic plastic products implies the search for new sustainable alternatives to replace them. Therefore, this research aims to produce bioplastic from *Persea americana* seed starch with Citrus limon peel pectin. To obtain the starch, seed soaking, sedimentation, drying, pulverizing and sieving processes were carried out. To obtain pectin, the process of acid hydrolysis, stirring-heating, cooling, drying and homogenization was carried out. Starch and pectin presented granulometry of 425  $\mu\text{m}$ , acid pH, humidity of 20.6 and 35.2 % respectively. The best results were obtained with the dose 3 bioplastic (15g of *Persea americana* seed starch with 17g Citrus limon peel pectin), reaching a tensile strength of 4.46  $\text{kg/cm}^2$ , elongation of 7.79% and biodegradability of 31.35% in three weeks submerged the bioplastic in seawater. In conclusion, the starch extracted from *Persea americana* seeds and pectin from Citrus limon peels were essential components for the production of bioplastics.

**Keywords:** Starch, bioplastic, *citrus limon*, pectin, *persea americana*.

## I. INTRODUCCIÓN

El volumen plástico ocupa el tercer lugar de los residuos generados a nivel mundial, que crece en línea con el aumento de la población y el consumo per cápita (Chen *et al.*, 2021). En particular, el consumo de plásticos es una de las principales causas de problemas ambientales y socioeconómicos (O'Brien y Thondhlana, 2019), pues cada año se utilizan alrededor de 500 mil millones de plástico en todo el mundo por su facilidad de uso y bajo costo (Sulman *et al.*, 2022).

La producción mundial de plásticos fue de 348 millones de toneladas en 2017 y alcanzó los 359 millones de toneladas en 2018. Los principales contribuyentes fueron Asia (51 %), Europa (17%), Oriente Medio y África (7%), entre otros (Salman, Mudasir & Poonam, 2021). Destacando la India como la nación líder en la producción de plásticos, registrando entre 2018-2019, más de 15 millones de toneladas de producción que aumentó a 24 millones de toneladas en el 2020 (Aryan *et al.*, 2019).

Entre 1950 y 2015, de la cantidad total de desechos plásticos producidos a nivel mundial, solo el 9 % fue reciclado. Como resultado, un mínimo de 5,25 billones de partículas de plástico que pesan cerca de 269 000 toneladas se estimó flotando en la superficie de los océanos del mundo utilizando un modelo oceanográfico de dispersión de desechos flotantes (Ciriminna y Pagliaro, 2020). En consecuencia, alrededor del 80% de la contaminación del agua es causada por bolsas de plástico, afectando a 600 especies marinas cada año (MINAM, 2020). Por otro lado, en las zonas urbanas el cierre de los sistemas de alcantarillado también es un problema muy común que ha surgido debido a la acumulación de bolsas de plástico (Menicagli, Balestri y Lardicci, 2019).

En el Perú, el uso de plástico al año aproximadamente es de 30 kilos por ciudadano (MINAM, 2020) y se genera alrededor de 21 mil toneladas de residuos sólidos municipales por día; el 11% son plásticos (El peruano, 2022). En Lima Metropolitana y el Callao se produce aproximadamente 886 toneladas de desechos de plástico diariamente. Asimismo, la mala gestión de

los desechos sólidos en el país, es una realidad compleja, donde sólo un 22% del total de residuos generados se reutilizan (MINAM, 2019).

El amplio consumo de productos plásticos sintéticos implica la búsqueda de nuevas alternativas sustentables que los reemplacen, de esta manera surgen los plásticos biodegradables (bioplásticos) que son elaborados a partir del aprovechamiento de residuos orgánicos, que no generan impactos negativos al medio ambiente y presentan características similares a los plásticos convencionales en parámetros de resistencia y flexibilidad (Aponte y Soledad, 2022).

Por otro lado, durante la última década, el uso del almidón de semilla *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limon* en diferentes aplicaciones ha aumentado significativamente como plataforma química de forma independiente, y se ha encontrado su mayor potencial empleándose como aditivo natural o como monómero que permiten nuevos procesos catalíticos capaces de brindar excelentes productos plásticos con diferentes propiedades y aplicaciones (Merino y Athanassiou, 2022)

En ese sentido, el estudio adquiere relevancia porque proporcionará una fuente renovable para la fabricación de bioplástico que cuenten con fácil biodegradabilidad al final de su uso con la finalidad de hacer frente a los problemas actuales de contaminación generados por los plásticos tradicionales sintéticos, no biodegradables, no reciclados y abandonados en el ambiente.

Frente a la realidad problemática descrita mediante el estudio se buscó responder a la incógnita: ¿Es posible elaborar bioplásticos a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*, que constituye el problema general del estudio. Y como problemas específicos: (1)

¿Cuáles son las características del almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* que permiten la elaboración de bioplásticos?; (2) ¿Cuál es la dosis óptima de almidón de semilla de

## *Persea*

*americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* para la elaboración de bioplásticos?; (3) ¿Cuáles son las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*?; (4) ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los bioplásticos elaborados a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*?

El estudio se justificó a través de aspectos metodológicos, sociales, ambientales y económicos. Desde el aspecto metodológico, se usó el almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* para producir bioplásticos con características que guardan relación al plástico sintético, al comparar su característica física (biodegradabilidad) y mecánicas (tracción y elongación). En el aspecto social, se brindó a la sociedad plástico ecoamigable que presenten fácil biodegradabilidad. En el aspecto ambiental, se buscó reemplazar los plástico sintético por bioplástico, fortaleciendo manejo de residuos; a su vez, se minimizó el uso de productos plásticos sintéticos así como la emisión de gases tóxicos propios del proceso de degradación de los plásticos sintéticos. En el aspecto económico, el estudio propuso el aprovechamiento de residuos orgánicos recolectados de los vendedores ambulantes de carretillas de desayuno y de cebiche al paso que desechan dichos residuos, que proporcionó la reducción de costos productivos del bioplástico, manteniendo de esa manera un equilibrio ecológico y económico.

El objetivo general del estudio fue: Elaborar bioplásticos a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*. De esta finalidad derivaron los siguientes objetivos específicos: (1) Caracterizar el almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* que permiten la elaboración de bioplásticos; (2) Determinar la dosis óptima de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* para la elaboración de bioplásticos; (3) Determinar las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados a partir de

almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*; (4) Determinar las propiedades mecánicas de los bioplásticos elaborados a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

Dentro de las hipótesis del estudio, se tuvo como hipótesis general: Se elabora bioplásticos a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*; y como hipótesis específicas se propuso: (1) Las características del almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* permiten la elaboración de bioplásticos; (2) La dosis de 15 g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon* es óptima para la elaboración de bioplásticos. (3) Las propiedades físicas de los bioplásticos varían según las dosis de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*. (4) Las propiedades mecánicas de los bioplásticos varían según las dosis de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los antecedentes del estudio, se evaluó artículos científicos de ámbito internacional y nacional, considerándose:

Cortez *et al.* (2022), obtuvieron bioplásticos a base de almidón. Los resultados mostraron que los productos bioplásticos generados de desechos agrícolas, adquieren relevancia en el cuidado del medio ambiente, por su capacidad de autodegradación, esto lamentablemente no sucede con el productos plásticos de la industria petroquímica que es el enfoque de su justificación de aplicabilidad.

Córdova (2021), elaboró bioplástico derivado de la extracción de pectina de residuos de cacao y aceite esencial de limón. Los resultados mostraron que el rendimiento de pectina fue de 10.60%. Además, la dosificación de mezcla óptima para la obtención de bioplástico fue 3% de pectina, 1.5% de glicerina, agua destilada y aceite esencial de limón como aditivo, manteniendo una temperatura de 55°C durante 24 horas. El bioplástico logró una elongación de 41.67%; y biodegradándose en un 41.03% bajo exposición en compost, 9.68% en condiciones normales en el ambiente y 100% en exposición en agua a lo largo de 30 días.

Armijos (2021), produjo plásticos orgánicos utilizando almidón extraído de semillas de yuca y palta de la especie Hass. La extracción de almidón fue empleando una velocidad de 1 rpm durante 30 segundos logrando rendimientos de

15.31 y 20.89% para semillas de palta y yuca respectivamente. Asimismo, el tratamiento almidón (4g), glicerina (4g) y manteniendo una temperatura de 82 °C, logró mejores condiciones de biodegradabilidad (67.57%) a los 30 días.

Puraca, Durand y Herrera (2021), elaboraron plástico biodegradable de almidón de taro, glicerina, ácido acético y agua destilada, manteniendo condiciones de temperatura de 75°C durante 15 minutos. La masa plastificante obtenida fue expuesta sobre una placa de vidrio a temperatura ambiente durante 24 horas. El bioplástico obtenido mostró una elongación de

93.79% y una fuerza de tracción de 3.11 kg/cm<sup>2</sup> y una capacidad de degradabilidad de 64.21% a los 90 días.

Jin *et al.* (2020), prepararon un bioplástico a base de biomasa. El bioplástico fue capaz de retener el agua absorbida y absorber agua bajo una presión dada. Los resultados revelaron la capacidad de absorción de agua del bioplástico midiendo su capacidad de retención centrífuga (CRC) y absorbencia bajo carga (AUL).

Athirah & Marsi (2020), utilizaron la cáscara de banano (*Musa Paradisiaca*) para incorporarla a un bioplástico. Los resultados mostraron que en densidad y porosidad, el bioplástico de 40 wt. % BP exhibió la densidad más alta y la porosidad más baja de 1.316 g/cm<sup>3</sup> y 0.097% respectivamente. Además, el bioplástico de 10 % en peso de BP resiste la mayor resistencia al desgarro hasta 66,388 N/mm. En conclusión, el bioplástico se degradó más rápido (65,1 %) que el plástico biodegradable comercial (29,5%) en un período de ocho semanas.

Scaffaro *et al.* (2019), determinaron que el ácido poliláctico (PLA), el adipato-co-tereftalato de polibutileno (PBAT) y la policaprolactona (PCL) son los polímeros biodegradables más utilizados, pero son propensos a la degradación hidrolítica durante el procesamiento; la degradación ambiental se ve favorecida por las enzimas y puede ocurrir en semanas, mientras que, en el agua puede demorar de meses a años porque la degradación térmica durante el reciclaje sigue básicamente un camino hidrolítico.

Matos *et al.* (2022), usaron el almidón y fibra de semilla de residuos con propiedades adecuadas para la elaboración de bandejas. Los resultados mostraron que los bioplásticos que contienen mayor proporción de almidón de semilla de palta presentaron grosor menor. La densidad fue 0.200 ±0.033 g/cm<sup>3</sup>, la tensión fue 0.22 ±0.1 MPa y la resistencia a la perforación fue 34.00 ±3.83 N. La humedad se redujo al aumentar el porcentaje de fibra, logrando valores de 12.20 ± 0.03%. También con el aumento de la fibra se redujo la elongación a 0.91 ±0.11% y la distancia de deformación 4.39

±0.25mm.

Hongsriphan y Pinpueng (2019), desarrollaron un material compuesto por la combinación de poli (succinato de butileno) (PBS) biodegradable con partículas LB molidas (5, 10, 15 y 20% en peso) y prensado en caliente en películas compuestas. Los resultados mostraron que la sorción de humedad mejoró con respecto al contenido de Lignina. La biodegradación de las películas compuestas mejoró en la prueba de enterramiento del suelo. Sin embargo, la adición de estos rellenos provocó que los bioplásticos fueron más frágiles.

Cabanillas *et al.* (2019), reforzaron la producción de bandejas de espuma biodegradable mediante un procedimiento de compresión. Los resultados mostraron que la relación almidón/fibra de 95/5 obtuvo los datos mas bajos de espesor y densidad (2,58 mm y 367 kg/m<sup>-3</sup>, respectivamente), rango de índice de cristalinidad más alto (39%) y mejoró la resistencia a la tracción de las bandejas de espuma de poliestireno expandido que se usaron como referencia.

Rivera (2019), produjo láminas biodegradables provenientes del almidón a partir de una solución del 4%. Se agregó como agente plastificante la resina de Sábila (*Aloe Vera*) en cantidades de 3%, 6% y 9% en función del almidón. Los resultados mostraron que el grosor de las laminas aumentaron de acuerdo a la cantidad de resina, disminuyendo la permeabilidad de vapor de agua. También, que a una humedad relativa alta (mayor a 85%), las laminas son susceptibles a hongos, mientras que un 65% conservan un mejor aspecto y las que tenían un 45% de humedad, se volvieron un poco rígidas.

Garrido (2020), elaboró películas biodegradables, utilizando tres concentraciones para la producción de biopelículas. Los resultados mostraron que para el estrés o resistencia a la tracción fue de 17.97 Mpa, 20.49 Mpa y 25.00 Mpa respectivamente. También se logra determinar que la elongación de las películas fueron 6.63% conteniendo 0,03% de cáscara y

10,36% de deformación con 0,06% de cáscara de palta.

Márquez (2021), produjo bioplásticos considerando las características funcionales que puede brindar el almidón derivado de la papa, aplicando la técnica de ultrasonido bajo condiciones operativas de una amplitud de 40%, tiempo de 18 minutos y frecuencia de 20 kHz. Se produjeron bioplásticos nativos y modificados, para ambos casos se aplicó almidón, glicerol, proteína de soya y escamas de pescado en 58.82, 14.71, 11.76 y 14.71% respectivamente. Los resultados mostraron que los bioplásticos modificadas resultaron mejores en comparación con los bioplásticos nativos.

Gallardo *et al.* (2022), elaboraron plásticos biodegradables a partir de biomasa de cáscara de *Mangifera indica* y *Vitis vinifera*, aprovechando su contenido en almidón y celulosa. Los resultados indicaron que las cáscaras de *Mangifera indica* tenían mayor contenido de almidón en comparación con las cáscaras de *Vitis vinifera*. En cuanto al contenido de celulosa, la cascarilla de *Vitis vinifera* presentó una mayor cantidad, resultando un bioplástico más duro y resistente.

Alfei, Schito & Zuccari (2021), evaluaron el impacto de los bioplásticos compostables sobre las bolsas de compra a base de plástico. Los resultados nos permitieron obtener dicha información de manera inequívoca y clasificar las bolsas como aptas para contener alimentos frescos a granel o solo para transporte. Se desarrolló un modelo lineal autovalidado capaz de estimar, mediante la adquisición de un solo espectro FTIR, si, después del proceso productivo, el contenido de ácido poliláctico renovable (PLA) en una nueva película producida respeta las expectativas.

Campos *et al.* (2021), elaboraron bioplásticos a partir de una cáscara de *Carya illinoensis* (pacana). Los resultados muestran que el envase elaborado con 50 g de cáscara y 30 g de pectina presentó mejores condiciones y propiedades. Las características de los contenedores fueron: resistencia máxima a la tracción de 26,6 kg. F/cm<sup>2</sup>, permeabilidad al oxígeno de 8,95 cc/m<sup>2</sup> y seguridad microbiológica, absorción de agua 48,93%

en 2 días. Cumplen además con los índices sanitarios de metales como Cadmio, Plomo, Cromo, Bario, Mercurio, Arsénico, Antimonio, Selenio, Níquel y Cobalto. Los coliformes totales, *E. Coli* y Salmonella, se encontraron por debajo de los parámetros establecidos en la NTP 399.163-1:2017.

Taofeeq *et al.* (2022), evaluaron productos plásticos biodegradables, así como los factores que influyen en su viabilidad a largo plazo. Los resultados mostraron que el componente económico era el elemento más importante, seguido de los efectos ambientales y las actitudes sociales. La investigación mostró que existe influencia en el uso de plásticos biodegradables para mejorar la viabilidad a largo plazo de los plásticos.

Theamdee y Pansaeng (2019), prepararon el bioplástico disolviendo almidón de mandioca en agua a una concentración del 5% en peso. Los resultados mostraron que, la solubilidad y la suavidad de la película aumentaron con el aumento del contenido de glicerol. La elongación aumentó con la disminución del contenido de glicerol y, en contraste, disminuyó la resistencia mecánica. Después de enterrar las películas bajo tierra (8-10 cm de profundidad) durante 3 semanas, se degradaron en un 100 %.

Mongui y Quintero (2021), generaron bioplástico a base del almidón producido por la semilla de aguacate (*Persea americana*) en sus variedades "Fuerte", "Lorena" y Criolla". El rendimiento del almidón derivados de los residuos de palta fue del 2% siendo un material a muy bajo costo y con características obtenidas en las diferentes pruebas de poco y alto índice de fluidez y gran biodegradabilidad.

Chapuel y Reyes (2019), elaboraron bioplásticos con la extracción de almidón de semillas de palta y plátano. Después de agregar los aditivos que contribuyen al proceso de plastificación y ejercer los procesos de mezcla, se determinó que la mezcla de almidones de semilla de palta y plátano al 3.43%, agua al 86.92%, ácido acético al 2.29% y glicerina al 3.43% presentó mejores propiedades de 62.57% de solubilidad y un 99.27% de biodegradación.

Mendoza (2021), extrajo almidón de semillas de aguacate y

posteriormente lo caracterizó, y se puso a prueba las diversas condiciones de operación para su elaboración, logrando bioplásticos con mejores propiedades físico-mecánicas a través de condiciones de operación de mezcla en revolución alta durante 12 minutos y manteniendo tiempo de secado de 72 horas. En conclusión, los bioplásticos con 18% de almidón de semilla de palta adquirieron mejores propiedades fisicomecánicas y mayor diversidad de aplicaciones.

Garrido (2020), fabricó bioplásticos mediante la reutilización de residuos de origen agroindustrial. El almidón extraído por medio del método húmedo. Este almidón fue aplicado en tres dosificaciones (0,03%, 0,06% y 0,09%) junto agentes plastificantes en un proceso de mezcla. Los resultados mostraron que los mejores niveles de resistencia a la fuerza de tracción fue 25,00 MPa y elongación de 6,63% aplicando una dosificación de 0,09% de cáscara.

Arias (2021), elaboró bioplásticos de alginato de sodio, gelatina y pectina. El producto obtenido mostró ser una membrana estable, transparente y homogéneo. La proporción adecuada de mezcla de membranas alginato y pectina, fue sujeta en una relación de 50:50, y mezclado con glicerol al 6%. Además, las propiedades de los bioplásticos obtenidos permiten su aplicación en diversos ámbitos con facilidad.

Como parte de la teoría del presente estudio, se detallan algunos conceptos como, la *Persea americana* que es fruto que proviene de árbol que se caracteriza por tener un tronco recto, corto y con corteza rugosa, hojas verdes que forman un ramaje denso, este árbol puede llegar hasta 15 metros de altura. Produce un fruto de color variable y con forma esférica de cáscara gruesa (Hidalgo *et al.*, 2021).

El origen de la palta (*Persea americana*), tiene sus inicios en la ciudad de Puebla en México, estudios genéticos determinaron que la existencia del aguacate se remonta a más de 10000 años de antigüedad, se evidenciaron estudios sobre una posible domesticación del aguacate desde hace más de 5000 años, pero en el siglo XVI se hizo conocida esta fruta en muchas

otras partes del mundo (Acurio, 2022).

La clasificación taxonómica de *Persea americana* se expone en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Clasificación Taxonómica**

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Familia</b>	Lauraceae
<b>Orden</b>	Lurales
<b>Genero</b>	<i>Persea</i>
<b>Especie</b>	<i>Persea americana</i>

Fuente: Garcia, 2017

La semilla de la palta puede ser de forma ovoide achatada, redonda o cónica, de consistencia dura y pesada con un color marfil, crema, amarillo u algún otro con una longitud que va desde 5 — 6,4 cm de largo. (Janice, et al., 2018). Esta semilla presenta una gran cantidad de almidón, con un aproximado del 31.76%, siendo el 34.93 % amilosa y 65.07% de amilopectina (Mantilla y Zavala, 2018).

**Tabla 2. Composición química de la semilla de *Persea americana***

<b>Parámetros</b>	<b>Composición (%)</b>
Humedad	48.93 ± 2.01
Proteína	3.66 ± 0.17

Lípidos	2.65 ± 0.17
Ceniza	0.99 ± 0.03
Fibra	3.05 ± 0.10
Carbohidrato	40.73 ± 1.85
Actividad antioxidante	>60

Fuente: Matos *et al.*, 2022

El proceso de extracción de almidón de las semilla de palta se encuentra en un rendimiento de 4.5%. Además, por sus excelentes propiedades de viscosidad, solubilidad y grupos funcionales facilita la producción de plásticos (Albaran *et al.*, 2019).

El grupo de frutos cítricos esta conformado por el limón (*Citrus limon*), naranja (*Citrus x sinensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*). Estos frutos permiten la obtención de limoneno (Acosta *et al.*, 2020).

Los cítricos se originaron hace 20 millones de años en la zona sudeste del continente asiático. Estos cítricos con el transcurrir de los años han sufrido modificaciones e hibridaciones de forma natural y artificial (Bermúdez, 2009).

Estos frutos fueron cultivados aproximadamente hace más de 4 000 años. Es decir, antes del surgimientos de países europeos, que empezaron su expansión a través de los viajeros que fueron llevando estos frutos y flores (Puente, 2006, Citado por Quirumbay, 2021).

El Limón, es considerado un híbrido entre lima mexicana (*Citrus aurantifolia swingle*) y la cidra (*Citrus medica linn*). Es una fruta que surgió a inicios del siglo XIX en la ciudad de California y en Tahití, Oceanía. En el año 1940 se supo de este fruto en el Salvador luego se fue extendiendo a diversos países tropicales que se encuentran a nivel mundial (Jesus, 2002).

**Tabla 3. Clasificación Taxonómica del limón**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Fanerógama Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas (Magnoliopsida)
<b>Subclase</b>	Rosidae
<b>Orden</b>	Sapindales
<b>Familia</b>	Rutaceae (cítricos)
<b>Subfamilia</b>	Citroideae
<b>Tribu</b>	Citreae
<b>Género</b>	Citrus
<b>Especie</b>	<i>Citrus limón (L.)</i>

Fuente: Acosta, 2020

La cáscara de limón está conformada por dos partes visibles, el flavedo (partes externa color Amarillo verdoso) y albedo (parte interna color blanco esponjoso), siendo esta parte interna que contiene la mayor cantidad de pectina (Benitez, 2022).

La pectina de limón, es un polisacárido de ácido poligalacturónico constituido por 150 — 500 unidades de ácido D-galacturónico (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>) que es su componente principal, parcialmente esterificado con un grupo metoxilo (Charchalac, 2008), citado por Benitez, 2022).

**Tabla 4. Rendimiento de pectina**

	<b>Porcentaje de pectina (% m/m)</b>
--	--------------------------------------

<b>Producto</b>	<b>Materia fresca</b>	<b>Materia seca</b>
Cáscara de limón	3%	20-35%

Fuente: Muñoz, 2016

Las pectinas son el principal componente de la pared celular vegetal (30%), y proporcionan superficies cargadas que regulan el nivel de pH y el balance iónico. Además, presentan alto peso molecular, solubilidad en agua caliente y polímeros de ácido galacturónico con grupos éster metílicos (Benitez, 2022).

Las propiedades fisicoquímicas de pectinas se encuentran relacionados con el grado de metoxilación. Es decir, la tendencia a gelificar aumenta en gran medida al presenciarse niveles bajos de pH (Benitez 2022).

La elaboración de bioplástico permite contrarrestar los problemas ambientales que provoca la excesiva generación de este residuo finalizada su vida útil, como lo son la emisión de gases tóxicos y la poca facilidad de biodegradabilidad, siendo un reemplazo ecoamigable a los plásticos convencionales (Velásquez, 2017).

El bioplástico es elaborado a partir de fuentes renovables o productos reutilizados, compostables, porque son de origen natural que permite que se descomposición sea dada de forma natural, sin el uso de químicos, produciendo procesos beneficiosos para el medio ambiente (Sanchez & Sebastian, 2017).

La elaboración del bioplástico siguen la norma NTE INEN 2290 2015-12, las cuales fueron sometidas al calor, y se estamparon mediante la máquina selladora, a través de la técnica de pulso, sometiendo una temperatura de 154 °C durante 1,84 segundos (Calderon et al., 2022).

La evaluación de la elongación del bioplástico, según la norma INEN 2637, permite analizar el momento de rotura del plástico biodegradables y

puede variar según el grosor del bioplástico (Calderon et al., 2022).

La biodegradabilidad viene a ser la capacidad de descomposición de sustancias y materias realizadas orgánicamente debido a la presencia de microorganismos, completándose de esa manera el proceso biológico y regresando a moléculas inorgánicas simples (Ecosema, 2022).

De acuerdo a la norma ISO 17556:2019 la ecuación para hallar el porcentaje de biodegradabilidad es el siguiente:

$$\% \text{ de biodegradabilidad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio investigativo fue de tipo aplicada, porque según Cordero (2019), se logró producir una nueva técnica a base de conocimientos obtenidos en el proceso investigativo con la intencionalidad de cumplir eficientemente los objetivos propuestos en la investigación.

El diseño experimental es un modelo de procedimientos que es posible obtener resultados a través de la manipulación de variables (Bono, 2012). Bajo esta premisa, se evaluó el efecto de la variable independiente (almidón de semilla *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limón*) en la variable dependiente (Elaboración de bioplásticos).

Asimismo, el estudio investigativo tuvo un enfoque cuantitativo, porque se realizó la recolección y análisis de datos de tipo numérico para poder obtener conclusiones en la investigación (Hernández, 2014).

#### 3.2. Variables y Operacionalización

**Variable independiente:** Almidón de semilla *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limón*.

**Definición conceptual:** El almidón de semillas de *Persea americana* presenta un rendimiento del 4.5 %. Además, por sus excelentes propiedades de viscosidad, solubilidad y grupos funcionales facilitando la producción de plásticos (Albaran, et al. 2019). La pectina de limón, es un polisacárido de ácido poligalacturónico constituido por 150 — 500 unidades de ácido D-galacturónico (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>) que es su componente principal, parcialmente esterificado con un grupo metoxilo (Charchalac, 2008, citado por Benitez, 2022).

**Definición operacional:** Se determinará las características de Almidón de semilla *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limón*. Asimismo, se aplicará tres dosis de Almidón de semilla *Persea americana* y pectina de

cáscara de *Citrus limón*.

**Variable dependiente:** Elaboración de bioplásticos

**Definición conceptual:** Los bioplásticos son elaborados a partir de fuentes renovables o productos reutilizados, compostables, porque son de origen natural que permite que se descomposición sea dada de forma natural, sin el uso de químicos, produciendo procesos beneficiosos para el medio ambiente (Sanchez & Sebastian, 2017).

**Definición operacional:** Se determinará que las propiedades físicas y mecánicas de los bioplásticos cumplan con los requisitos mínimos establecidos.

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

Según Pineda, et al. (1994), define a la población como el conjunto de elementos que conforman la totalidad de lo que se pretende estudiar, que pueden ser finitos o infinitos. Bajo esa premisa, la población del estudio se encontró compuesta por las semillas de *Persea americana* y cáscaras de *Citrus limón*, que son desechados frecuentemente en grandes niveles por los vendedores de desayuno en el mercado “Unicachi” del distrito de Los Olivos, perteneciente a la provincia de Lima.

Para Azorín (1970), la muestra es una parte de la población, que contiene características relevantes y representativas de todos los elementos que conforman dicha población respecto a la finalidad del estudio. En ese sentido, la muestra del estudio estuvo conformada por 5 kg de semillas de *Persea americana* y 5 kg de cáscaras de *Citrus limón* que serán recolectados del mercado “Unicachi”.

Conforme a Hernández y Mendoza (2018), el muestreo no probabilístico es el tipo de muestreo donde el investigador establece el mismo grado de posibilidades de los sujetos de ser parte de la muestra de acuerdo a su criterio e intencionalidad. Según este enfoque el muestreo realizado en el estudio fue no probabilístico por conveniencia porque el investigador realizó

el muestreo según su criterio técnico. Asimismo, la unidad de análisis fue la unidad bioplástica producida a través de la mezcla de dosis de semillas de *Persea americana* y pectina de cáscaras de *Citrus limón*.

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

Según Hernández y Mendoza (2018), la técnica de observación permite corroborar de manera directa el desempeño de las unidades de análisis frente a un estímulo, que son registrados en un instrumento de recolección de datos que son elaborados respecto a las dimensiones e indicadores. Por lo tanto, el estudio utilizó la técnica de observación para evaluar el desempeño de las propiedades físicas (peso, humedad, espesor, biodegradabilidad) y mecánica (tracción, elongación) de los bioplásticos.

Según Sánchez, et al. (2018), los instrumentos son recursos físicos que permiten realizar el registro de datos importantes en el proceso de evaluación por medio de diversas técnicas, según se encuentran acondicionados según los ítems o indicadores de cada dimensión seleccionada en el estudio.

Por lo tanto, los instrumentos del estudio fueron elaborados según los objetivos del estudio y según las dimensiones e indicadores establecidas en la matriz operacional. Estos instrumentos son las fichas de registro de datos que se encuentran expuestas en los anexos y tienen la siguiente descripción:

- Ficha de recolección de semilla de *Persea americana* y cáscara de *Citrus limón* (Instrumento 1 - ver Anexo 2).
- Ficha de caracterización de almidón semilla de *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limón* (Instrumento 2 - ver Anexo 3).
- Ficha de elaboración de bioplástico (Instrumento 3 - ver Anexo 4).
- Ficha de análisis de propiedades fisicomecánicas del bioplástico (Instrumento 4)  
- ver Anexo 5).

La validez de los instrumentos estuvo sujeto a la evaluación crítica de los expertos en el estudio realizado, que mediante su revisión exhaustiva de la estructura de los instrumentos elaborados, brindó un puntaje en el documento “Validación de instrumentos” que estuvo expuesto en los anexos. Los promedios de los puntajes recolectados son expuestos en la Tabla 5.

**Tabla 5.** *Validación de instrumentos*

Experto	Valoración de instrumentos			
	Instrumento 1	Instrumento 2	Instrumento 3	Instrumento 4
Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio  CIP: 89972	90	90	90	90
Dr. Aylas Humareda,  Maria Del Carmen CIP: 55149	85	85	85	85
Dr. Jave Nakayo,  Jorge Leonardo CIP: 43444	85	85	85	85
Promedio de Valoración	86.67	86.67	86.67	86.67

En la evaluación de la confiabilidad de instrumentos, se utilizó el software IBM SPSS versión 25, donde conforme al valor obtenido en la prueba de Alpha de Cronbach se determinó el nivel de confiabilidad de los instrumentos. Para el análisis de esta prueba se insertó los datos recopilados de las hojas de validación de los instrumentos. Ver tabla 6.

**Tabla 6. Confiabilidad del instrumento**

<b>N°</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>N° de elementos (Ítems)</b>
<b>1</b>	Ficha de recolección de semilla de <i>Persea americana</i> y cáscara de <i>Citrus limón</i>	1,000	10
<b>2</b>	Ficha de caracterización de almidón semilla de <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i>	1,000	10
<b>3</b>	Ficha de elaboración del Bioplastico	1,000	10
<b>4</b>	Ficha de análisis de propiedades fisicomecánicas del Bioplastico	1,000	10

La Tabla 6, mostró el nivel de confiabilidad de los instrumentos, a través de la obtención de valores de 1.000, en las pruebas de Alpha de Cronbach ( $\alpha$ ), se puede indicar que el nivel de confiabilidad es excelente.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Etapas 1°- Recolección de residuos**

En esta etapa se recolectó 5 kg. de semillas de *Persea americana* y 5kg de cáscaras de *Citrus limón*, que son desechados frecuentemente en grandes niveles por los vendedores de desayuno en el mercado “Unicachi” del distrito de Los Olivos, provincia de Lima.



*Figura 1. Recolección de residuos*

La figura 1, mostró el proceso de recolección de residuos, para lo cual, se utilizó bolsas ziploc que ayudaron a contener y guardar los residuos en un espacio hermético y alejado de la contaminación externa. Dicha muestra fue rotulada (codificada) para ejercer orden y control. Posterior a ello, se introdujo las muestras en un cooler que permitió conservar en estado de frescura los residuos y facilitó su traslado al laboratorio.

## Etapa 2°- Proceso de obtención de almidón y pectina

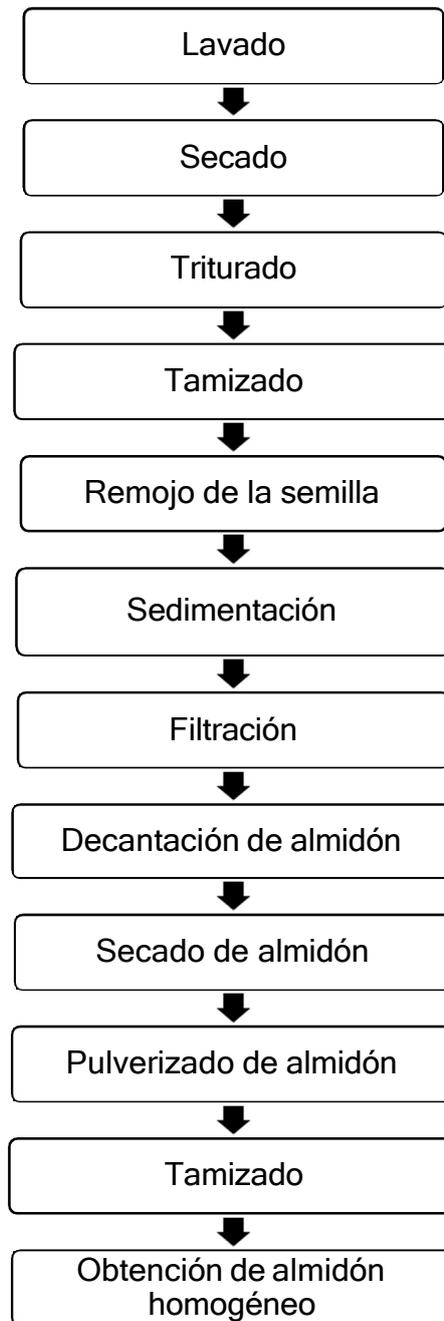


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de almidón.

La Figura 2, nos mostró los procesos experimentales para la obtención de almidón de semillas de *Persea americana*, los cuales se detallan a continuación:

## Proceso de lavado



*Figura 3. Lavado de semillas de Persea americana*

La *Figura 3*, mostró el proceso de lavado para la eliminar impurezas de la muestra recolectada y luego fue expuesta a temperatura ambiente durante una hora para su secado superficial.



*Figura 4. Peso inicial de las semillas*

La *Figura 4*, mostró el registro de peso húmedo inicial, para cual se utilizó una balanza digital y la muestra fue colocada en una vaso precipitado de 100 mL.

### **Proceso de secado**



*Figura 5.* Secado de las semillas *Persea americano*

La *Figura 5*, mostró el proceso de secado de las semillas de *Persea americano* que posteriormente se colocaron en un papel de aluminio para ser introducidos en el horno de secador a una temperatura de 70 °C por un periodo de tiempo de 72 horas.

### **Proceso de triturado**



*Figura 6.* Triturado de las semillas de *Persea americano*

La *Figura 6*, mostró que las muestras secas fueron llevadas a un molino eléctrico para ser triturados obtener muestras en pequeñas dimensiones (partículas minúsculas), y luego se procedió con el proceso de tamizado.

### Proceso de tamizado



*Figura 7.* Tamizado de semilla de *Persea americana*

La *Figura 7*, mostró el proceso de tamizado de la muestra (semilla de palta), para lo cual se empleó un tamiz Nro. 40 con diámetro equivalente a 425  $\mu\text{m}$ , con la finalidad de obtener muestras minúsculas y homogéneas.

### Remojo de la semilla de *Persea americana*



*Figura 8.* Remojo de la semilla *Persea americana*

La *Figura 8*, mostró el proceso de remojo de la semilla; para lo cual, se inició con el pesaje de 30g de muestra tamizada, que posteriormente fue depositada en un vaso precipitado de 250mL y se agregó 150 mL de agua destilada. Después, se homogenizó la mezcla con un agitador magnético por un tiempo de 20 minutos cada vaso hasta lograr la dilución. Dicho proceso fue replicado en siete vasos adicionales para la obtención de una cantidad mayor de almidón en la etapa final.

### Proceso de sedimentación



*Figura 9.* Sedimentación de las muestras de semillas pulverizadas

La *Figura 9*, mostró la etapa de sedimentación de las muestras de semillas de *Persea americana*. En este proceso permacionaron por el periodo de una hora, con la intención de separar las partículas sólidas dispersas .

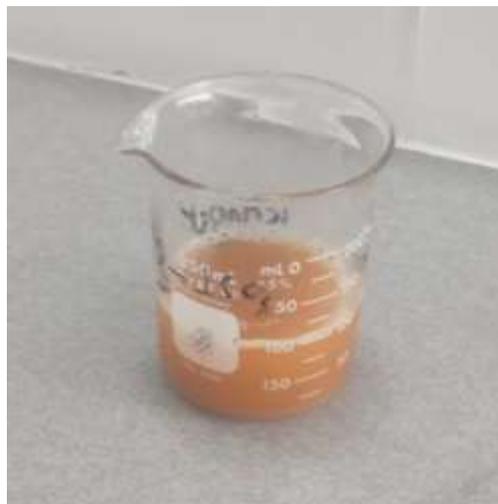
## Proceso de filtración



*Figura 10. Filtración de las muestras sedimentadas*

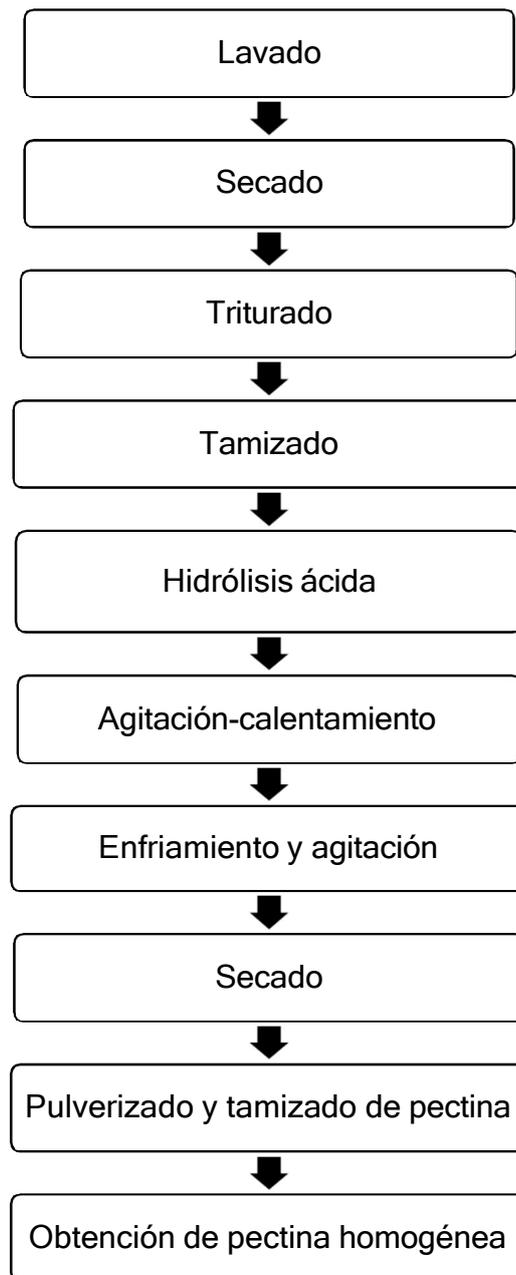
La *Figura 10*, mostró el proceso de filtración de la muestra de semilla de *Persea americana* pulverizada que previamente fue sedimentada, para lo cuál se depositó todo el contenido sobre otro vaso precipitado de 250mL que tuvo una tela estéril que sirvió como filtro.

## Proceso de Decantación



*Figura 11. Proceso de decantación*

La *Figura 11*, mostró el proceso de decantación del líquido obtenido de la filtración, que se fue ejecutado durante una hora; luego se conservó sólo la pectina concentrada en la parte inferior y se dejó secar por 24 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, se procedió con el proceso de pulverizado haciendo uso de un mortero y un pilón y finalmente se realizó el proceso de tamizado para el mantenimiento de homogeneidad del almidón de semillas de *Persea americana*.



*Figura 12.* Diagrama de flujo del proceso de obtención de pectina

## Proceso de lavado



*Figura 13.* Lavado de cáscara de *Citrus limón*

La *Figura 13* mostró que para el proceso de obtención de pectina se inició con el lavado de las cáscaras de *Citrus limón* para alejar las impurezas adheridas. Además, se retiró los residuos de pulpa para trabajar sólo con los epicarpios de la cáscara.



*Figura 14.* Peso húmedo inicial de las cáscaras

La *Figura 14*, mostró el registro de peso húmedo inicial de las cáscaras, para lo cual se utilizó una balanza digital y la muestra fue colocada en un vaso precipitado de 100 mL.

## Proceso de secado



*Figura 15. Secado de cáscaras de Citrus limón*

La *Figura 15*, mostró el proceso de secado, que inició colocando las muestras en papel aluminio y fueron expuestas a temperatura ambiente por tres horas y luego colocó en estufa a temperatura de 70 °C durante 48 horas.

## Proceso de triturado



*Figura 16. Triturado de la cáscara de Citrus limón*

La *Figura 16*, mostró el proceso de triturado y pulverizado de la cáscara de *Citrus limón* empleando un molino artesanal.

### Proceso de tamizado



*Figura 17.* Proceso de tamizado

La *Figura 17*, mostró el proceso donde las muestras fueron tamizadas empleándose tamiz Nro.40 con diámetro equivalente a 425  $\mu\text{m}$ , con la finalidad de separar las mezclas y lograr pasar las partículas de menor tamaño.

### Hidrólisis ácida



*Figura 18.* Hidrólisis ácida

Para iniciar el proceso de la hidrólisis ácida, la muestra se pesó en un vaso precipitado, aproximadamente una cantidad de 75 g. Seguidamente se añadió ácido clorhídrico (HCl) en una proporción de 1:3 (cáscara pulverizada: agua) hasta obtener un pH de 2.5.

### **Agitación- calentamiento**



*Figura 19.* Proceso de agitación (a) y calentamiento de muestra (b)

La *Figura 19*, mostró el proceso de agitación y calentamiento a temperatura de 90°C durando 60 minutos haciendo uso de un agitador-calentador magnético.

### **Enfriamiento y filtración**



*Figura 20.* Proceso de enfriamiento (a) y filtración (b)

La *Figura 20*, mostró el proceso de enfriamiento en la solución a temperatura ambiente mientras fue decantando durante dos horas y con la ayuda una tela se filtró la solución.



*Figura 21.* Agitación en solución de etanol

La *Figura 21*, mostró el extracto líquido obtenido que fue agitado en solución de etanol USP (96%) a temperatura ambiente.

### **Proceso de secado**



*Figura 22.* Proceso de secado

La *Figura 22*, mostró el proceso de secado, que inició con exposición de la muestra a temperatura ambiente por dos horas y luego en una estufa a 40°C durante 12 horas.

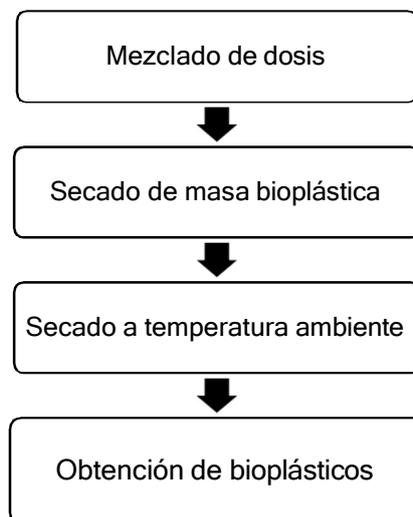
## Proceso de triturado y tamizado



*Figura 23.* Proceso de triturado y tamizado de muestra

La *Figura 23*, mostró las muestras que fueron retirados para poder triturarlo y pulverizarlo con el uso de un mortero con pilón. Finalmente, para obtener una homogenización de la pectina se tamizó.

## Etapa 3°- Producción del Bioplástico



*Figura 24.* Diagrama de flujo del proceso de obtención de bioplásticos

## Mezcla de dosis

En la producción del bioplásticos, se inició con la mezcla de la materia prima obtenida (almidón de semillas de *Persea americana* y la pectina de cáscara de *Citrus limón*) con glicerina, ácido acético y agua destilada que cumplieron la función de insumos. Dicha mezcla fue mediante la agitación con una bagueta y colocando la mezcla contenida en el vaso precipitado de 250 mL sobre un agitador-calentador magnético, donde se aplicó condiciones de calor para unificar las mezclas, este proceso duró aproximadamente 5 minutos.

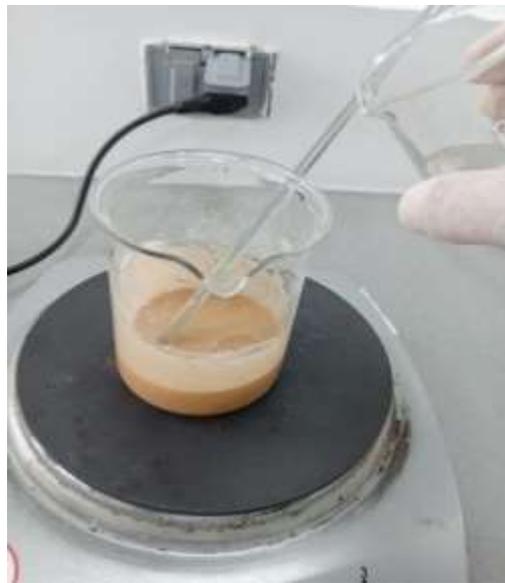


Figura 25. Mezcla de dosis Dichas mezclas fueron:

- Dosis 1: 5g almidon de semilla *Persea americana*, 7g pectina de cáscara de *Citrus limon*, 10 mL de glicerina, 10 mL de ácido acético, 5 mL de agua.
- Dosis 2: 10g almidon de semilla *Persea americana*, 12g pectina de cáscara de *Citrus limon*, 15 mL de glicerina, 15 mL de ácido acético, 8 mL de agua.
- Dosis 3: 15g almidon de semilla *Persea americana*, 17g pectina de

cáscara de *Citrus limon*, 20 mL de glicerina, 20 mL de ácido acético, 10 mL de agua.



*Figura 26.* Secado de bioplásticos en horno

La *Figura 26*, mostró el proceso de deposición de las muestras sobre moldes y posterior deposición a temperatura para enfriamiento. Transcurrida 1 hora se llevó la muestra al horno para culminar el proceso de secado, bajo una temperatura de 50°C durante 5 horas.



*Figura 27.* Secado de bioplásticos a temperatura ambiente

La *Figura 27*, mostró la etapa final, donde se retiró la mezcla y fue expuesta a temperatura ambiente, donde se obtuvo el bioplástico.

## **Etapa 4°- Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del bioplástico**

En esta etapa se ejecutaron ensayos experimentales que permitieron caracterizar el bioplástico obtenido. La caracterización de esta placa de bioplástico estuvo relacionada al análisis de sus propiedades físicas y mecánicas.

Las propiedades físicas que se evaluaron fueron el peso, humedad, espesor y biodegradabilidad que se calcularon a través de las fórmulas propuestas en el marco teórico. En tanto, la propiedad mecánica de elongación fue evaluada a través de los métodos ASTM D632, ASTM D1930 02, ASTM F88, ASTM E4 y ASTM G21.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Los datos recopilados fueron analizados de forma descriptiva e inferencial. En el análisis descriptivo se presentó los resultados conforme a los objetivos específicos propuestos en la investigación, donde se utilizó tabulaciones y gráficos derivados del programa Microsoft Excel que facilitaron el reconocimiento de resultados relevantes.

En el análisis inferencial se evaluó las hipótesis específicas y general planteadas en la investigación, donde se utilizó las tabulaciones derivadas del software estadístico IBM SPSS versión 25. El análisis inferencial estuvo a cargo de la prueba de normalidad y la prueba de contrastación de hipótesis.

En la prueba de normalidad se seleccionó el estadígrafo de Shapiro-wilk porque se evaluó muestras menores a 50. Esta prueba permitió conocer si la prueba de contrastación de hipótesis debe ser paramétrica o no paramétrica. En la prueba de contrastación de hipótesis se evaluó el nivel de significancia, donde a partir de valores menores a  $\alpha$  (0.05) se pudo aceptar la hipótesis de la investigación.

### 3.7 Aspectos éticos

El estudio de investigación tuvo en cuenta los siguientes aspectos éticos:

- Toda información considerada en el estudio fue sustentada a través de la colocación de una cita textual y su respectiva fuente bibliográfica, a través de esta consideración se respetó la autoría de los investigadores.
- Se presentó un trabajo original que fue evaluado mediante la filtración del documento en el software turnitin que determinó los niveles de similitud que pueda contener con otros estudios.
- La elaboración del trabajo de investigación fue basado en la estructura mostrada en la “Guía de productos de investigación de fin de programa” y fue redactado según el estilo ISO-690.
- Los instrumentos que fueron utilizados para la recopilación de información pasaron por validación previa a su aplicación por parte de docentes expertos en el tema de estudio.
- El estudio cumplió el código de ética planteado en la resolución de vicerrectorado de investigación N° 110-2022-VI-UCV.

## IV. RESULTADOS

El estudio presenta los resultados conforme a los objetivos planteados

### 4.1 Resultados descriptivos

#### 4.1.1 Resultados de características de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limón*

Tabla 7. Caracterización de almidón y pectina

Residuo	pH	Temperatura (°C)	Granulometría (um)	Humedad (%)
Pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	3.62	24.1	425	35.2
Almidón de semilla de <i>Persea americana</i>	5.43	24.6	425	20.6

La Tabla 7, mostró las características de los residuos. La pectina de cáscara de *Citrus limon* presentó un pH de 3.62, temperatura de 24.1°C, granulometría de 425 um y humedad de 35.2%; asimismo, la semilla de *Persea americana*, presentó un pH de 5.43, temperatura de 24.6 °C,

granulometría de 425  $\mu\text{m}$  y humedad de 20.6%. Las características de estos residuos permitió la elaboración de bioplásticos.

#### 4.1.2 Resultados de dosis adecuada de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de citrus limon.

**Tabla 8.** Fuerza tracción del bioplástico según dosis

Dosis		Repeticiones	Fuerza de tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Fuerza de tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
Dosis 1	5g almidon de semilla <i>persea americana</i> con 7g pectina de cáscara de citrus limon	Repetición 1	0,44	0,44
		Repetición 2	0,41	
		Repetición 3	0,47	
Dosis 2	10g almidon de semilla <i>persea americana</i> con 12g pectina de cáscara de <i>citrus limon</i>	Repetición 1	4,10	4,12
		Repetición 2	4,07	
		Repetición 3	4,19	
Dosis 3	15g almidon de semilla <i>persea americana</i> con 17g pectina de cáscara de <i>citrus limon</i>	Repetición 1	4,44	4,46
		Repetición 2	4,46	
		Repetición 3	4,48	

La Tabla 8, mostró la fuerza de tracción alcanzada con las dosificaciones de semillas de palta (*Persea americana*) y cáscara de limón (*Citrus limon*). Para dicho proceso se desarrolló tres repeticiones de análisis por cada dosis, con el fin de obtener un resultado más cercano a la realidad en la obtención de dicha propiedad de los bioplásticos.

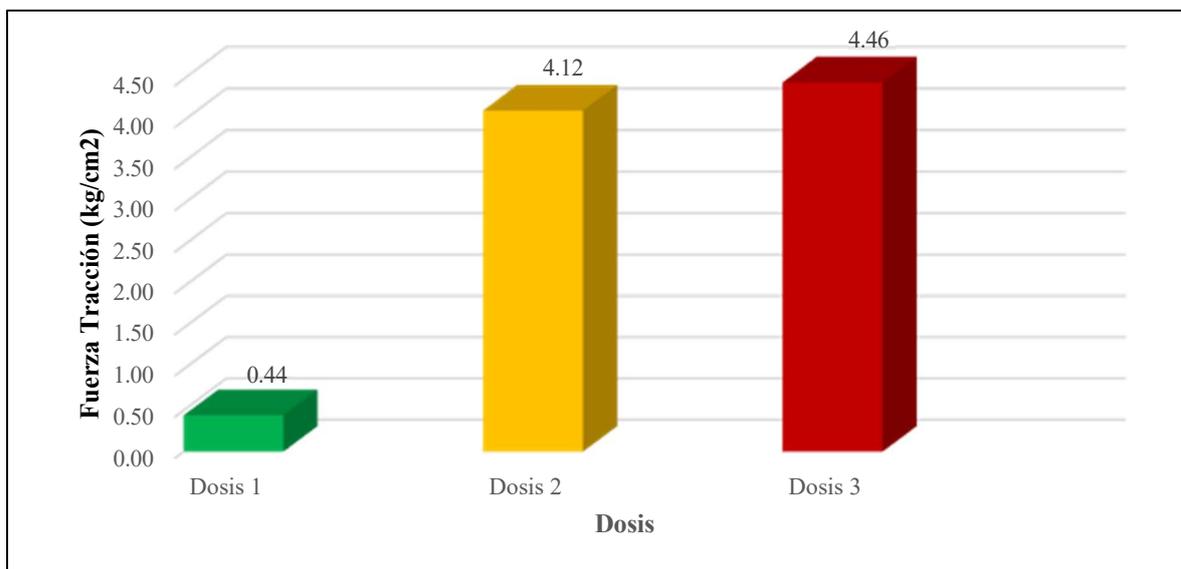


Figura 28. Fuerza de Tracción según dosis

La Figura 28, reveló que el bioplástico con dosis 3 (15g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*) presentó mayor fuerza de tracción (4.46 kg/cm<sup>2</sup>).

Tabla 9. Elongación del bioplástico según dosis

Dosis		Repeticiones	Elongación (%)	Promedio Elongación (%)
Dosis 1	5g almidón de semilla <i>persea americana</i> con 7g pectina de cáscara de <i>citrus limon</i>	Repetición 1	3,18	3.24
		Repetición 2	3,29	
		Repetición 3	3,24	
Dosis 2	10g almidón de semilla <i>persea americana</i> con 12g pectina de cáscara de <i>citrus limon</i>	Repetición 1	5,84	5.91
		Repetición 2	5,97	
		Repetición 3	5,92	
Dosis 3	15g almidón de semilla <i>persea americana</i> con 17g pectina de cáscara de <i>citrus limon</i>	Repetición 1	7,75	7.79
		Repetición 2	7,79	
		Repetición 3	7,84	

La tabla 9, mostró la elongación de la semilla de palta (*Persea Americana*) y cáscara de limón (*Citrus limon*), el cual se ejecutó mediante tres repeticiones de análisis con el fin de obtener un resultado mas certeró para la

elaboración de bioplásticos.

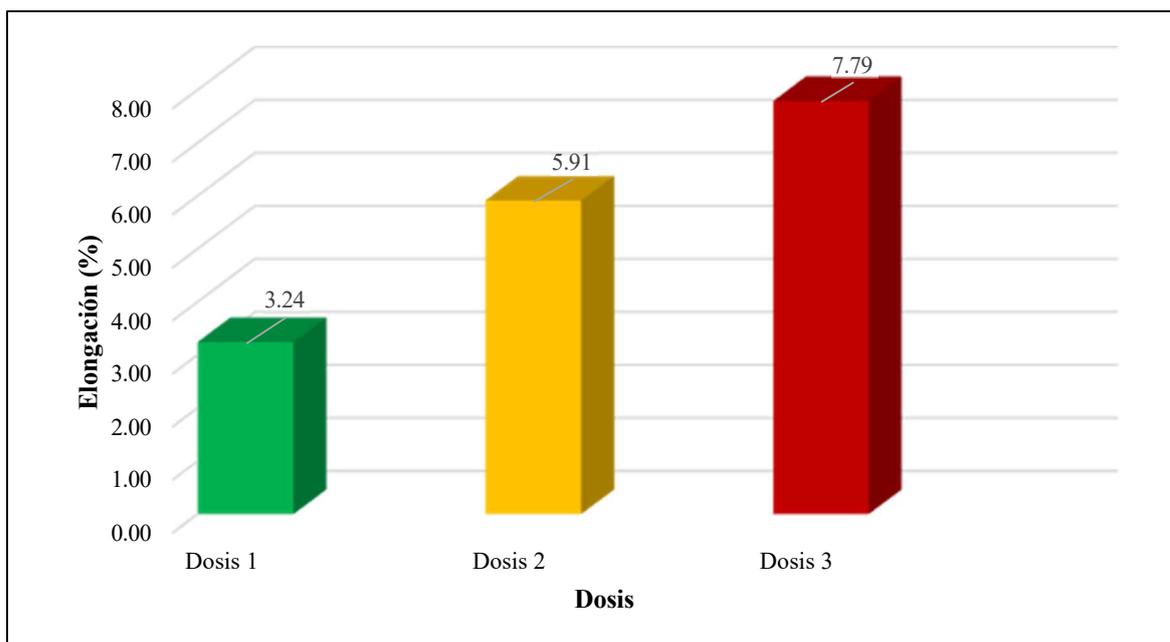


Figura 29. Elongación según dosis

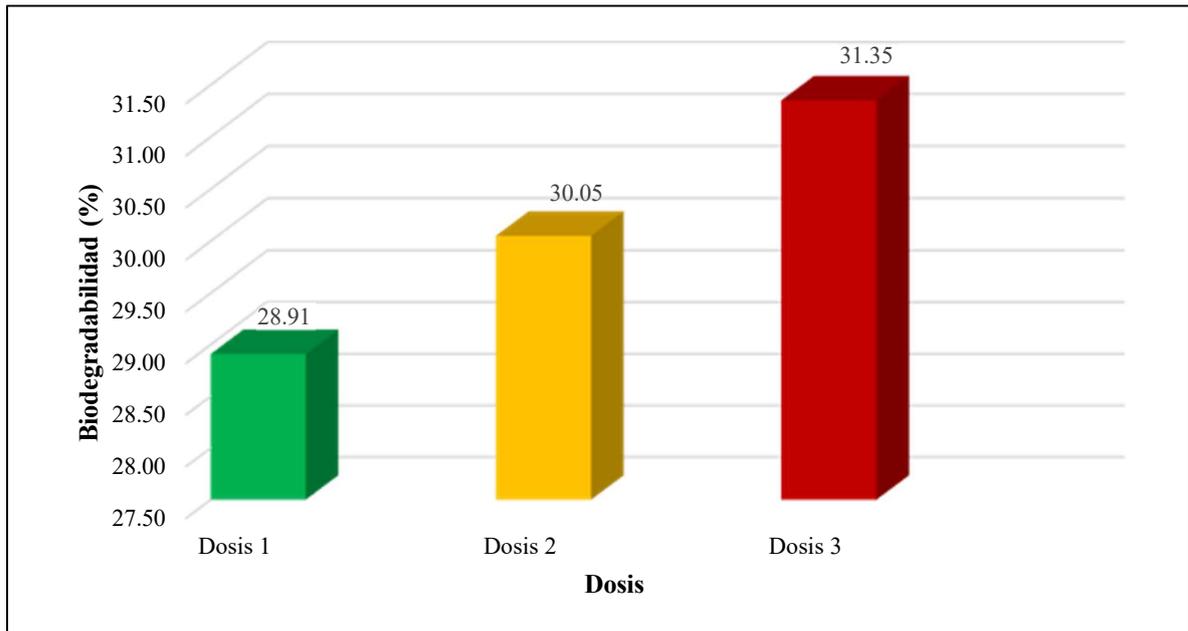
La Figura 29, reveló que el bioplástico con dosis 3 (15g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*) presentó mayor porcentaje de elongación (7.79%).

Tabla 10. Biodegradabilidad del bioplástico según dosis

Dosis		Repetición	Peso	Peso	Biodegradabilidad	Biodegradabilidad
Dosis 1	5g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con pectina de <i>Citrus limon</i>	Repetición	10,207	7,25	28.93	28,91
		Repetición	10,207	7,25	28.89	
		Repetición	10,207	7,25	28.90	
Dosis 2	10g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con pectina de <i>Citrus limon</i>	Repetición	10,217	7,14	29.96	30,05
		Repetición	10,217	7,14	30.06	
		Repetición	10,217	7,14	30.03	
Dosis 3	15g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con pectina de <i>Citrus limon</i>	Repetición	10,225	7,02	31.33	31,35
		Repetición	10,225	7,01	31.36	
		Repetición	10,225	7,01	31.36	

La tabla 10, mostró la biodegradabilidad del bioplástico según las dosis aplicadas de almidón de semilla de palta (*Persea americana*) y pectina de

cáscara de limón (*Citrus limon*).



*Figura 30.* Biodegradabilidad (%)

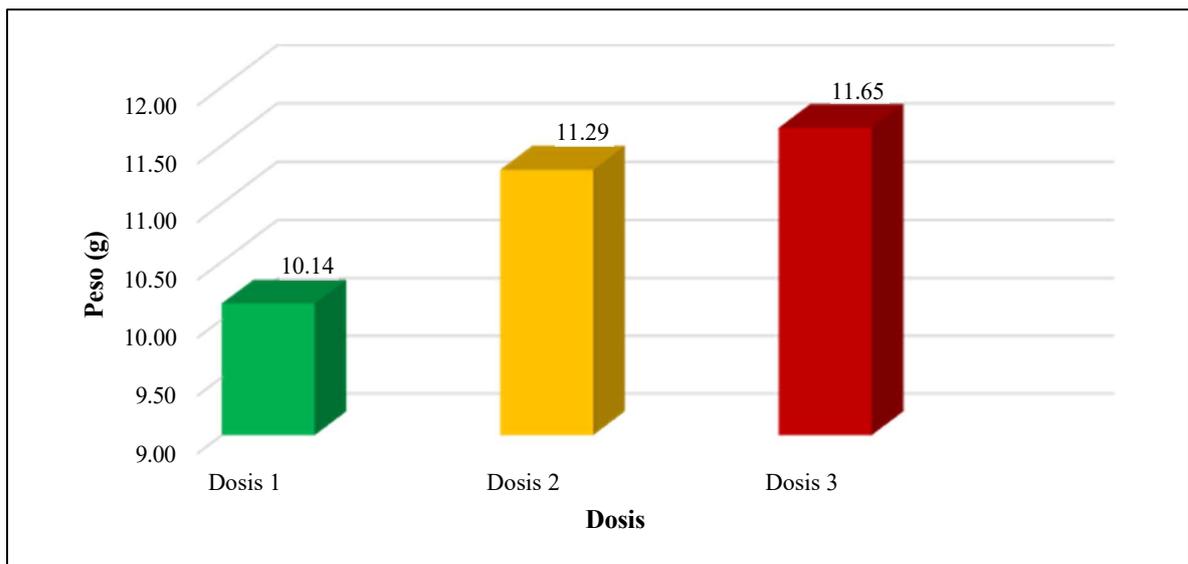
La *Figura 30*, mostró que el bioplástico de mezcla 3 después de permanecer tres semanas en suelo agrícola alcanzó mayor nivel de biodegradación (31.35%), porque contiene mayor cantidad de compuesto orgánico que facilita su biodegradación.

#### 4.1.3 Resultados de propiedades físicas de los bioplásticos

**Tabla 11.** *Peso de los bioplásticos*

Dosis		Repeticiones	Peso (g)	Promedio Peso (g)
Dosis 1	5g almidón de semilla persea americana con 7g pectina de cáscara de citrus limon	Repetición 1	10,14	10,14
		Repetición 2	10,16	
		Repetición 3	10,12	
Dosis 2	10g almidon de semilla persea americana con 12g pectina de cáscara de citrus limon	Repetición 1	11,28	11,29
		Repetición 2	11,29	
		Repetición 3	11,31	
Dosis 3	15g almidon de semilla persea americana con 17g pectina de cáscara de citrus limon	Repetición 1	11,63	11,65
		Repetición 2	11,67	
		Repetición 3	11,65	

La tabla 11, mostró el peso de los bioplásticos según las dosis de almidón de semilla de palta (*Persea americana*) y pectina de cáscara de limón (*Citrus limon*). Asimismo, se realizó tres repeticiones por cada dosis con el fin de reducir márgenes de error.



**Figura 31.** *Peso según dosis*

La *Figura 31*, reveló que el bioplástico con dosis 3 (15g almidon de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*) presentó mayor peso (11.65 g).

**Tabla 12.** *Humedad de los bioplásticos*

Dosis		Repeticiones	Humedad (%)	Promedio Humedad (%)
Dosis 1	5g almidon de semilla <i>Persea americana</i> con 7g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	0,87	0,86
		Repetición 2	0,84	
		Repetición 3	0,86	
Dosis 2	10g almidon de semilla <i>Persea americana</i> con 12g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	0,81	0,81
		Repetición 2	0,79	
		Repetición 3	0,83	
Dosis 3	15g almidon de semilla <i>Persea americana</i> con 17g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	0,85	0,86
		Repetición 2	0,88	
		Repetición 3	0,86	

La *tabla 12*, mostró la humedad del bioplástico según dosis de almidón de semilla de palta (*Persea americana*) y cáscara de limón (*Citrus limon*). Asimismo, se realizó tres repeticiones por cada dosis con el fin de reducir márgenes de error.

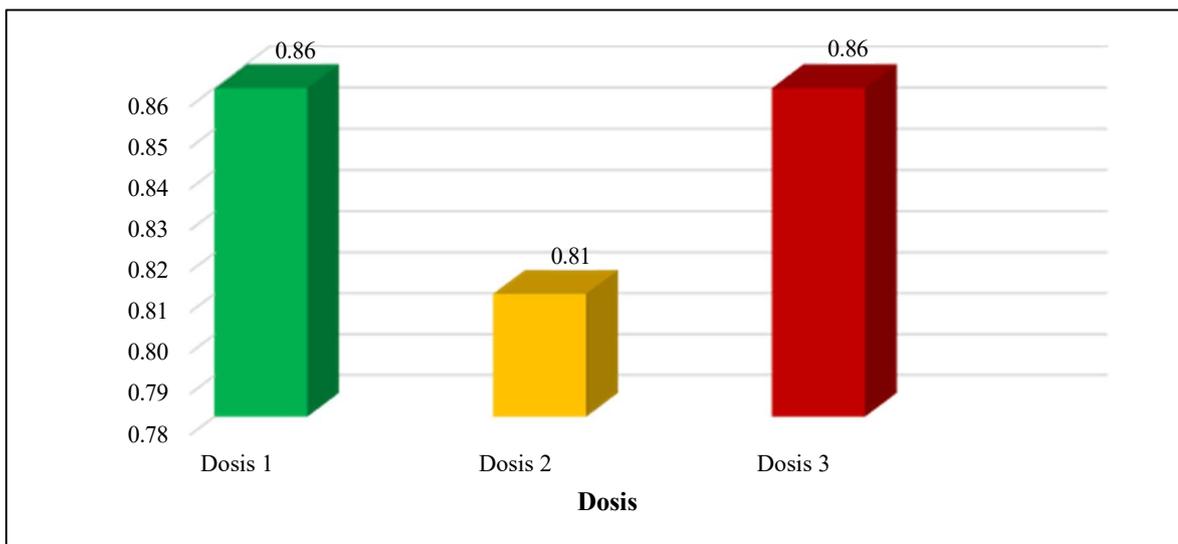


Figura 32. Humedad según dosis

La Figura 32, reveló que el bioplástico con dosis 1 y 3 (5g almidón de semilla *Persea americana* con 7g pectina de cáscara de *Citrus limon*) y (15g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*) presentaron los mayores porcentajes de humedad (0.86%).

**Tabla 13. Espesor de los bioplásticos**

Dosis		Repeticiones	Espesor (cm)	Promedio Espesor (cm)
Dosis 1	5g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 7g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	0,38	0.36
		Repetición 2	0,35	
		Repetición 3	0,36	
Dosis 2	10g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 12g pectina de cascara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	0,43	0.46
		Repetición 2	0,47	
		Repetición 3	0,49	
Dosis 3	15g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 17g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	0,45	0.47
		Repetición 2	0,49	
		Repetición 3	0,48	

La tabla 13, mostró el espesor de los bioplásticos según dosis de almidón de semilla de palta (*Persea americana*) y cáscara de limón (*Citrus limon*). Asimismo, se realizó tres repeticiones por cada dosis con el fin de

reducir márgenes de error

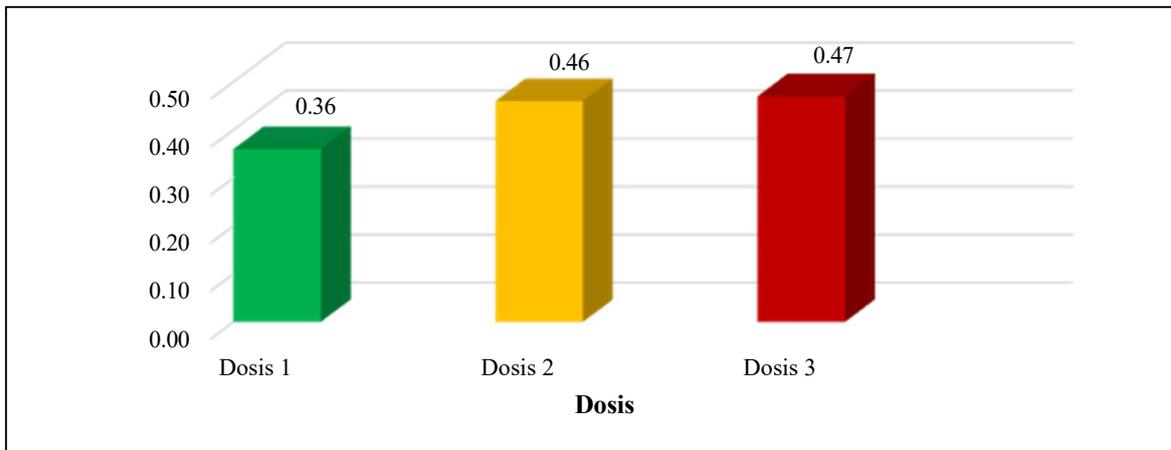
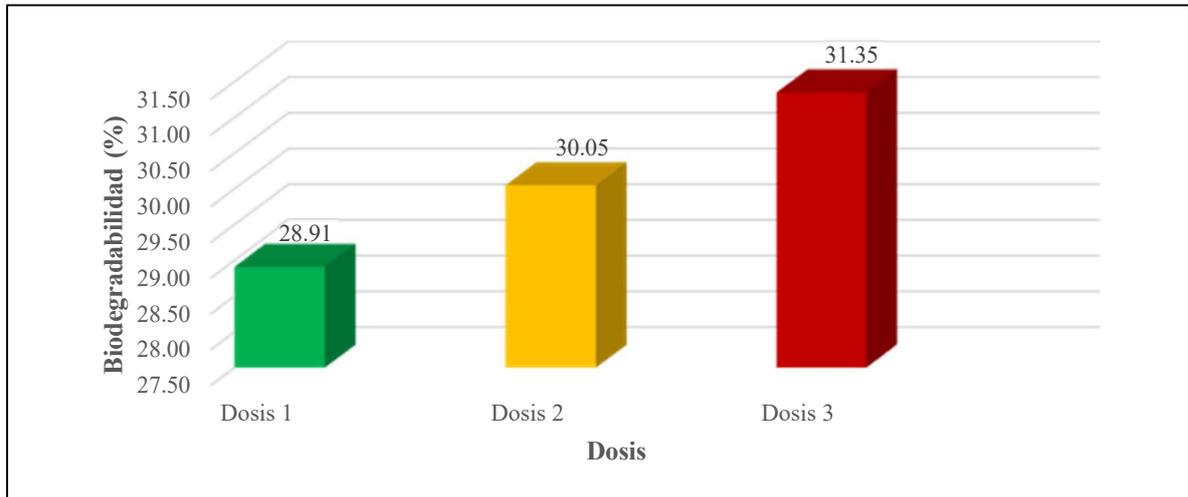


Figura 33. Espesor según dosis

La Figura 33, reveló que el bioplástico con dosis 3 (15g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus Limon*) presentó mayor espesor (0.47cm). **Tabla 14. Biodegradabilidad de los bioplásticos**

Dosis	Repeticiones	Registro de peso				Biodegradación (%)	Biodegradación promedio (%)
		Peso inicial (g)	Peso semana 1 (g)	Peso semana 2 (g)	Peso semana 3 (g)		
Dosis 1	Repeticiones 1	10,207	9,841	8,385	7,254	28,93	28,91
	Repeticiones 2	10,207	9,844	8,388	7,258	28,89	
	Repeticiones 3	10,207	9,842	8,384	7,257	28,90	
Dosis 2	Repeticiones 1	10,217	9,323	8,328	7,144	30,08	30,05
	Repeticiones 2	10,217	9,325	8,331	7,146	30,06	
	Repeticiones 3	10,217	9,328	8,335	7,149	30,03	
Dosis 3	Repeticiones 1	10,225	9,239	8,214	7,021	31,33	31,35
	Repeticiones 2	10,225	9,235	8,211	7,018	31,36	
	Repeticiones 3	10,225	9,238	8,213	7,019	31,35	

La *tabla 14*, mostró la biodegradabilidad de los bioplásticos según dosis de almidón de semilla de palta (*Persea americana*) y cáscara de limón (*Citrus limon*). Asimismo, se realizó tres repeticiones por cada dosis con el fin de reducir márgenes de error



*Figura 34.* Biodegradabilidad de las propiedades físicas del bioplástico

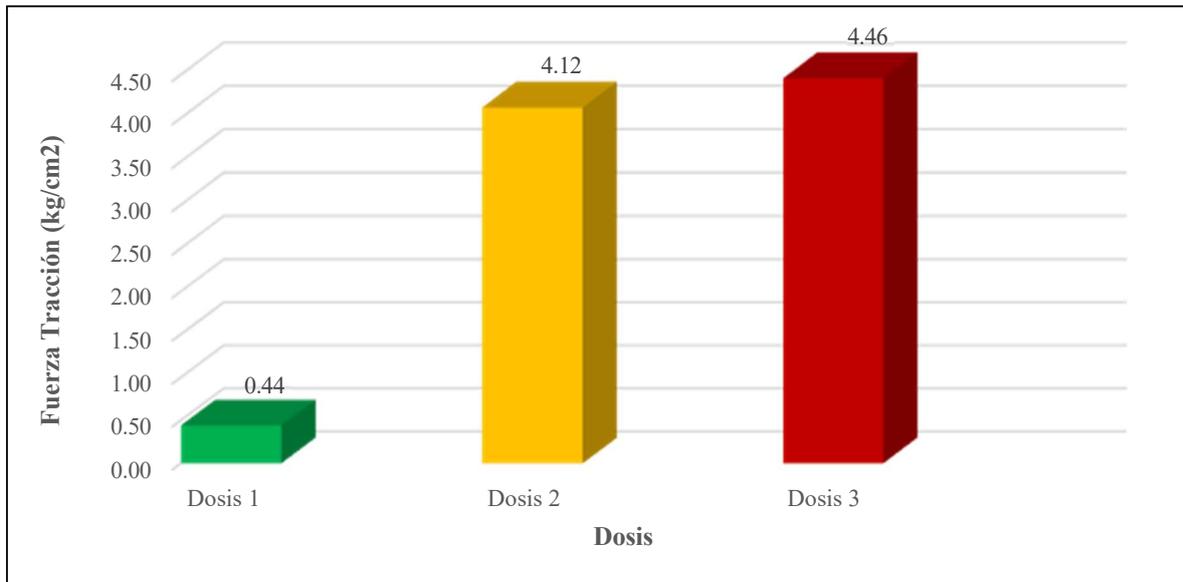
La *Figura 34* demostró que el bioplástico con dosis 3 después de permanecer tres semanas en agua de mar alcanzó mayor nivel de biodegradación (31.35%), porque contiene mayor cantidad de compuesto orgánico que facilita su biodegradación.

#### 4.1.4 Resultados de propiedades mecánicas de los bioplásticos

**Tabla 15.** Fuerza tracción de los bioplásticos

Dosis		Repeticiones	Fuerza de tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Fuerza de tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
Dosis 1	5g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 7g pectina de cascara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	0.44	0.44
		Repetición 2	0.41	
		Repetición 3	0.47	
Dosis 2	10g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 12g pectina de cascara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	4.10	4.12
		Repetición 2	4.07	
		Repetición 3	4.19	
Dosis 3	15g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 17g pectina de cascara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	4.44	4.46
		Repetición 2	4.46	
		Repetición 3	4.48	

La *tabla 15*, mostró la fuerza tracción de los bioplásticos producidos a partir de dosis de almidón de semilla de palta (*Persea americana*) con pectina de cáscara de limón (*Citrus limon*), el cual se ejecutó mediante tres repeticiones con el fin de reducir márgenes de error.



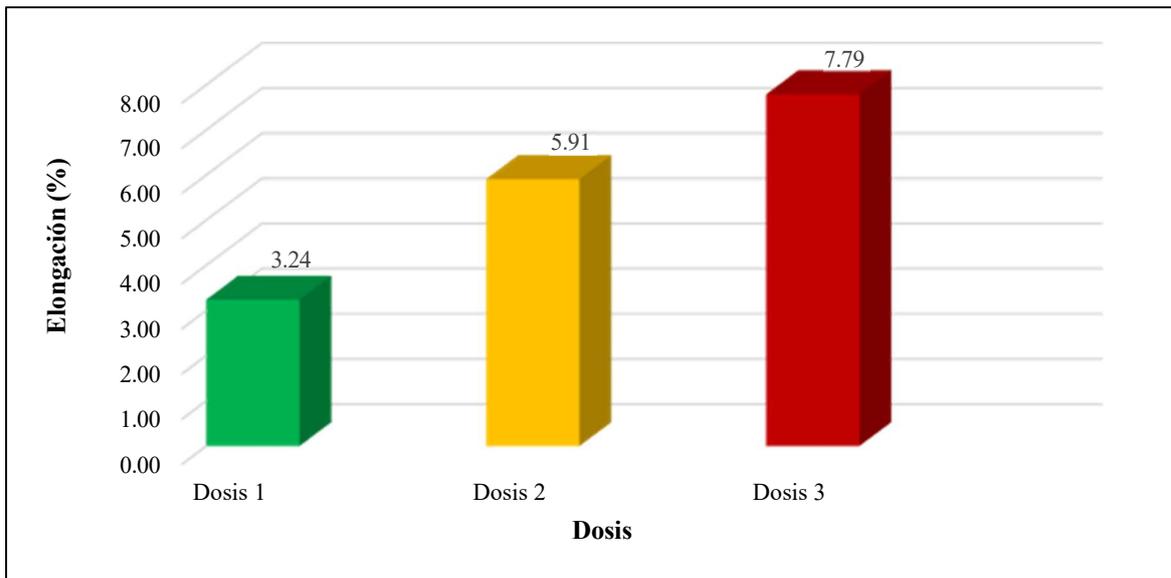
**Figura 35.** Fuerza tracción de las propiedades mecánicas  
 La *Figura 35*, reveló que el bioplástico con dosis 3 (15g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*) presentó mayor fuerza de tracción (4.46 kg/cm<sup>2</sup>).

**Tabla 16.** *Elongación de los bioplásticos*

Dosis		Repeticiones	Elongación (%)	Promedio Elongación (%)
Dosis 1	5g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 7g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	3.18	3.24
		Repetición 2	3.29	
		Repetición 3	3.24	
Dosis 2	10g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 12g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	5.84	5.91
		Repetición 2	5.97	
		Repetición 3	5.92	
Dosis 3	15g almidón de semilla <i>Persea americana</i> con 17g pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>	Repetición 1	7.75	7.79
		Repetición 2	7.79	
		Repetición 3	7.84	

La *tabla 16*, mostró la elongación del bioplástico producido de semilla de palta (*Persea americana*) con cáscara de limón (*Citrus limon*), el cual se

ejecutó mediante tres repeticiones con el fin de reducir los márgenes de error.



*Figura 36.* Porcentaje de elongación de las propiedades mecánicas

La *Figura 36*, reveló que el bioplástico con dosis 3 (15g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*) presentó mayor elongación (7.79%).

## 4.2 Resultados descriptivos

### 4.2.1 Análisis de hipótesis específica 1

**H1:** Las características del almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* permiten la elaboración de bioplásticos.

Dentro del estudio se trabajó con dos tipos de residuos, de las mismas características por cada dosis. Por lo cual, no puede ser sometido a un análisis estadístico. Sin embargo, se pudo corroborar que se obtuvo un bioplástico resistente a partir del almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

### 4.2.2 Análisis de hipótesis específica 2

**H2:** La dosis de 15 g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon* es óptima para la elaboración de bioplásticos.

**Tabla 17.** Prueba de normalidad según dosis

Características	Dosis	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Tracción	Dosis 1	1,000	3	1,000
	Dosis 2	0,923	3	0,463
	Dosis 3	1,000	3	1,000
Elongación	Dosis 1	0,997	3	0,900
	Dosis 2	0,983	3	0,747
	Dosis 3	0,996	3	0,878
Biodegradación	Dosis 1	0,923	3	0,463
	Dosis 2	0,987	3	0,780
	Dosis 3	0,964	3	0,637

La Tabla 17, proporcionó los resultados de la prueba de normalidad, donde se recopilaron los datos de shapiro-wilk, porque la cantidad de bioplásticos evaluados fue inferior a 50. La significancia mostrada en la tabla fue mayor a 0.05 demostrando que los datos siguieron un comportamiento

normal. Por lo cual, para identificar si existe variación entre las dosis aplicadas en los bioplásticos se utilizó una prueba paramétrica "Anova".

**Tabla 18. Prueba de anova según dosis**

Características		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tracción	Entre grupos	29,818	2	14,909	8601,462	,000
	Dentro de grupos	,010	6	0,002		
	Total	29,829	8			
Elongación	Entre grupos	31,457	2	15,728	5037,577	,000
	Dentro de grupos	0,019	6	0,003		
	Total	31,476	8			
Biodegradación	Entre grupos	8,940	2	4,470	10315,615	,000
	Dentro de grupos	0,003	6	0,000		
	Total	8,943	8			

La tabla 18, proporcionó valores de significancia (sig.) menores a 0.05. Por lo tanto, se comprobó que al menos una de las dosis variaron entre sí. Para identificar la dosis óptima fue necesario realizar la prueba de Tukey.

**Tabla 19. Prueba de Tukey según dosis**

Variable dependiente	(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Limite inferior	Limite superior
Tracción	Dosis 1	Dosis 2	-3,68000*	,03399	,000	-3,7843	-3,5757
		Dosis 3	-4,02000*	,03399	,000	-4,1243	-3,9157
	Dosis 2	Dosis 1	3,68000*	,03399	,000	3,5757	3,7843
		Dosis 3	-,34000*	,03399	,000	-,4443	-,2357
	Dosis 3	Dosis 1	4,02000*	,03399	,000	3,9157	4,1243
		Dosis 2	,34000*	,03399	,000	,2357	,4443
Elongación	Dosis 1	Dosis 2	-2,67333*	,04562	,000	-2,8133	-2,5333
		Dosis 3	-4,55667*	,04562	,000	-4,6967	-4,4167
	Dosis 2	Dosis 1	2,67333*	,04562	,000	2,5333	2,8133
		Dosis 3	-1,88333*	,04562	,000	-2,0233	-1,7433
	Dosis 3	Dosis 1	4,55667*	,04562	,000	4,4167	4,6967
		Dosis 2	1,88333*	,04562	,000	1,7433	2,0233
Biodegradación	Dosis 1	Dosis 2	-1,15000*	,01700	,000	-1,2022	-1,0978
		Dosis 3	-2,44000*	,01700	,000	-2,4922	-2,3878
	Dosis 2	Dosis 1	1,15000*	,01700	,000	1,0978	1,2022
		Dosis 3	-1,29000*	,01700	,000	-1,3422	-1,2378
	Dosis 3	Dosis 1	2,44000*	,01700	,000	2,3878	2,4922
		Dosis 2	1,29000*	,01700	,000	1,2378	1,3422

La Tabla 19, mostró que dosis 3 obtuvo las mayores diferencias de medias: Tracción (4,02000), elongación (4,55667) y biodegradación (2,44000). Por lo tanto, la dosis 3 por la obtención de p-valores menores que 0.05 y por la obtención de mayor diferencias de medias, se comprueba la hipótesis específica. Se concluye que, la dosis de 15 g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon* es óptima para la elaboración de bioplásticos.

### 4.2.1 Análisis de hipótesis específica 3

**H3:** Las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados varían según las dosis de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

**Tabla 20.** Prueba de normalidad de las propiedades físicas

Propiedades físicas	Dosis	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Peso	Dosis 1	1,000	3	1,000
	Dosis 2	9,964	3	0,637
	Dosis 3	1,000	3	1,000
Humedad	Dosis 1	9,964	3	0,637
	Dosis 2	1,000	3	1,000
	Dosis 3	0,964	3	0,637
Espesor	Dosis 1	0,964	3	0,637
	Dosis 2	0,964	3	0,637
	Dosis 3	0,923	3	0,463
Biodegradación	Dosis 1	0,923	3	0,463
	Dosis 2	0,987	3	0,780
	Dosis 3	0,964	3	0,637

La Tabla 20, proporcionó los resultados de la prueba de normalidad, donde se recopilaron los datos de Shapiro-Wilk, porque la cantidad de bioplásticos evaluados fue inferior a 50. La significancia mostrada en la tabla fue mayor a 0.05 demostrando que los datos siguieron un comportamiento normal. Por lo cual, para identificar si existe variación entre las propiedades físicas de los bioplásticos se utilizó una prueba paramétrica "Anova".

**Tabla 21. Anova de características físicas**

Características físicas		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso	Entre grupos	3,737	2	1,869	5425,387	0,000
	Dentro de grupos	0,002	6	0,000		
	Total	3,740	8			
Humedad	Entre grupos	0,005	2	0,003	8,769	0,017
	Dentro de grupos	0,002	6	0,000		
	Total	0,007	8			
Espesor	Entre grupos	0,022	2	0,011	20,813	0,002
	Dentro de grupos	0,003	6	0,001		
	Total	0,025	8			
Biodegradación	Entre grupos	8,940	2	4,470	10315,615	0,000
	Dentro de grupos	0,003	6	0,000		
	Total	8,943	8			

La tabla 21, proporcionó valores de significancia (sig.) menores a 0.05. Por lo tanto, se comprobó la hipótesis 3. Concluyendo que, las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados varían según las dosis de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

#### 4.2.2 Análisis de hipótesis específica 4

**H4:** Las propiedades mecánicas de los bioplásticos elaborados varían según las dosis de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

**Tabla 22.** Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas

Propiedades mecánicas	Dosis	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Tracción	Dosis 1	1,000	3	1,000
	Dosis 2	0,923	3	0,463
	Dosis 3	1,000	3	1,000
Elongación	Dosis 1	0,997	3	0,900
	Dosis 2	0,983	3	0,747
	Dosis 3	0,996	3	0,878

La Tabla 22, proporcionó los resultados de la prueba de normalidad, donde se recopilaban los datos de shapiro-wilk, porque la cantidad de bioplásticos evaluados fue inferior a 50. La significancia mostrada en la tabla fue mayor a 0.05 demostrando que los datos siguieron un comportamiento normal. Por lo cual, para identificar si existe variación entre las propiedades mecánicas de los bioplásticos se utilizó una prueba paramétrica "Anova".

**Tabla 23.** Anova de características mecánicas

Características mecánicas		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tracción	Entre grupos	29,818	2	14,909	8601,46 2	,000
	Dentro de grupos	,010	6	,002		
	Total	29,829	8			
Elongación	Entre grupos	31,457	2	15,728	5037,57 7	,000
	Dentro de grupos	,019	6	,003		
	Total	31,476	8			

La tabla 23, proporcionó valores de significancia (sig.) menores a 0.05. Por lo tanto, se comprobó la hipótesis 3. Concluyendo que, las propiedades mecánicas de los bioplásticos elaborados varían según las dosis de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

## V. DISCUSIÓN

La mezcla de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon* permitió la obtención de bioplásticos resistentes y biodegradables. Esto es respaldado por Cortez *et al.* (2022), Armijos (2021), Matos *et al.* (2022) y Puraca, Durand y Herrera (2021), quienes también utilizaron almidón de residuos agrícolas en su mezcla para la obtención de bioplásticos, logrando gran capacidad de autodegradación. Del mismo modo, Córdova (2021), elaboró bioplástico a partir de la extracción y aplicación de pectina de residuos orgánicos (cáscara de cacao y aceite esencial de limón), obteniendo bioplásticos resistentes. Por lo tanto, los residuos orgánicos son componentes que favorecen la producción de plásticos con gran capacidad de resistencia y biodegradabilidad al término de su vida útil, esto lamentablemente no sucede con el productos plásticos de la industria petroquímica que es el enfoque de la justificación de aplicabilidad de los bioplástico.

El almidón y la pectina con granulometría de 425  $\mu\text{m}$ , pH ácido y humedades superiores al 20.5 %, aplicados en dosis de 15g (18.29%) y 17g (20.73%) respectivamente, lograron los mejores resultados mecánicos (fuerza de tracción y elongación) y físico (biodegradabilidad) del bioplástico. Similar a lo desarrollado por Mendoza (2021), quien elaboró bioplásticos con 18% de almidón de semilla de palta adquirieron mejores propiedades fisicomecánicas y mayor diversidad de aplicaciones.

Contrastando con Córdova (2021), quien elaboró bioplástico a partir de una dosificación de mezcla óptima de 3% de pectina. Por su parte, Armijos (2021), produjo plásticos orgánicos utilizando una dosis óptima de 4g de almidón extraído de semillas de yuca y palta de la especie Hass. En tanto, Rivera (2019), elaboró láminas biodegradables provenientes de la aplicación de 9% de almidón en una mezcla. Por su parte, Garrido (2020), produjo películas biodegradables, utilizando tres dosificaciones mínimas de 0,06% de cáscara de palta. Asimismo, Chapuel y Reyes (2019), elaboraron bioplásticos con la extracción y aplicación de almidón de semillas de palta con plátano

en una mezcla óptima de 3.43%. Garrido (2020), fabricó bioplásticos mediante la reutilización de almidón de residuos de origen agroindustrial en una dosificación óptima de 0,09% de cáscaras.

Sin embargo, Arias (2021), elaboró bioplásticos, a partir de una proporción óptima de mezcla de pectina de 50%, similar a lo desarrollado por Márquez (2021), que obtuvo bioplásticos de mejor resistencia con la aplicación de una dosis de 58% de almidón derivado de la papa. Por lo tanto, cuanto mayor sean las dosificaciones de almidón y pectina se obtuvieron bioplásticos con mayor resistencia y biodegradación, debido a su mayor contenido de masa orgánico que facilita la degradación por el alto contenido microbiológico.

La propiedad física de biodegradabilidad del bioplástico fue de 31.35%, durante tres semanas sumergido en agua de mar, esta degradación fue lograda por los microorganismos presentes en el medio (agua de mar), que aceleraron la degradación del bioplástico. Contrastando con Córdova (2021), quien elaboró bioplástico que logró una biodegradación del 41.03% bajo exposición en compost, 9.68% en condiciones normales en el ambiente y 100% en agua a lo largo de 30 días, porque utilizó muestra plástica de menores dimensiones y por mayor cantidad de días.

Armijos (2021), produjo plásticos orgánicos que lograron mejores condiciones de biodegradabilidad (67.57%) a los 30 días bajo exposición de altas temperaturas (superiores a 40°C). Este estudio alcanzó altos niveles de biodegradación porque el aumento de las temperaturas al que fueron expuestas las muestras bioplásticas, también aumentaron la multiplicación y crecimiento de microorganismos que degradaron en menor tiempo el bioplástico.

En tanto, Puraca, Durand & Herrera (2021), produjeron bioplástico que a temperatura ambiente alcanzó una capacidad de degradabilidad de 64.21% a los 90 días. Asimismo, Athirah & Marsi (2020), utilizaron la cáscara de banano (*Musa Paradisiaca*) en un 10% para producir bioplástico para lograr una degradación del 65,1 % en un período de ocho semanas. Ambos

estudios lograron mayor nivel de biodegradación al estudio, porque expusieron sus muestras bioplásticas durante un mayor tiempo.

Por su parte, Mongui y Quintero (2021), generaron bioplástico con alto índice de biodegradabilidad. Del mismo modo, Chapuel y Reyes (2019), elaboraron bioplásticos con la extracción y aplicación de almidón, alcanzando una máxima biodegradación de 99.27%. Asimismo, Theamdee y Pansaeng (2019), elaboraron bioplástico disolviendo almidón, y después de enterrar las películas bajo tierra (8-10 cm de profundidad) durante 3 semanas, se degradaron en un 100 %. Estos estudios mostraron una total biodegradación del bioplástico porque sus muestras bioplásticas permanecieron en un suelo húmedo con alto contenido de microorganismo que facilitaron la biodegradación.

La fuerza de tracción máxima alcanzada por el bioplástico fue de 4.46 kg/cm<sup>2</sup> permitiendo un bioplástico resistente, mostrando superioridad en comparación al estudio de Puraca, Durand y Herrera (2021), quienes produjeron plástico biodegradable que alcanzó una fuerza de tracción de 3.11 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, a la vez, contrastando con Garrido (2020), quien elaboró películas biodegradables, logrando una resistencia a la tracción máxima de 25.00 Mpa y con Campos et al. (2021), quienes elaboraron bioplásticos a partir de una cáscara de pecana, logrando resistencia máxima a la tracción de 26.6 kg/cm<sup>2</sup>. Esto se debe a lo manifestado por Theamdee y Pansaeng (2019), quienes indican que con la disminución del contenido de glicerol también disminuye la resistencia a la tracción. Del mismo modo, respaldamos lo indicado por Mendoza (2021), que ha mayor contenido de lignocelulósico se obtendrá mejores propiedades fisicomecánicas y mayor diversidad de aplicaciones de los bioplásticos.

La elongación máxima alcanzada por el bioplástico fue de 7.79% permitiendo un bioplástico resistente, revelando superioridad en comparación a lo logrado por Garrido (2020), quien fabricó bioplásticos que alcanzaron una elongación de 6.63% aplicando una dosificación de 0,09% de cáscara. Pero, se

contrastó con Córdova (2021), quién logró elongación de 41.67% con su bioplástico de pectina de residuos orgánicos, con Puraca, Durand y Herrera (2021), quienes lograron elongación de 93.79% con su bioplástico de almidón. Esta superioridad mostrada se debe por el mayor contenido de glicerol que proporcionar en las mezclas de su bioplástico. Sin embargo, es fundamental seleccionar residuos con alto contenido lignocelulósico e integrarlo en mayor porcentaje en la mezcla para obtener mejor resultados de elongación.

## VI. CONCLUSIONES

Se elaboró bioplásticos resistentes y biodegradables a partir de almidón de semilla de *Persea americana* con pectina de cáscara de *Citrus limon*.

Las características del almidón y la pectina que permitieron la obtención de bioplásticos fueron granulometría de 425  $\mu\text{m}$ , pH ácido, humedades de 20.6 y 35.2 % respectivamente

La dosis óptima fue la dosis 3 compuesta por 15g almidón de semilla *Persea americana* con 17g pectina de cáscara de *Citrus limon*, logrando los mejores resultados mecánicos (fuerza de tracción y elongación) y físico (biodegradabilidad) del bioplástico.

La propiedad física de biodegradabilidad del bioplástico fue de 31.35%, durante tres semanas sumergido en agua de mar, esta degradación fue lograda por los microorganismos presentes en el medio (agua de mar), que aceleraron la degradación del bioplástico.

Las propiedades mecánicas del bioplástico fueron de 4.46  $\text{kg}/\text{cm}^2$  de fuerza de tracción máxima y 7.79% de elongación máxima, lo que permite indicar que se tuvo un bioplástico resistente y ecoamigable.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Evaluar diversos métodos para la inclusión de residuos en la elaboración de bioplásticos, con el objetivo de contribuir al manejo de residuos sólidos orgánicos.

Evaluar la biodegradabilidad completa del bioplástico creado, haciendo pruebas en diversos ambientes de exposición con el propósito de determinar el tiempo exacto en el cual se logra la biodegradación.

Evaluar diversas dosificaciones aplicadas, determinando el máximo nivel de resistencia a la tracción y elongación que pueden alcanzar dichos bioplásticos creados.

Desarrollar investigaciones de los residuos orgánicos, con la finalidad de extraer sus diversas aplicaciones para la elaboración de productos biodegradables.

## REFERENCIAS

- Alfei, S., Schito, A. and Zuccari, G. Plásticos biodegradables y compostables bajo investigación por espectroscopia FTIR. Aplicación ciencia 2021 , 11 (2), 621-639. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/2/621/htm>
- Aponte, Gloria, & Soledad, Beatriz (2022). Bioplásticos: Sustentabilidad Ambiental y Principales Tendencias: Bioplastics: Environmental Sustainability and Main Trends. Tekhné, 25(3), 45–60. <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/5792>
- Arias, M. (2021).Elaboración y caracterización fisicoquímica de películas formuladas a partir de alginato-gelatina y alginato-pectina. [Químico, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22526>
- Armijos, A. (2021). Obtención de bioplástico a partir del almidón de semillas de yaca (Artocarpus Heterophyllus) y aguacate hass (Persea Americana) para su uso en el recubrimiento de alimentos. [Ingeniera química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16824>
- Aryan, Y., Yadav,P., Ranjan, S. Evaluación del ciclo de vida de las opciones de gestión de residuos plásticos existentes y propuestas en la India: un estudio de caso, Journal of Cleaner Production, 2019, Volume 211, Pages 1268-1283. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618336394>
- Athirah, N. & Marsi, N. Utilización de la Cáscara de Banano (Musa Paradisiaca) como Bioplástico para la Aplicación de Bolsas de

Siembra. Revista Internacional de Investigación Avanzada en Ingeniería y Tecnología (IJARET), 2020, 11(4): 108-118.

[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3598064](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3598064)

Cabanillas A, Nuñez J., Cruz — Tirado J., et al. Pineapple Shell fiber as reinforcement in cassava starch foam trays. Polymers and Polymer Composites. 2019; 27(8): 496-506.

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0967391119848187>

Campos, K., Castro, Y., Castañeda, C., Valverde, J. y Benites, E. Carya illinoensis shell for making biodegradable food-safe packaging, 2021 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI), 2021, pp. 1-4.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9619679/authors#authors>

Chapuel, A. y Reyes, J. (2019). Obtención de una película biodegradable a partir de los almidones de semilla de aguacate (persea americana mill) y banano (musa acuminata aaa) para el recubrimiento de papaya. (Ingeniero químico, Universidad de Guayaquil).

<https://es.slideshare.net/JomaBarrera/401-1355-obtenc-pelicula-biodegradable-partir-almidones-semilla-de-aguacate>

Chen, HL, Nath, TK, Chong, S. et al. El problema de los desechos plásticos en Malasia: gestión, reciclaje y eliminación de desechos plásticos locales y globales. SN Apl. ciencia 3, 437 (2021).

<https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-021-04234-y>

Córdova, L. (2021). Obtención y caracterización de una biopelícula a partir de residuos de cacao (theobroma cacao l.) y aceite esencial de limón (citrus limon) para el uso en alimentos. [Ingeniero Químico, Escuela Superior Politécnica De

Chimborazo].

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16730>

Cortez Suarez, L. A., Petroche Torres, D. J., Camba Ramirez, W. E., & Mariscal Santi, W. E. (2022). Comportamiento compostable y biodegradable de bioplásticos producidos con desechos agrícolas. RECIAMUC, 6(3), 546-555. <https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/938>

El Peruano (2021). Peruanos generamos 21 mil toneladas diarias de basura. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2022].

<https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias-debasura>

Gallardo Bravo CV, Velasquez Ruiz XA, Jave Nakayo J., Tello Mendivil V., Castaneda-Olivera CA, Benites Alfaro E., 2022, Biomes of Mangifera Indica and Vitis Vinifera for the Production of Biodegradable Sorbets, Chemical Engineering Transactions, 92, 523-528.

<https://www.cetjournal.it/index.php/cet/article/view/CET2292088>

Garrido, R. (2020). Elaboración de un bioplástico a partir de la palta (Persea americana) con cáscara de plátano (Musa paradisiaca) y almidón de papa (Solanum tuberosum), con su efecto de elasticidad. [Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2451>

Hongsriphan, N., Pinpueng, A. Propiedades de las películas agrícolas preparadas a partir de poli(succinato de butileno) biodegradable al que se añade absorbente natural y fertilizante. J Polym Environ 27 , 434–443 (2019). <https://link.springer.com/article/10.1007/s10924-018-1358-5#citeas>

Jin, Y., Ju, S., Seung, W., Rok, Y., Ho, S., Chan, H., Soo, J., Woong, J., Hyun, D. Preparación de un polímero superabsorbente biodegradable y

medidas de cambios en las propiedades de absorción dependiendo del tipo de reticulante de superficie. *Polymers for advances technologies*, febrero 2020, 31 (2): 273-283.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/pat.4767>

Joshua O'Brien, Gladman Thondhlana. Plastic bag use in South Africa: Perceptions, practices and potential intervention strategies, *Waste Management*, Volume 84, 2019, Pages 320-328.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X18307414>

Mangaraj, S., Yadav, A., Bal, L., Tablero, S., Mahanti, N. Aplicación de polímeros biodegradables en la industria del envasado de alimentos: una revisión exhaustiva. *Revista de Tecnología e Investigación de Empaques*, 2019 3(1), 77–96.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s41783-018-0049-y#citeas>

Matos Medina, I. Y., & Diaz Milla, J. B. (2022). Caracterización de bandejas biodegradables de almidón y fibra de semilla de persea americana y almidón de mangifera indica.

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3939>

Marquez, Diana. Elaboracion de películas biodegradables utilizando escamas de pescado, concentrado de proteína de soya y almidon de papa. Tesis (Maestria en Ciencias Alimentarias). Veracruz: Universidad Veracruzana, 2021. Disponible en:

<https://cdigital.uv.mx/handle/1944/50807>

Mendoza, M. (2021). Elaboración de biopelícula biodegradable a partir del desecho industrial de la semilla de aguacate (persea americana), para sustituir alternativamente materiales obtenidos de polímeros sintéticos. [Ingeniera Química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Ecuador. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/16740>

- Menicagli, V., Balestri, E., Lardicci, C. Exposure of coastal dune vegetation to plastic bag leachates: A neglected impact of plastic litter, *Science of The Total Environment*, Volume 683, 2019, Pages 737-748.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719322867>
- Merino, D y Athanassiou, A. *ACS Sustentable Química e Ingeniería*, 2022, 10 (33), 10789-10802.  
<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acssuschemeng.2c01539>
- Ministerio del Ambiente (2020). *Cifras del mundo*. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022]. <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Ministerio del Ambiente (2020). *Cifras del Perú*. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2022]. <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/#:~:text=En%20promedio%2C%20se%20usan%20al,mil%20bolsas%20por%20cada%20minuto.>
- Ministerio del Ambiente (2019). *Minam: 70% de los residuos que generamos pueden convertirse en nuevos productos*.  
<https://sinia.minam.gob.pe/novedades/minam-70-residuos-que-generamos-pueden-convertirse-nuevos-productos>
- Mongui, L. y Quintero, S. (2021). *Generación de bioplástico a base del almidón producido por la semilla del aguacate*. (Colombia, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Ingeniero Industrial).  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/28699/Mongui%20TorresLinaMarcela2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Puraca, Emely., Durand, Flor. & Herrera, Victor. Elaboracion de bioplástico a partir del almidon de Taro (Colocasia Esculenta). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Peruana Unión, 2021. Disponible en:

<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4825>

Rivera, Ángel. Elaboración de laminas biodegradables a partir de almidón de papa (Solanum Tuberosum) y la resina de almidón de sábila (Aloe Vera). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2345>

Salman S., Mudasir Y. & Poonam A. Una visión general de los envases biodegradables en la industria alimentaria, Current Research in Food Science, 2021, Volume 4, Pages 503-520.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665927121000496>

Scaffaro, R., Maio, A., Sutura, F., Fortunato, E. & Morreale, M. Degradación y Reciclado de Películas Basadas en Polímeros Biodegradables: Una Breve Revisión. Polímeros, 2019 , 11 (4), 651-671.

<https://www.mdpi.com/2073-4360/11/4/651/htm>

Sulman, R., Amjad, A., Ismail, E., Javed,S., Ghafoor, U., Fahad, S. Impacto del uso de bolsas de plástico en productos alimenticios: una pérdida irreversible para el medio ambiente. Environmental Science and Pollution Research, 2022, 29 (1): 49483–49489.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-21091-3#citeas>

Taofoeq, M., Gusman, N., Fatimah, M., Fazeeda, M., Mohd, H., Airin, A. Biodegradable plastic applications towards sustainability: A recent innovations in the green product, Cleaner Engineering and Technology,

Volume

6,

2022.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266679082200009X>

Theamdee, Pawinee; Pansaeng, Natchanan. El efecto del glicerol en las propiedades de las películas biodegradables de almidón de yuca (cultivar Saai Dieow) para la aplicación de bolsas de plástico para plantas. Revista de la Universidad de Naresuan: Ciencia y Tecnología (NUJST) , [SI], v. 27, n. 4, pág. 27-38, oct. 2019.

<https://www.journal.nu.ac.th/NUJST/article/view/Vol-27-No-4-2019-27-38>

Tudor VC, Marin A, Vasca DZ, Micu MM, Smedescu DI (2018) The influence of the plastic bags on the environment. *Materia Plast* 55(4):595-599.

<https://www.revmaterialeplastice.ro/pdf/TUDOR%20V%204%2018.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz operacional

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR		UNIDAD DE MEDICIÓN		
Independiente	Almidón de semilla de palta ( <i>Persea americana</i> ) con pectina de cáscara de limón ( <i>Citrus limon</i> )	El almidón de semillas de <i>Persea americana</i> presenta un rendimiento del 4.5 %. Además, por sus excelentes propiedades de viscosidad, solubilidad y grupos funcionales facilitando la producción de plásticos (Albaran, et al. 2019). La pectina de limón, es un polisacárido de ácido poligalacturónico constituido por 150 – 500 unidades de ácido D-galacturónico (C6H10O7) que es su componente principal, parcialmente esterificado con un grupo metoxilo (Charchalac, 2008, citado por Benitez, 2022).	Se determinará las características de Almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> . Asimismo, se aplicará tres dosis de Almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> .	Características de almidón de semilla de palta ( <i>Persea americana</i> ) y pectina de cáscara de limón ( <i>Citrus limon</i> )	Rendimiento		%		
					Peso		g.		
					Granulometría		um		
				Dosis 1	5g almidón de semilla persea americana + 7g pectina de cascara de citrus limon	Dosis de almidón de semilla de palta ( <i>Persea americana</i> ) con pectina de cáscara de limón ( <i>Citrus limon</i> )			g.
				Dosis 2	10g almidón de semilla persea americana + 12g pectina de cascara de citrus limon				g.
				Dosis 3	15 g almidón de semilla persea americana + 17g pectina de cascara de citrus limon				g.
Dependiente	Biolásticos	Los Biolásticos son elaborados a partir de fuentes renovables o productos reutilizados, compostables, porque son de origen natural que permite que se descomposición sea dada de forma natural, sin el uso de químicos, produciendo procesos beneficiosos para el medio ambiente (Sanchez & Sebastian, 2017).	Para determinar si el bioplástico elaborado cumple con los requisitos mínimos para ser considerado como tal, se evaluarán sus propiedades físicas y mecánicas en laboratorio.	Propiedades físicas de los bioplásticos.	Peso		g.		
					Humedad		%		
					Espesor		cm		
					Biodegradabilidad		Peso/días		
				Propiedades mecánicas de los bioplásticos.		Elongación		%	
						Tracción		N/cm <sup>2</sup>	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>General:</b> ¿Es posible elaborar bioplásticos a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>?</p> <p><b>Específico 1:</b> ¿Cuáles son las características del almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de Citrus limon que permiten la elaboración de bioplásticos?</p> <p><b>Específico 2:</b> ¿Cuál es la dosis adecuada de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de Citrus limon para la elaboración de bioplásticos?</p> <p><b>Específico 3:</b> ¿Cuáles son las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>?</p> <p><b>Específico 4:</b> ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los bioplásticos elaborados a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>?</p>	<p><b>General:</b> Elaborar bioplásticos a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>.</p> <p><b>Específico 1:</b> Caracterizar el almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i> que permiten la elaboración de bioplásticos.</p> <p><b>Específico 2:</b> Determinar la dosis adecuada de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i> para la elaboración de bioplásticos.</p> <p><b>Específico 3:</b> Determinar las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>.</p> <p><b>Específico 4:</b> Determinar las propiedades mecánicas de los bioplásticos elaborados a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>.</p>	<p><b>General:</b> Se elabora bioplásticos a partir de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>.</p> <p><b>Específica 1:</b> Las características del almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i> permiten la elaboración de bioplásticos.</p> <p><b>Específica 2:</b> La dosis de 15 g almidón de semilla persea americana + 17g pectina de cascara de citrus limon es adecuada para la elaboración de bioplásticos.</p> <p><b>Específica 3:</b> Las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados varían según las dosis de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>.</p> <p><b>Específica 4:</b> Las propiedades físicas de los bioplásticos elaborados varían según las dosis de almidón de semilla de <i>Persea americana</i> con pectina de cáscara de <i>Citrus limon</i>.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE:</b> Almidón de semilla de palta (<i>Persea americana</i>) con pectina de cáscara de limón (<i>Citrus limon</i>)</p> <p><b>DEPENDIENTE:</b> Bioplásticos</p>	<p>Características de almidón de semilla de palta (<i>Persea americana</i>) y pectina de cáscara de limón (<i>Citrus limon</i>)</p>	<p>Rendimiento</p> <p>Peso</p> <p>Granulometría</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental</p> <p><b>Población:</b> Semillas de <i>Persea americana</i> y cáscaras de Citrus limón, que son desechados frecuentemente en grandes niveles por los vendedores de desayuno en el mercado "Unicachi" del distrito de Los Olivos, provincia de Lima.</p> <p><b>Muestra:</b> 5 kg de semillas de <i>Persea americana</i> y 5 kg de cáscaras de <i>Citrus limon</i> que serán recolectados del mercado "Unicachi".</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico</p> <p><b>Unidad de análisis:</b> Bioplástico</p> <p><b>Técnica:</b> Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha de registros de datos</p>
				Dosis 1	5g almidón de semilla persea americana + 7g pectina de cascara de citrus limon	
				Dosis 2	10g almidón de semilla persea americana + 12g pectina de cascara de citrus limon	
				Dosis 3	15 g almidón de semilla persea americana + 17g pectina de cascara de citrus limon	
				Propiedades físicas de los bioplásticos	Peso	
					Humedad	
					Espesor	
					Biodegradabilidad	
				Propiedades mecánicas de los bioplásticos	Tracción	
					Elongación	

**Anexo 3.** Ficha de recolección de semilla de *Persea americana* y cáscara de *Citrus limón*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha de recolección de semilla de <i>Persea americana</i> y cáscara de <i>Citrus limón</i></b>	
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Título</b>	“Elaboración de Bioplásticos a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> ”		
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los residuos.		
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental.		
<b>Autores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Loyola Luna, Rodrigo Fidel</li> <li>- Pinto Mogollón, Álvaro José Luis</li> </ul>		
<b>Asesor</b>	Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo		
<b>Ubicación</b>		<b>Coordenadas UTM</b>	
<b>Fecha</b>		<b>Hora</b>	
<b>DATOS DE RECOLECCIÓN</b>			
<b>Código de muestra</b>	<b>Tipo de muestra</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Observación</b>

**Anexo 4.** Ficha de caracterización de almidón semilla de *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limón*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		Ficha de caracterización de almidón semilla de <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i>			
DATOS GENERALES					
Título		“Elaboración de Bioplásticos a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> ”			
Línea de Investigación		Tratamiento y Gestión de los residuos.			
Escuela		Ingeniería Ambiental.			
Autores		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Loyola Luna, Rodrigo Fidel</li> <li>- Pinto Mogollón, Álvaro José Luis</li> </ul>			
Asesor		Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo			
Ubicación					
Fecha				Hora	
DATOS DE CARACTERIZACIÓN					
Código de muestra	Tipo de muestra	Indicador			Observación
		Rendimiento (%)	Peso (g)	Granulometría (um)	

## Anexo 5. Ficha de elaboración de bioplástico

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha de producción de bioplástico</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>						
<b>Título</b>	"Elaboración de Bioplásticos a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> "					
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los residuos.					
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental.					
<b>Autores</b>	- Loyola Luna, Rodrigo Fidel Pinto Mogollón, Álvaro José Luis					
<b>Asesor</b>	Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo					
<b>Ubicación</b>						
<b>Fecha</b>			<b>Hora</b>			
<b>DATOS DE ELABORACIÓN DE BIOPLASTICO</b>						
<b>Código de Dosis</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Cantidad de glicerina (mL)</b>	<b>Cantidad de ácido acético (mL)</b>	<b>Cantidad de agua destilada (mL)</b>	<b>Cantidad de almidón (mL)</b>	<b>Cantidad de pectina (mL)</b>
	R1					
	R2					
	R3					
	R1					
	R2					
	R3					
	R1					
	R2					
	R3					

**Anexo 6.** Ficha de análisis de propiedades físico-mecánicas del Bioplastico

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha de análisis de propiedades físico-mecánicas del bioplastico</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>						
<b>Título</b>	"Elaboración de Bioplástico a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> "					
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los residuos.					
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental.					
<b>Autores</b>	- Loyola Luna, Rodrigo Fidel Pinto Mogollón, Álvaro José Luis					
<b>Asesor</b>	Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo					
<b>Ubicación</b>						
<b>Fecha</b>		<b>Hora</b>				
<b>DATOS DE PROPIEDADES DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE</b>						
Dosis	Propiedades	Parámetros de control	Unidad	Repeticiones		
				R1	R2	R3
	<b>Físicos</b>	Peso	g.			
		Humedad	%			
		Espesor	cm			
		Biodegradabilidad	Peso/días			
	<b>Mecánicos</b>	Elongación	%			
	<b>Físicos</b>	Peso	g.			
		Humedad	%			
		Espesor	cm			
		Biodegradabilidad	Peso/días			
	<b>Mecánicos</b>	Elongación	%			
	<b>Físicos</b>	Peso	g.			
		Humedad	%			
		Espesor	cm			
		Biodegradabilidad	Peso/días			
	<b>Mecánicos</b>	Elongación	%			

## Anexo 7. Validación de instrumento firmada.

### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### 1. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad Cesar Vallejo  
 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible  
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de propiedades físico-mecánicas del bioplástico  
 1.5 Autores de Instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Mogellon, Álvaro José Luis

#### 2. 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 involucrados.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para medir las variables de la hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos lógicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	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			

#### 3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

-

#### 4. PROMEDIO DE VALORACION

85%

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Lima, 22 de noviembre del 2022

## INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### 1. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad Cesar Vallejo  
 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible  
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de almidón semilla de *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limón*  
 1.5 Autores de Instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Mogollon, Álvaro Jose Luis

### 2. 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	Está 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.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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			

### 3. OPINION DE APLICABILIDAD

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

SI

--

### 4. PROMEDIO DE VALORACION

90%

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Lima, 22 de noviembre del 2022

  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 06447308

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y nombres: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de semilla de *Persea americana* y cáscara de *Citrus limón*.  
 1.5. Autores de Instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Mogollon, Álvaro Jose Luis

**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	Está 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.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

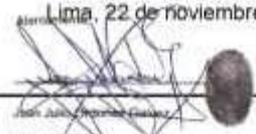
SI
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACION**

90%
-----

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

Lima, 22 de noviembre del 2022



Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 98447308



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**1. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
  - 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad Cesar Vallejo
  - 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
  - 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de elaboración del bioplástico
  - 1.5 Autores de instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidal y Pinto Mogoilan; Álvaro José Luis
- 2. 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	Está 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.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para validar 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.-METODOLOGIA	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			

**3. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

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

NO

**4. PROMEDIO DE VALORACION**

85%

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

Lima, 22 de noviembre del 2022

INI 0047202

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y nombres: AYLAS HUMAREDA, MARIA DEL CARMEN  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad César Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de semilla de Peraá americana y cáscara de Citrus limón.  
 1.5. Autores de instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Mogollón, Álvaro José Luis

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIAMENTE 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.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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. OPINION 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 VALORACION**

85%
-----

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

Lima, 22 de noviembre del 2022



 DNI N° 8773384  
 CIP 55148



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**1. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: AYLAS HUMAREDA, MARIA DEL CARMEN
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de almédon semilla de *Persea americana* y pedúnculo de cáscara de *Cajupati* (món)
- 1.5 Autores de instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidal y Pinto Moyaón, Álvaro José Luis

**2. 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.-TENCIONALIDAD	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 o indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	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			

**3. OPINION DE APLICABILIDAD**

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

SI
-

**4. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

85%
-----

Lima, 22 de noviembre del 2022

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

*Maria del Carmen Aylas Humareda*

DNI No 87713915  
CIP 20143



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**1. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: AYLAS HUMAREDA, MARÍA DEL CARMEN
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de elaboración del bioensayo
- 1.5 Autores de instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Moqillon, Álvaro José Luis

**2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	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.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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			

**3. OPINION DE APLICABILIDAD**

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

SI

-

**4. PROMEDIO DE VALORACION**

85%

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Lima, 22 de noviembre del 2022

DNI No. 0733245  
CIP 55148



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**1. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: AYLAS HUMAREDA, MARÍA DEL CARMEN
  - 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad César Vallejo
  - 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
  - 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de propiedades físico-mecánicas del Bioplástico
  - 1.5 Autores de Instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Mogollon, Álvaro José Luis
- 2. 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.-TENCIONALIDAD	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 o indicadores.											X		
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre las componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**3. OPINION DE APLICABILIDAD**

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

SI
NO

**4. PROMEDIO DE VALORACION**

85%
-----

Lima, 22 de noviembre del 2022

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

  
 DNI No 97735645  
 CIP 16146



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y nombres: JAVE NAKAYO, JORGE LEONARDO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de semilla de Peraza americana y cáscara de Citrus limón.
- 1.5. Autores de instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidal y Pinto Mogollón, Álvaro José Luis

**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.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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 VALORACION**

85%
-----

Lima, 22 de noviembre del 2022

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

  
 CRI No 01066631 Telf: 884552005  
 CIP 43444



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**1. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: JÁVE NAKAYO, JORGE LEONARDO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de admisión semilla de: Pearses americana y pecina de cáscara de Citrus limón
- 1.5 Autoría de instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidal y Pinto Mógollon, Álvaro José Luis

**2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICACIONES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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			

**3. OPINION DE APLICABILIDAD**

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

SI
-

**4. PROMEDIO DE VALORACION**

85%
-----

Lima, 22 de noviembre del 2022

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

  
 DNI No. 01066653 Telf: 98552095  
 CIP 40444



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**1. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: JAVE NAKAYO, JORGE LEONARDO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de elaboración del bioplastic
- 1.5 Autores de Instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Mogollon, Álvaro José Luis

**2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	IRACEPTABLE						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.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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			

**3. OPINION DE APLICABILIDAD**

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

SI

-

**4. PROMEDIO DE VALORACION**

85%

Lima, 22 de noviembre del 2022

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE:

  
 DNI N° 01066653 Telf : 994532015  
 CIP 43444



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**1. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: JAVE NAKAYO, JORGE LEONARDO
  - 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente, Universidad César Vallejo
  - 1.3 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y desarrollo sostenible
  - 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de propiedades psico-métricas del biopesticida.
  - 1.5 Autores de instrumento: Loyola Luna, Rodrigo Fidel y Pinto Magallon, Alvaro Jose Luis
- 2 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.-TENCIONALIDAD	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.-METODOLOGIA	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			

**3. OPINION DE APLICABILIDAD**

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

SI
-

**4. PROMEDIO DE VALORACION**

85%
-----

Lima, 22 de noviembre del 2022

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

  
 DNI N° 01066431 Tel.: 98552005  
 CIP 45444

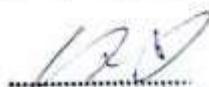
## Anexo 8. Informe de Laboratorio.

**Anexo 3.** Ficha de recolección de semilla de *Persea americana* y cáscara de *Citrus limón*

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		Ficha de recolección de semilla de <i>Persea americana</i> y cáscara de <i>Citrus limón</i>	
DATOS GENERALES			
Título	*Elaboración de Bioplásticos a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> *		
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos.		
Escuela	Ingeniería Ambiental.		
Autores	- Loyola Luna, Rodrigo Fidel - Pinto Mogollón, Álvaro José Luis		
Asesor	Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo		
Ubicación	Los Olivos	Coordenadas UTM	
Fecha	26/05/2023	Hora	11:00
DATOS DE RECOLECCIÓN			
Código de muestra	Tipo de muestra	Peso (kg)	Observación
1	Semilla de ( <i>Persea americana</i> )	5g	Se recolecto de los puestos de desayuno
2	Cáscara de ( <i>Citrus Limón</i> )	5g	Se recolecto de los puestos de cebiche

**Anexo 4:** Caracterización de almidón semilla de *Persea americana* y pectina de cáscara de *Citrus limón*

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		Ficha de caracterización de almidón semilla de <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i>			
DATOS GENERALES					
Título	*Elaboración de Bioplásticos a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> *				
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos.				
Escuela	Ingeniería Ambiental.				
Autores	- Loyola Luna, Rodrigo Fidel - Pinto Mogollón, Álvaro José Luis				
Asesor	Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo				
Ubicación	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo				
Fecha	26/05/2023	Hora	16:00		
DATOS DE CARACTERIZACIÓN					
Código de muestra	Tipo de muestra	Indicador			Humedad
		pH	Temperatura (°C)	Granulometría (um)	
1	Cáscara de Limón	3.62	24.1	425	35.5
2	Semilla de Palta	5.43	24.6	425	20.6

  
 Hitler Román Pérez  
 ING. AMBIENTAL

Anexo 5. Ficha de elaboración de bioplástico

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha de producción de bioplástico</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>						
<b>Título</b>	"Elaboración de Bioplásticos a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> "					
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los residuos.					
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental.					
<b>Autores</b>	- Loyola Luna, Rodrigo Fidel Pinto Mogollón, Álvaro José Luis					
<b>Asesor</b>	Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo					
<b>Ubicación</b>	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo					
<b>Fecha</b>	26/05/2023	<b>Hora</b>	13:30			
<b>DATOS DE ELABORACIÓN DE BIOPLASTICO</b>						
Código de Dosis	Repeticiones	Cantidad de glicerina (mL)	Cantidad de ácido acético (mL)	Cantidad de agua destilada (mL)	Cantidad de almidón (mL)	Cantidad de pectina (mL)
#1	R1	10	10	5	5	7
	R2	15	15	8	10	12
	R3	20	20	10	15	17
#2	R1	10	10	5	5	7
	R2	15	15	8	10	12
	R3	20	20	10	15	17
#3	R1	10	10	5	5	7
	R2	15	15	8	10	12
	R3	20	20	10	15	17

  
 .....  
**Hitler Román Pérez**  
 ING. AMBIENTAL

Anexo 6. Ficha de análisis de propiedades físico-mecánicas del Bioplástico

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha de análisis de propiedades físico-mecánicas del bioplastico				
DATOS GENERALES						
<b>Título</b>	"Elaboración de Bioplástico a base de almidón de semilla <i>Persea americana</i> y pectina de cáscara de <i>Citrus limón</i> "					
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los residuos.					
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental.					
<b>Autores</b>	- Loyola Luna, Rodrigo Fidel Pinto Mogollón, Álvaro José Luis					
<b>Asesor</b>	Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo					
<b>Ubicación</b>	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo					
<b>Fecha</b>	26/05/2023	<b>Hora</b>	14:00			
DATOS DE PROPIEDADES DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE						
Dosis	Propiedades	Parámetros de control	Unidad	Repeticiones		
				R1	R2	R3
1	Físicos	Peso	g.	10,14	10,16	10,12
		Humedad	%	0,87	0,84	0,86
		Espesor	cm	0,38	0,35	0,36
		Biodegradabilidad	Peso/días	28.93	28.89	28.90
	Mecánicos	Elongación	%	3,18	3,29	3,24
2	Físicos	Peso	g.	11,28	11,29	11,31
		Humedad	%	0,81	0,79	0,83
		Espesor	cm	0,43	0,47	0,49
		Biodegradabilidad	Peso/días	29.96	30.06	30.03
	Mecánicos	Elongación	%	5,84	5,97	5,92
3	Físicos	Peso	g.	11,63	11,67	11,65
		Humedad	%	0,85	0,88	0,86
		Espesor	cm	0,45	0,49	0,48
		Biodegradabilidad	Peso/días	31.33	31.36	31.36
	Mecánicos	Elongación	%	7,75	7,79	7,84

  
 Hitler Román Pérez  
 ING. AMBIENTAL

ENSAYO DE TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )							
MUESTRA	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Tensión (kg/cm <sup>2</sup> )	Fuerza de Tracción (N)
<i>5g almidon de semilla perseá americana + 7gr pectina de cascara de citrus limon</i>							
M1-R1	11.28	11.13	0.38	4.23	0.045	0.0106	0.44
M1-R2	11.24	11.22	0.35	3.93	0.042	0.0107	0.41
M1-R3	11.42	11.37	0.36	4.09	0.048	0.0117	0.47

ENSAYO DE TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )							
MUESTRA	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Tension (kg/cm <sup>2</sup> )	Fuerza de Traccion (N)
<i>10g almidon de semilla perseá americana + 12gr pectina de cascara de citrus limon</i>							
M2-R1	11.32	11.26	0.43	4.84	0.418	0.0863	4.10
M2-R2	11.35	11.29	0.47	5.31	0.415	0.0782	4.07
M2-R3	11.38	11.31	0.49	5.54	0.427	0.0770	4.19

ENSAYO DE TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )							
MUESTRA	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Tension (kg/cm <sup>2</sup> )	Fuerza de Traccion (N)
<i>15g almidon de semilla perseá americana + 17g pectina de cascara de citrus limon</i>							
M3-R1	11.48	11.43	0.45	5.14	0.453	0.088	4.44
M3-R2	11.51	11.41	0.49	5.59	0.455	0.081	4.46
M3-R3	11.49	11.45	0.48	5.50	0.457	0.083	4.48

  
 .....  
 Hitler Román Pérez  
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

ELONGACION (%)						
MUESTRA	Tension (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Fuerza de Traccion (N)	Promedio	Elongacion (%)	Promedio
<i>5g almidon de semilla perse americana + 7gr pectina de cascara de citrus limon</i>						
M1-R1	0.3684	0.368	0.73	0.67	3.18	3.24
M1-R2	0.3672		0.68		3.29	
M1-R3	0.3678		0.61		3.24	

ELONGACION (%)						
MUESTRA	Tension (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Fuerza de Traccion (N)	Promedio	Elongacion (%)	Promedio
<i>10g almidon de semilla perse americana + 12gr pectina de cascara de citrus limon</i>						
M2-R1	0.5518	0.568	6.19	6.15	7.75	7.79
M2-R2	0.5712		6.15		7.79	
M2-R3	0.5798		6.11		7.84	

ELONGACION (%)						
MUESTRA	Tension (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Fuerza de Traccion (N)	Promedio	Elongacion (%)	Promedio
<i>15g almidon de semilla perse americana + 17g pectina de cascara de citrus limon</i>						
M3-R1	0.761	0.779	3.28	3.32	5.84	5.91
M3-R2	0.783		3.31		5.97	
M3-R3	0.792		3.36		5.92	

Referencia: Norma técnica ASTM 638  
ASTM D638

  
.....  
Hitler Román Pérez  
ING. AMBIENTAL

## Equipos e instrumentos de laboratorio:

- Vaso precipitado
- Agitador de vidrio
- Pipeta volumétrica
- propipeta
- Mortero con pilón
- Tamiz Nro 40 (425 um)
- Agitador magnético con calentador
- Balanza analítica OHAUS
- Estufa MEMMERT
- Multiparámetro HANNA modelo EDGE

**Propietario** : Loyola Luna, Rodrigo Fidel  
Pinto Mogollon, Alvaro José Luis

**Procedencia de la muestra** : Playa Cantolao – La Punta Callao

**Número de muestras** : 8 000 ml

**Producto declarado** : Agua de mar

**Presentación de muestras** : Recipientes de plásticos

**Lugar de ensayo** : Laboratorio de Fisicoquímica – Universidad César Vallejo

**Fecha de análisis** : 23-05-2023



.....  
**Hitler Román Pérez**  
ING. AMBIENTAL